

С. М. МИНАСЯН, С. А. АКОПЯН

РОЛЬ ГИПОТАЛАМУСА И ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ СИМПАТИЧЕСКОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ В РЕАКЦИЯХ ОРГАНИЗМА НА ВИБРАЦИЮ

(Электрофизиологическое исследование)

Известно, что при вибрации поток восходящей афферентации меняет функциональное состояние ЦНС, и в патологии вибрационной болезни поражение нервной системы является ведущим звеном. Об этом свидетельствуют функциональные изменения нервно-мышечного и двигательного аппарата [6, 9], вегетативной нервной системы [3], а также условно-рефлекторной деятельности [5].

В предыдущей работе [1] нами были изложены особенности изменения биоэлектрической активности различных структур головного мозга в условиях воздействия общей вибрации. Полученные экспериментальные данные показали, что кратковременная вибрация (до 10 мин, с частотой 50 гц) вызывает повышение возбудимости в головном мозгу, что проявляется в ЭЭГ в виде реакции десинхронизации и дальнейшей концентрации возбуждения в определенных зонах коры (сенсомоторная, височная, затылочная). О преобладании возбуждательных процессов свидетельствует также понижение порога судорожной активности, смещение усвоения ритма на мелькание света в сторону высоких частот. Сравнительно длительная и частая вибрация (больше 20 мин, свыше 80 гц) в ЭЭГ вызывает реакцию синхронизации, с преобладанием высокоамплитудных, низкочастотных волн.

В механизме отмеченной реакции важная роль, несомненно, принадлежит подкорковым центрам, в том числе и гипоталамическим структурам, ответственным за поддержание гомеостаза организма.

Выяснению этого вопроса и посвящена данная работа.

Методика. Экспериментальные исследования проводились на кроликах в условиях хронического опыта. Стереотаксическим аппаратом в определенные зоны коры (сенсомоторная, лобная, височная, затылочная) и гипоталамуса (заднее гипоталамическое ядро-Нрр, переднее гипоталамическое ядро-Нра) головного мозга вводились хронические биополярные электроды по карте Фифковой и Маршала [4], локализация которых после окончания экспериментов определялась гистологически.

Запись электрической активности мозга проводилась на 8-канальном энцефалографе фирмы «Альвар» с одновременной регистрацией ЭКГ и дыхания.

Подкорковые электроды использовались и для электрического раздражения, которое проводилось прямоугольными импульсами длительностью 0,5 мсек, с частотой 150 гц, в течение 10 сек.

Роль симпатической нервной системы в реализации функций гипоталамуса при вибрации изучалась путем двусторонней экстирпации верхних шейных симпатических узлов.

Подопытные животные подвергались общей вертикальной вибрации на вибростенде ST-300 с частотой 80 гц, продолжительностью 10 мин.

Результаты опытов. У кроликов, находящихся в состоянии покоя, регистрировался довольно постоянный фон электрической активности с преобладанием дельта- и тета-волн (рис. 1).

