

Биология

УДК 612.014.43/46

С. М. МИНАСЯН, С. Г. СААҚЯՆ, Г. С. ДАРБИՅԱՆ

**ВЛИЯНИЕ ВИБРАЦИИ НА СОДЕРЖАНИЕ САХАРА КРОВИ
НОРМАЛЬНЫХ КРОЛИКОВ ПРИ СТИМУЛЯЦИИ И БЛОКАДЕ
 α -АДРЕНОРЕЦЕПТОРОВ**

Изучено воздействие вибрации на содержание сахара крови нормальных кроликов при стимуляции и блокаде α -адренорецепторов. Выяснилось, что симпатомиметик-мезатон и адреноблокатор-аминазин при изолированном действии вызывают повышение содержания сахара. Вибрационный фактор вызывает сильно выраженную гипергликемию. Стимуляция и блокада адренорецепторов изменяют виброчувствительность животных: мезатон усиливает гипергликемический эффект вибрации; аминазин понижает гипергликемический эффект данного физического фактора.

Прогресс науки и техники неразрывно связан с расширением сферы воздействия экстремальных факторов на живые организмы. Следовательно, неуклонно возрастает возможность влияния на человека и таких параметров вибрации, которые вредны для организма. Поэтому проблема исследования биологического действия механической вибрации в последнее время получила большое практическое и теоретическое значение.

Из литературных данных известно, что в вибрационной патологии, в первую очередь, поражаются нервная, сосудистая системы, а также опорно-двигательный, вестибулярный и кожный рецепторы [1—6]. На организм более сильное и вредное воздействие по сравнению с местной имеет общая вибрация. Изменения, возникающие под влиянием вибрации, находятся в зависимости от уровня и длительности ее. Как правило, с повышением частоты и амплитуды, а также с увеличением времени вибрации наступающие в организме нарушения становятся более существенными [7].

В литературе известно также, что под влиянием вибрации значительно изменяются и разные звенья обмена веществ. Большое внимание в вибрационной патологии уделяется изучению нарушений углеводного обмена и разработке методов борьбы с ними при помощи различных фармакологических веществ. Имеющиеся в литературе данные по этому вопросу малочисленны и противоречивы.

Некоторые авторы наблюдали в крови животных при действии вибрации понижение количества сахара и гликогена [8, 9]. Исследования Михельсона, Бондарева, Ароновой [10] показывают, что под влиянием вибрации количество сахара повышается. По данным Якубовича [11], вибрационная болезнь протекает с нарушением гликогенной функции печени, которая проявляется в изменении гипергликемического коэффициента и появлении патологических гликемических кривых.

Известно, что углеводный обмен, как и все функции организма, от реакции стресса до регуляции клеточного деления, находится под контролем симпато-адреналовой системы. Адренергическая система, таким образом, является одной из основных систем, регулирующих процессы жизнедеятельности, осуществляющей приспособление организма к постоянно изменяющимся условиям внешней и внутренней среды. В последние годы установлена топография α - и β -адренорецепторов в различных структурах центральной нервной системы. Наличие адренорецепторов в ретикулярной формации, гипоталамусе и применение различных фармакологических препаратов позволяет оказывать возбуждающее и тормозящее влияние на эти системы, меняющее адаптационные возможности организма при тех или иных внешних воздействиях, в том числе и при вибрационной патологии.

Недостаточно еще изучено влияние фармакологических веществ на вибросензитивность организма для профилактики или лечения вибрационной патологии. В связи с этим целью нашей работы явилось изучение углеводного обмена животных при стимуляции и блокаде α -адренорецепторов в условиях воздействия вибрации.

Методика исследований

Исследования проводились на кроликах. В крови животных определялись следующие биохимические показатели: 1) общие редуцирующие вещества по Хагедорну—Йенсену; 2) истинный сахар по Фужита—Иватате (по Дюмазеру). В ходе опытов изучались также некоторые вегетативные функции (дыхание, сердечная деятельность) и поведение животных.

Эксперименты проводились на двух группах животных. В первой группе изучалось влияние вибрации на содержание сахара при стимуляции α -адренорецепторов, во второй—при блокаде α -адренорецепторов. В качестве стимулятора был применен мезатон (внутривенно—в дозе 1 мг/кг)—синтетический активный симпатомиметик с избирательным действием на α -адренорецепторы [12], сравнительно мало токсичный. Он уступает по силе действия адреналину в 10 раз, но превосходит его по длительности действия. В качестве α -адреноблокатора был использован аминазин (внутривенно—в дозе 0,5 мг/кг). Препарат является одним из главных представителей нейролептических веществ. По данным многих авторов аминазин оказывает сильное влияние на центральную и вегетативную нервную системы, на различные функции организма.

В каждой группе животных исследования проводились в трех сериях. В первой серии опытов изучалось изменение содержания сахара крови при изолированном действии фармакологического вещества. Во второй—влияние вибрационного фактора с вышеуказанными параметрами. В третьей—особенности влияния вибрации на показатели углеводного обмена при внутривенной инъекции вышеуказанных препаратов.

Животные подвергались вибрации на вибростенде ST—300. Параметры: длительность вибрации—30 мин, частота—50 Гц, амплитуда—0,4 мм. Количество общих редуцирующих веществ и истинного сахара крови определялось до воздействия фармакологического или динамического факторов, сразу и на 15, 30, 45, 60, 90-ой минутах после инъекции.

Каждая серия экспериментов проводилась на шести кроликах.

Результаты исследований

1. *Влияние вибрации на содержание сахара крови при инъекции мезатона.* В первой серии опытов изучалось изолированное влияние мезатона на содержание сахара крови. Как видно из табл. 1, после инъекции препарата наблюдались фазные изменения содержания сахара. На 15-ой мин. идет увеличение количества сахара (на 21%, $p < 0,05$). В дальнейшем на 30-ой мин. наблюдается снижение, а затем на 60-ой мин. вновь повышение содержания сахара, которое достигает своего максимума на 90-ой мин. (рис. 1). Увеличение общих редуцирующих веществ идет за счет повышения количества истинного сахара (на 17%, $p < 0,02$). Эффект мезатона поддерживается до 90—120-ой мин. после инъекции. По имеющимся литературным данным, мезатон по сравнению с другими миметическими препаратами превосходит их по длительности действия, что связано с большой стойкостью его в организме. При инъекции мезатона изменяется и поведение животного. Сразу после введения препарата наблюдается возбужденное состояние, понижение температуры тела, некоторое учащение, а затем урежение частоты сердечных сокращений и дыхательных движений.

Во второй серии вибрационный фактор вызывает сильно выраженную гипергликемию, которая достигает своего максимума на 15-ой мин. (рис. 1). Количество общих редуцирующих веществ увеличивается по сравнению с фоновым уровнем на 60% ($p < 0,01$), а истинный сахар повышается на 37% ($p < 0,01$). Как видно из полученных данных, повышение сахара идет за счет истинного сахара промежуточных веществ.

При комбинированном воздействии мезатона и вибрации у кроликов наблюдается сильно выраженная гипергликемия с первых же минут (рис. 1), максимум которой отмечается на 15-ой мин. По сравнению с исходным фоном количество сахара увеличивается на 78% ($p < 0,001$), а содержание истинного сахара на 74% ($p < 0,001$). В дальнейшем идет постепенное снижение сахара, но долгое время не восстанавливается исходный фон (до 90-ой мин.). По сравнению с изолированным применением фармакологического вещества и вибрации комбинация этих двух факторов приводит к суммации их воздействия. Так, если при введении мезатона сахар увеличивается на 19%, при вибрации—на 60%, то при комбинированном применении содержание сахара достигает 78%. Усиление виброчувствительности животного при инъекции данного препарата проявляется и в его поведении: наблюдается сильно возбужденное состояние, переходящее в стрессовое, а у некоторых животных наступление сахарного шока и смертельный исход.