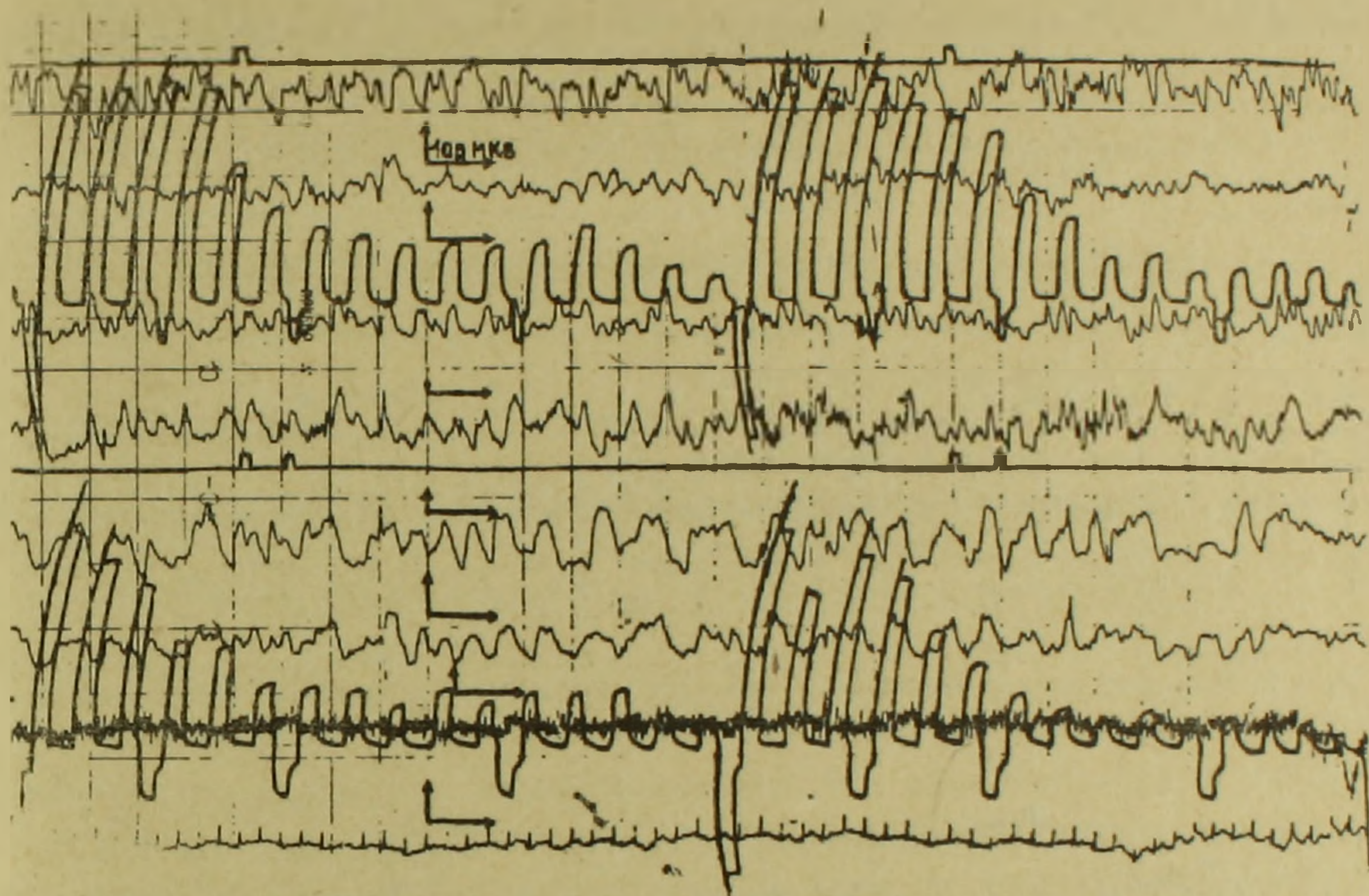


Рис. 1. Фоновая биоэлектрическая активность головного мозга нормального кролика. Сверху вниз: Hpa, Hpp, затылочная, сенсомоторная, височная, лобная области коры, миограмма, ЭКГ.

Высокочастотное раздражение заднего гипоталамуса вызывало генерализованную реакцию в виде появления ритма напряжения в Hpa, в затылочной, лобной областях и реакцию десинхронизации в сенсомоторной зоне коры (рис. 2).

Статистическая обработка показаний частотных компонентов ЭЭГ выявила достоверное увеличение в диапазоне тета-волн ($P < 0,01$) и уменьшение — в диапазоне дельта- и альфа-ритма ($P < 0,01$). Наименьшее падение напряжения отмечалось в полосе бета-ритма ($P < 0,05$). Порог раздражения Hpp варьировал в пределах 2,0—4,0 в. При высокочастотном раздражении Hpa регистрировалось два типа реакций: вспышки нерегулярных высокоамплитудных волн, наблюдающиеся в некоторых опытах, и в большинстве случаев — реакция активации в виде синхронизации тета-ритма (рис. 3). Возбудимость Hpa оказалась ниже при сравнении с задним гипоталамусом. Порог электрического раздражения варьировал в среднем в пределах 4,0—5,0 в, что свидетельствует о более низкой возбудимости.

После воздействия вибрации в биоэлектрической активности нормальных кроликов регистрировалась реакция десинхронизации; в частотном спектре электрограмм исследуемых областей головного мозга на-

блюдалось снижение процентного соотношения дельта-волн и увеличение α - и β -ритма ($P < 0,01$), особенно в коре (рис. 4).