II. *Влияние вибрации на содержание сахара крови при аминазиновой блокаде.* Изменения общих редуцирующих веществ и истинного сахара представлены в табл. 2. Из полученных результатов следует, что при изолированном действии аминазин, применяемый нами в определенной дозе, вызывает более выраженную гипергликемию, чем мезатон. Количество общих редуцирующих веществ на 30—45-ой мин. после инъекции препарата превышает исходный фон на 27% ($p < 0,05$). Как и при мезатоне, увеличение общих редуцирующих веществ идет за счет повышения содержания истинного сахара (на 21%, $p < 0,001$). При введении аминазина наблюдаются урежение сердечных сокращений и подавление дыхательных движений, а также седативный эффект препарата. Во второй серии опытов, как и при предыдущей группе животных, сразу после воздействия вибрации количество сахара постепенно увеличивается, а с 15-ой мин. поствибрационного периода начинается сильный гипергликемический эффект, максимум которого нас-

Таблица 1

Влияние вибрации на содержание сахара крови при инъекции мезатона

| Серия | Фактор | Фон | После воздействия | | | | | |
|-------|--------------------------|------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | | | сразу | через 15 мин | 30 мин | 45 мин | 60 мин | 90 мин |
| I | мезатон | 119,81± 11,40 | | 145,61± 18,79 | 127,51± 11,12 | 124,62± 18,25 | 136,71± 23,55 | 144,65± 20,65 |
| | | 109,62± 10,36 | | 125,44± 12,69 | 128,51± 8,74 | 123,54± 10,64 | 113,62± 15,18 | 118,73± 13,23 |
| | | 109,75± 13,45 | 159,01± 16,44 | 175,002± 12,45 | 149,14± 16,43 | 145,15± 16,64 | 110,63± 19,64 | 111,13± 16,42 |
| II | вибрация | 112,05± 16,13 | 152±13,45 | 154,35± 18,16 | 137,75± 18,64 | 137,38± 14,28 | 123,95± 12,65 | 110,05± 14,45 |
| | | 126,35± 13,14 | 200,35± 12,64 | 224,35± 17,12 | 171,34± 19,64 | 150,27± 10,34 | 148,93± 15,65 | 140,45± 13,15 |
| III | вибрация + мезатон | 112,65± 17,64 | 173,84± 14,15 | 195,67± 17,20 | 171,83± 17,44 | 150,33± 12,15 | 148,37± 20,35 | 135,21± 13,23 |
| | | | | | | | | |

ПРИМЕЧАНИЕ: в каждой серии верхняя цифра обозначает количество общих редуцируемых веществ; нижняя—количество истинного сахара.

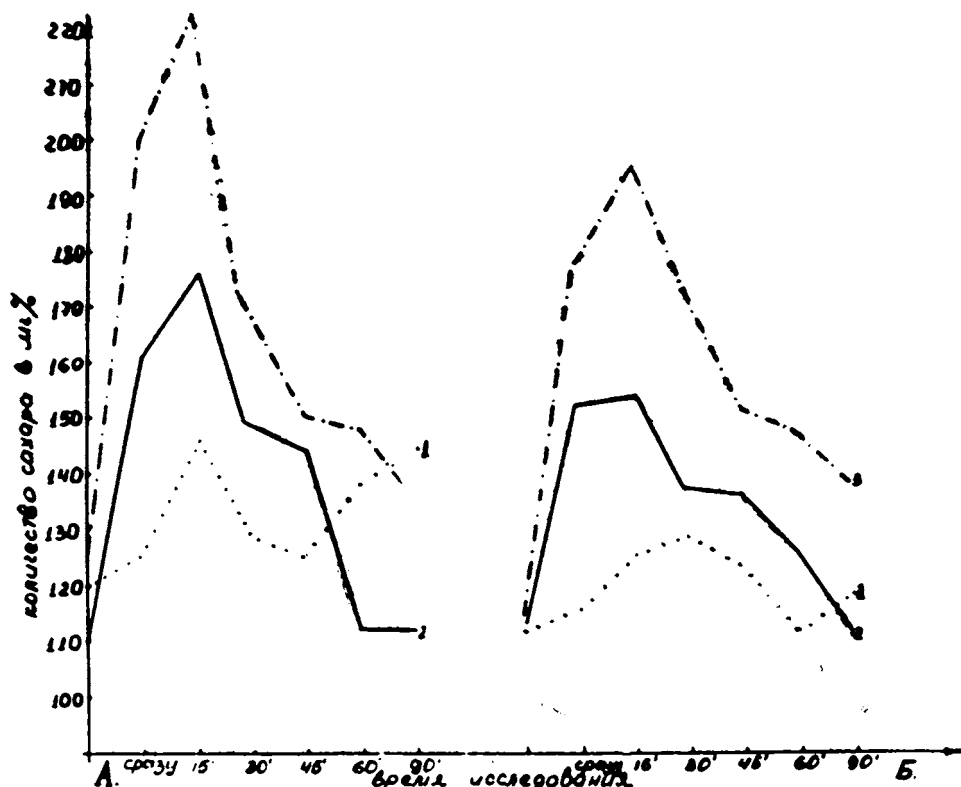


Рис. 1. Влияние вибрации на содержание сахара крови при стимуляции α -адренорецепторов.

А—изменение количества общих редуцирующих веществ; Б—изменение количества истинного сахара: 1—при изолированном действии мезатона, 2—при воздействии вибрации, 3—при воздействии вибрации на фоне инъекции мезатона.

тупает к 30—45-ой мин. Количество общих редуцирующих веществ увеличивается на 78% ($p < 0,001$), а количество истинного сахара—на 30% ($p < 0,05$). Как показывают полученные данные, гипергликемия вибрационного воздействия осуществляется за счет повышения истинного сахара и промежуточных веществ крови. Фаза восстановления отмечается на 60—90 мин. (рис. 2).

В третьей серии экспериментов на фоне аминазина гипергликемический эффект вибрации резко падает. Так на 30-ой мин. количество содержания истинного сахара увеличивается всего на 5%, а количество общих редуцирующих веществ—на 24% ($p < 0,05$), тогда как при изолированном действии динамического фактора содержание истинного сахара увеличивается на 30%, а общих редуцирующих веществ—на 78%. Гипергликемический эффект происходит за счет увеличения промежуточных редуцирующих веществ. Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что аминазин резко изменяет вибросензитивность кроликов.

Обсуждение результатов

В наших опытах инъекция мезатона приводит к повышению содержания сахара крови. Гипергликемический эффект симпатомиметика,