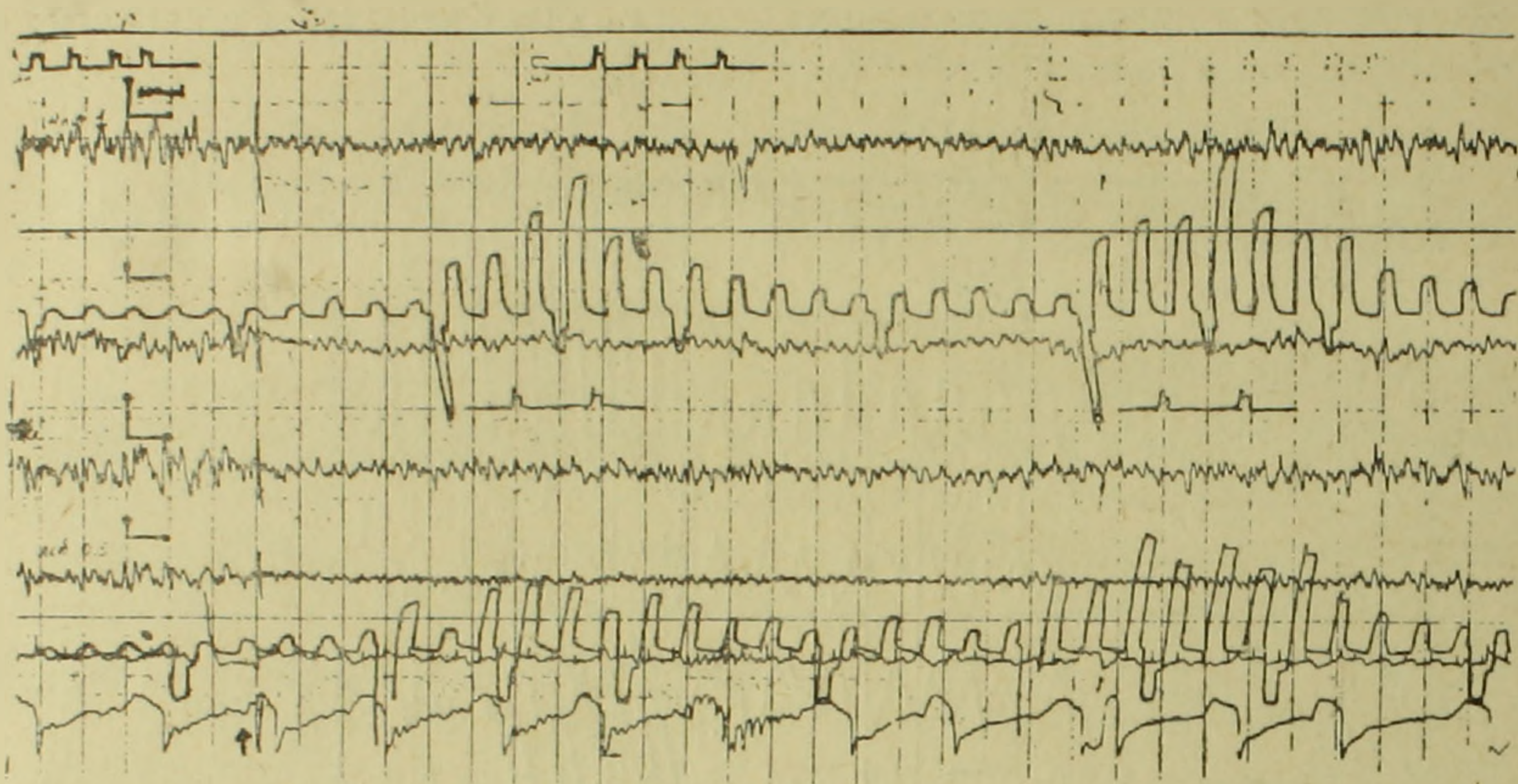


Рис. 2. Влияние раздражения Нрр на ЭЭГ нормального кролика. Сверху вниз: Нра, затылочная, лобная, сенсомоторная области коры, ЭКГ, дыхание.