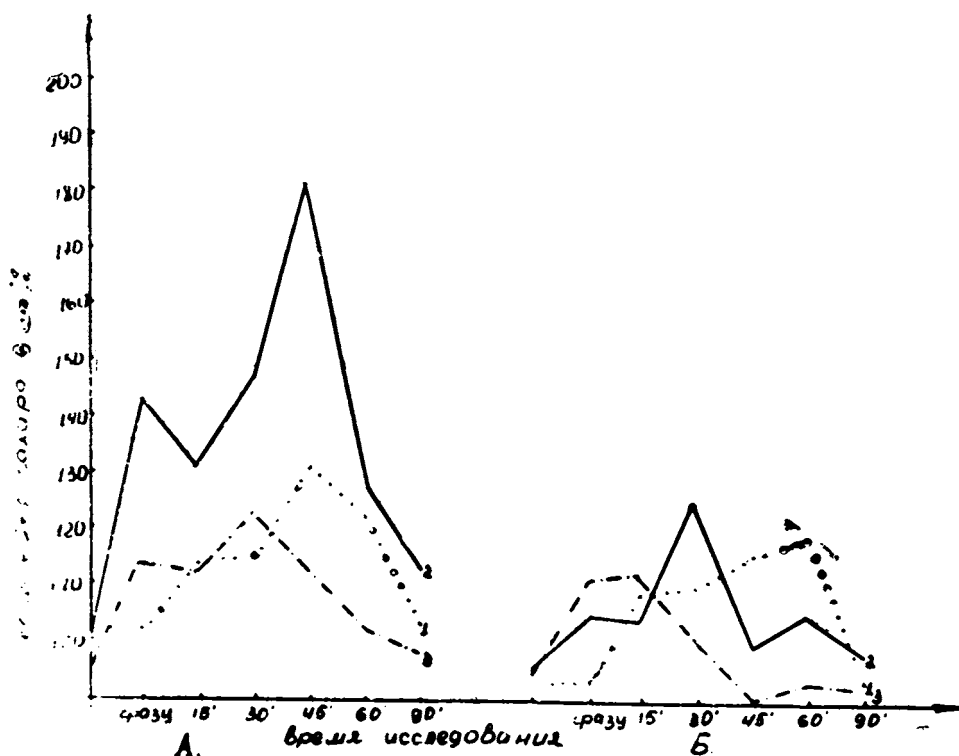


Рис. 2. Влияние вибрации на содержание сахара крови при блокаде α -адренорецепторов.

А—изменение количества общих редуцирующих веществ; Б—изменение количества истинного сахара: 1—при изолированном действии аминазина, 2—при воздействии вибрации, 3—при воздействии вибрации на фоне инъекции аминазина.

по всей вероятности, связан со стимуляцией периферических звеньев симпато-адреналовой системы, а также активацией адренергических структур гипоталамуса и ретикулярной формации, которые имеют непосредственную связь с регуляцией углеводного обмена. Физиологический механизм влияния гипоталамической области мозга на углеводный обмен осуществляется симпатической нервной системой непосредственно, а также при посредстве надпочечников через гипофиз [13]. Эффект мезатона, следовательно, связан со стимуляцией секреции адреналина. Об активации этих структур при действии данного препарата свидетельствуют и литературные данные, которые указывают на его прессорный эффект, что является следствием мощного сосудосуживающего действия, усиливающегося положительным инотропным воздействием его на сердце [14]. Тахикардический эффект мезатона, наблюдаемый в наших опытах, по всей вероятности, связан с синокаротидным рефлексом, повышением кровяного давления, возбуждением центра вагуса, угнетением вазомоторного центра.

Получаемый в наших экспериментах гипергликемический эффект вибрационного воздействия можно объяснить активацией симпато-адреналовой системы. Об этом свидетельствуют и литературные данные [7, 15]. Так, работы Артамоновой [15] показали, что в компенсаторно-приспособительных реакциях организма, направленных на поддержа-

Таблица 2

Влияние вибрации на содержание сахара крови при инъекции аминазина

| Серии | Фон | После воздействия | | | | | |
|------------------------|--------------|-------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | сразу | через 15' | 30' | 45' | 60' | 90' |
| аминазин | 102,41±17,41 | | 112,82±17,61 | 113,84±13,42 | 130,27±18,63 | 118,81±23,44 | 102,52±18,32 |
| | 91,64±16,69 | | 109,83±25,40 | 110,43±18,00 | 116,14±19,99 | 118,82±23,75 | 91,65±16,67 |
| вибрация | 100,82±10,51 | 142,24±22,82 | 129,31±14,39 | 144,41±13,67 | 179,81±20,31 | 124,08±16,81 | 110,71±17,59 |
| | 94,91±6,44 | 105,21±13,64 | 102,93±13,81 | 123,64±9,64 | 100,41±14,61 | 106,80±12,64 | 98,23±12,54 |
| вибрация + аминазин | 96,15±13,64 | 112,44±12,81 | 110,64±12,44 | 119,13±13,85 | 108,44±16,61 | 98,33±14,35 | 96,17±13,67 |
| | 93,16±11,23 | 110,09±11,43 | 110,62±14,65 | 98,42±16,45 | 88,34±17,85 | 93,18±14,64 | 93,29±11,33 |

ние гомеостаза, большое значение имеет симпато-адреналовая система. По данным [16, 18], вибрация оставляет патологическое влияние также и на систему гипоталамус-гипофиз-кора надпочечников, в регуляции функции которой большая роль принадлежит биогенным аминам [16]. Эти данные подтверждаются результатами, полученными Думкиным [17], которые показывают, что под влиянием общей вибрации наступают сдвиги в гормональной сфере, являющейся главенствующими механизмами в нарушении обмена веществ. Исследования Макаренко [18] показали, что у вибрационных больных возрастает количество адреналина и норадреналина. Вибрация как мощный динамический фактор с данными параметрами способствует выбросу адреналина. О физиологическом и биохимическом механизме действия гормонов единства взглядов нет. Однако, нет сомнения, что гипергликемический эффект адреналина основан на усилении гликогенолиза в печени, благодаря активации фосфоорилазы [13].

В наших исследованиях вибрационный фактор на фоне мезатона вызывает сильно выраженную гипергликемию по сравнению с изолированным его действием. Механизм этого явления очевидно связан с суммацией двух стимулирующих факторов. Их воздействие на сахар крови осуществляется непосредственно активацией надпочечников через стимуляцию симпатической нервной системы и гуморальным путем через систему гипоталамус—гипофиз—надпочечники.

Введение аминазина вызывает гипергликемию за счет гуморальной фазы. Активацию углеводного обмена при действии адреноблокатора, по всей вероятности, можно объяснить центральным механизмом его действия. Аминазин блокирует адренорецепторы неспецифических структур головного мозга—ретикулярной формации и гипоталамуса, которые участвуют в регуляции инсулярного аппарата, и тем самым вызывает увеличение содержания сахара крови. Ряд авторов считает, что адренергический эффект аминазина связан с его дозировкой. В малых дозах выявляется адренергический эффект его действия, а в больших дозах—холинолитический.

Из полученных данных следует, что на фоне аминазина резко падает эффект вибрации. Учитывая то, что в функциональных изменениях, вызываемых действием вибрации, высших отделов головного мозга существенную роль играют холинергические и адренергические структуры ретикулярной формации среднего и промежуточного мозга, можно сказать, что распространение вибрации было частично блокировано аминазином в этих структурах.

Таким образом, на основе полученных данных можно предположить, что с избирательным изменением функционального состояния катехоламинергических нейронов можно изменить и регулировать чувствительность организма при вибрационной патологии.

Выводы

1. Симпатомиметический препарат—мезатон при внутривенном введении у нормальных кроликов вызывает гипергликемию, которая имеет фазный характер. Повышение сахара идет за счет увеличения содержания истинного сахара.
2. Адреноблокатор—аминазин (в примененной дозе) приводит к гипергликемии за счет повышения количества истинного сахара.
3. Вибрационный фактор вызывает сильно выраженную гипергли-

кемию, которая обусловлена как нарастанием количества истинного сахара, так и промежуточных веществ.

4. Стимуляция и блокада адренорецепторов изменяет виброчувствительность животных: а) мезатон усиливает гипергликемический эффект вибрации; б) аминазин понижает гипергликемический эффект данного физического фактора.