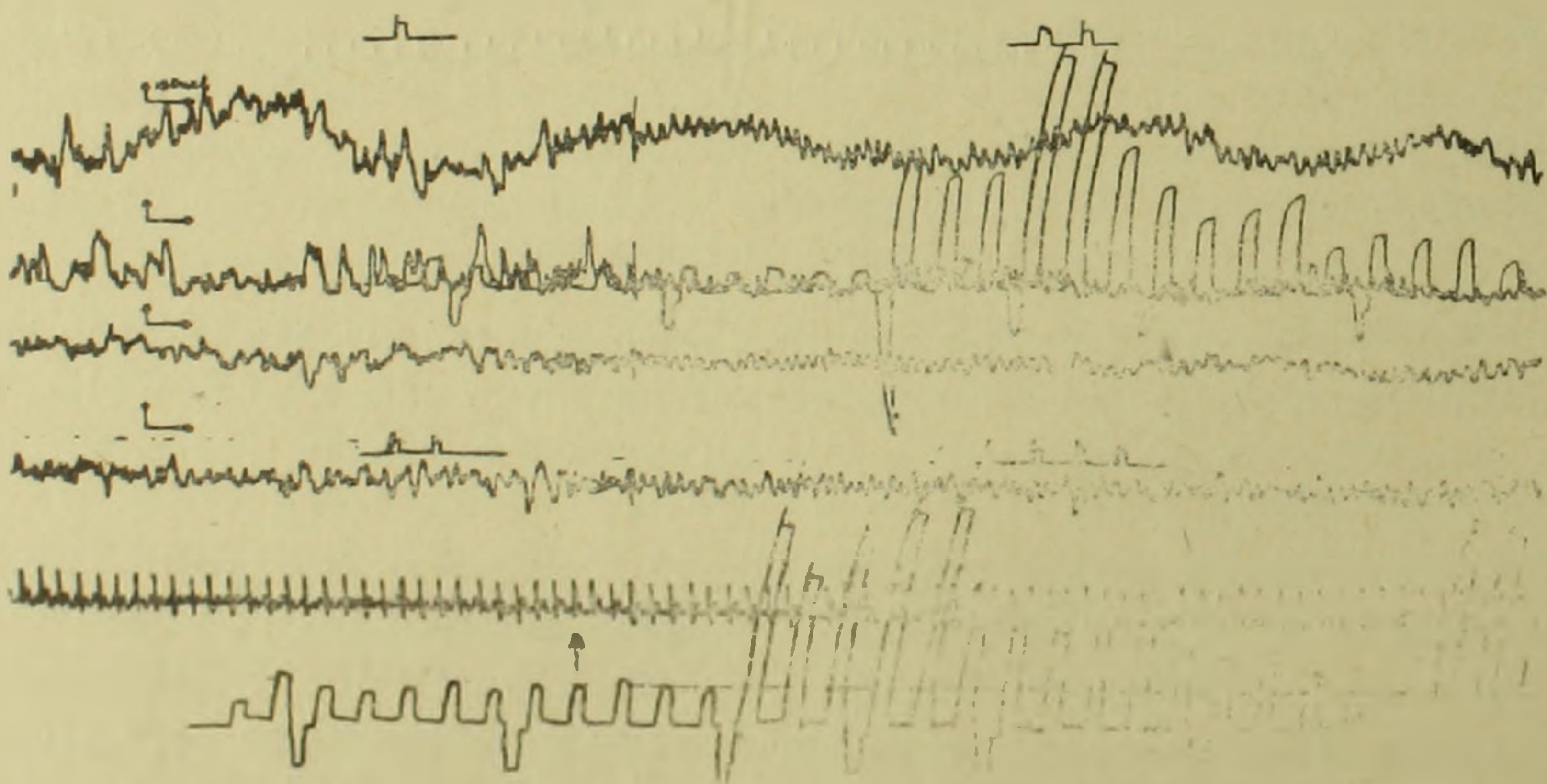


Рис. 3. Влияние раздражения Нра на ЭЭГ нормального кролика. Сверху вниз: Нрр, сенсомоторная, лобная и затылочная области коры, ЭКГ.

О повышении реактивности ЦНС под воздействием динамического фактора свидетельствует также снижение порогов раздражения гипоталамуса, вызывающих активацию в ЭЭГ; порог раздражения Нрр снижался на 0,5—1,5 в по сравнению с фоном, а Нра—на 0,5—1,0 в. На фоне поствибрационной десинхронизации раздражение гипоталамических структур в ЭКГ вызывало синхронизованную тета-активность.

О повышении возбудимости подбугорья в поствибрационный период свидетельствует также характер изменения вегетативных функций: в ЭКГ регистрируется положительная хронотропная реакция (учащение

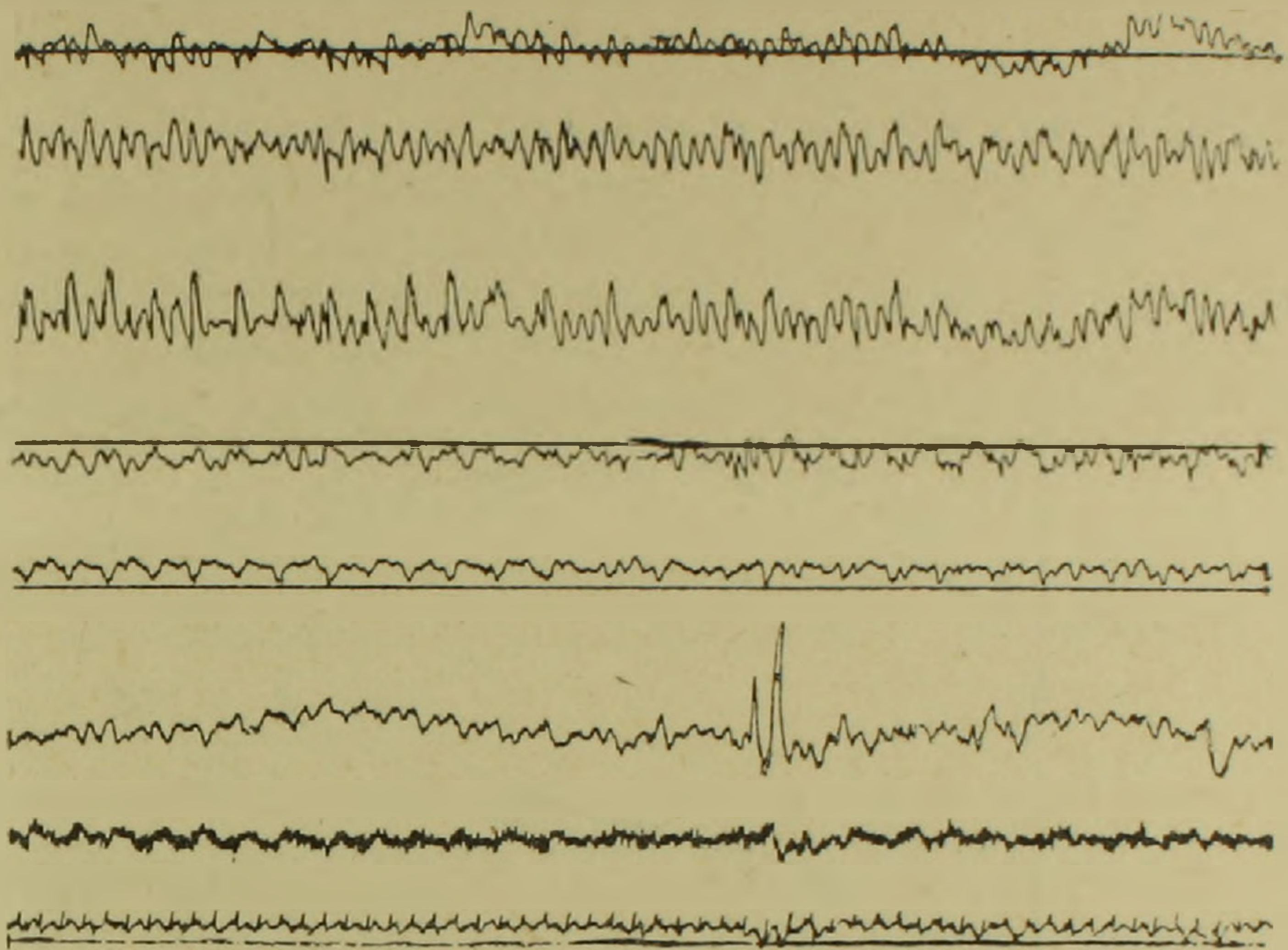


Рис. 4. Изменение ЭЭГ нормального кролика при вибрации. Обозначения см. на рис. 1.

сердечных сокращений на 50 ударов в мин). На фоне тахикардии раздражение заднего гипоталамического ядра вызывало сравнительно умеренный симпатический эффект на сердечный ритм, по сравнению с нормой (рис. 5). Кроме того, электрическое раздражение этого ядра ускоряет

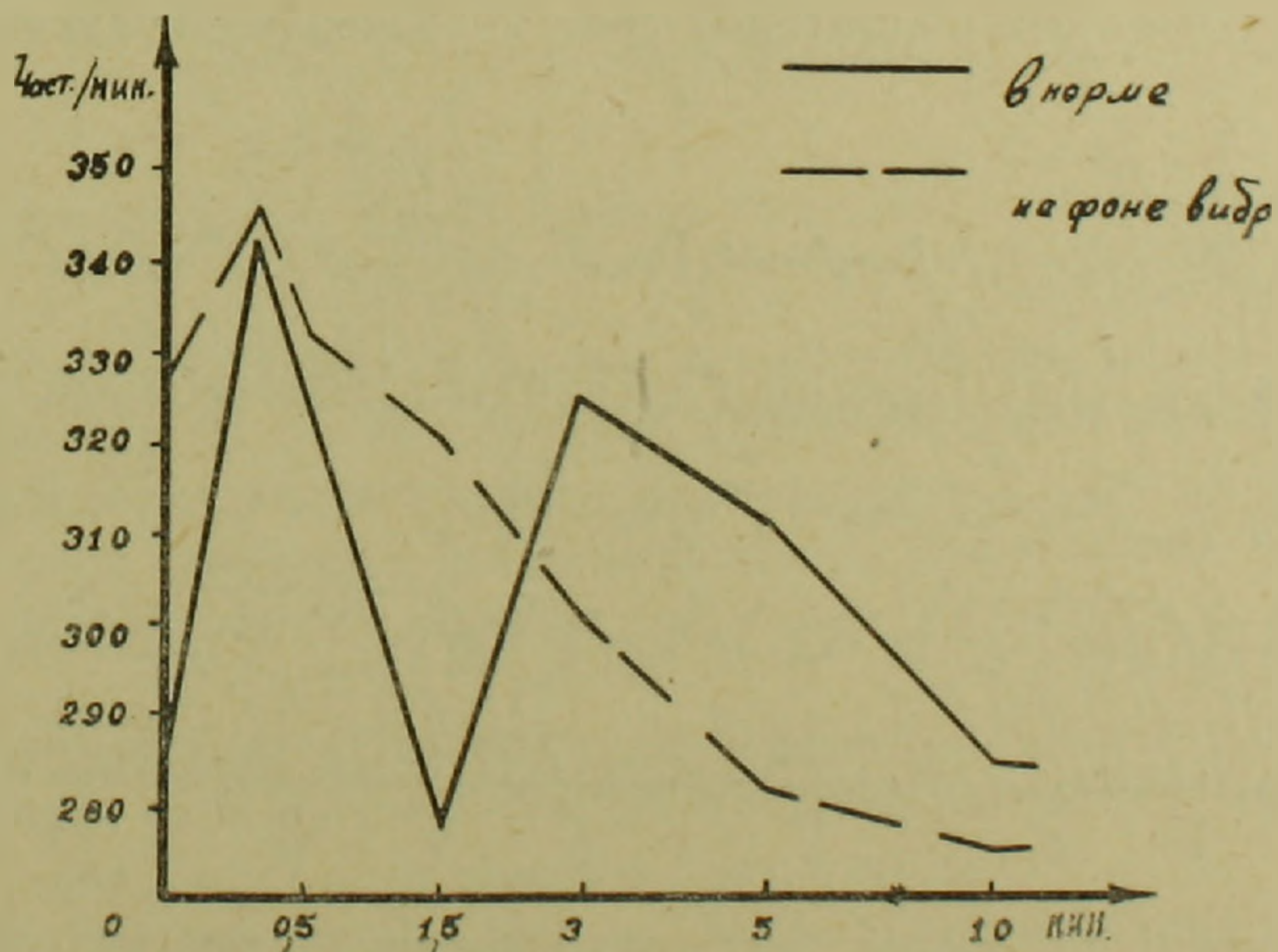


Рис. 5. Изменение сердечного ритма после раздражения Нрр.

восстановление исходного функционального уровня, т. е. укорачивает время поствибрационного эффекта. Эффект глазо-сердечного рефлекса после вибрации подавляется примерно в 2 раза, и рефлекс отдачи наступает значительно раньше, но слабее, по сравнению с фоном. На вибра-

ционном фоне электрическая стимуляция переднего гипоталамического ядра приводила к более выраженному парасимпатическому эффекту, чем фоновое раздражение (рис. 6).

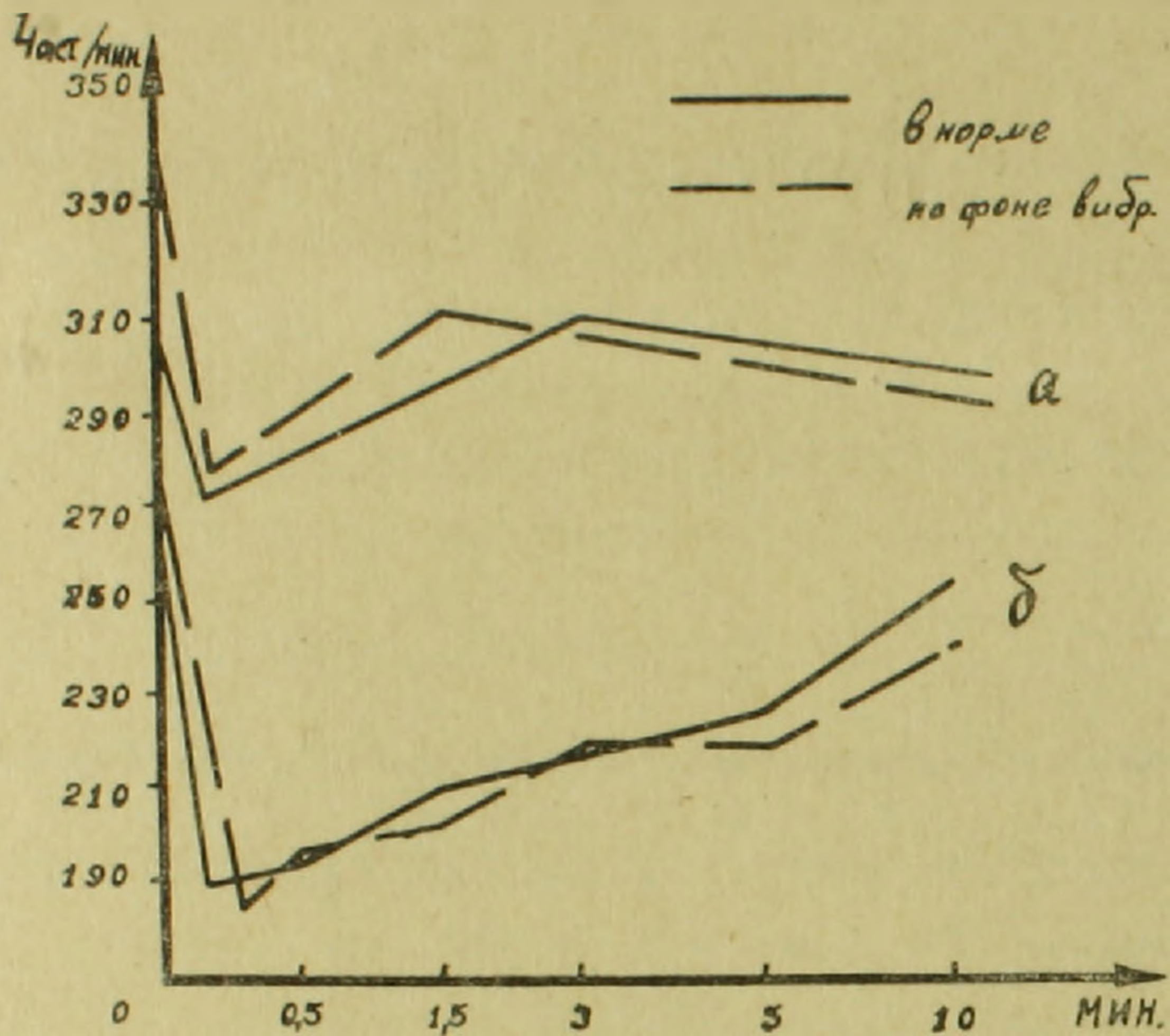


Рис. 6. Изменение сердечного ритма после раздражения Нра. а—у интактных кроликов. б—у симпатэктомизированных