Кафедра физиологии человека и животных

Поступила 3.05.1981

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреева-Галанина Е. Ц. Некоторые данные о реакции организма на вибрацию малых частот.—Врачебное дело, 1955, № 10, с. 73.
2. Борщевский И. Я., Емельянов М. Д., Корешков А. А. Общая вибрация и ее влияние на организм человека. М.: 1963.
3. Будковская З. М. Влияние на кровообращение сочетанного воздействия локальной вибрации и значительных статистич. усилий мышц верхних конечностей.—Сб. научных трудов ЛГСМИ, 1978, с. 68.
4. Усенко В. Р. Влияние общей вертикальной вибрации на вестибулярный аппарат.—Тр. ЛГСМИ, 1961, № 11, т. 1, с. 22.
5. Арипова Ж. А., Кайшибаев С. К. К вопросу о состоянии углеводного обмена при вибрационной болезни у горнорабочих.—Актуальные вопросы невропатологии, 1971, с. 130.
6. Клишова Э. Н., Мерабешвили Э. Н. Гистохимические изменения в скелетно-мышечной ткани при экспериментальном воздействии вибрации.—Сб. научных трудов ЛГСМИ, 1978, с. 38.
7. Бондарев Г. И., Михельсон Д. А. Влияние вибрации на некоторые стороны обмена веществ в организме человека и животных.—Гигиена и санитария, 1969, № 8, с. 64.
8. Пушкина Н. Н. О некоторых биохимических показателях крови у лиц, подвергающихся воздействию вибрации.—Гигиена труда и проф. заболеваний, 1961, № 2, с. 29.
9. Сеницын С. Н. и др. О некоторых сдвигах в углеводном обмене при воздействии общей вибрации.—Гигиена и санитария, 1969, № 5, с. 44.
10. Бондарев Г. И., Аронова Е. Н., Михельсон Д. А. К вопросу о влиянии общей вертикальной вибрации и шума на ряд показателей белкового, жирового, углеводного обмена у теплокровных животных.—Гигиена труда и проф. заболеваний, 1968, № 10.
11. Якубович Т. Г. Изменения гликогена печени животных при воздействии общей вертикальной вибрации.—Архив анатомии, гистологии и эмбриологии, 1968, т. 53, вып. 12, с. 55.
12. Сырнева Ю. Н. Фармакологические исследования мезатона.—Фармакология и токсикология, 1951, т. 14, № 1, с. 39.
13. Лейбсон Л. Г. Сахар крови. М.-Л.: 1962.
14. Машковский М. Д. Лекарственные средства, М.: 1972.
15. Шум, вибрация и борьба с ними на производстве.—Тезисы республиканской конференции, 21—22 ноября. Л., 1979, т. 19, с. 45.
16. Артамонова В. Г. и др. Состояние обмена биогенных аминов при вибрационно-шумовой патологии.—Цит. по Сб. научных трудов ЛГСМИ, 1978, с. 50.
17. Думкин В. Н. К вопросу о функциональном состоянии гипоталамус—гипофиз—надпочечники при вибрационной патологии.—Гигиена труда и проф. заболеваний, 1966, № 6, с. 14.
18. Макаренко Н. А. Состояние симпатoadреналовой системы у больных вибрационной болезнью.—Врачебное дело, 1968, № 1, с. 94.

Ս. Մ. ՄԻՆԱՍՅԱՆ, Ս. Գ. ՍԱՀԱԿՅԱՆ, Գ. Ա. ԴԱՐՔԻՆՅԱՆ

**ՎԻԲՐԱՅԻԱՅԻ ԱԶԻԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ՆՈՐՄԱԼ ՃԱԳԱՐՆԵՐԻ ԱՐՑԱՆ ՇԱՔԱՐԻ
ՔԱՆԱԿՈՒԹՅԱՆ ՎՐԱ α —ԱԳՐԵՆՈՒԵՑԵՊՏՈՐՆԵՐԻ ԽՓԱՆՄԱՆ ԵՎ
ԲԼՈԿԱԴԱՅԻ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ**

Ա մ փ ո փ ու մ

Ուսումնասիրվել է վիբրացիայի (50 հց, 0,4 մմ ամպլիտուդա, 30 րոպե տևողությամբ) ազդեցությունը նորմալ ճագարների արյան շաքարի քանակության վրա α —ադրենոեցեպտորների խթանման և բլոկադայի պայմաններում: Միմպատոմիմետիկ մեզատոնի և ադրենաբլոկատոր ամինազինի ներերակային ներարկման պայմաններում նկատվել է արյան շաքարի քանակության բարձրացում: Վերջիններիս ներարկումը փոխում է նաև կենդանիների վիբրոզգայունությունը: Մեզատոնի ներարկումը մեծացնում է վիբրացիայի հիպերգլիկեմիկ էֆեկտը, իսկ ամինազինինը՝ թուլացնում: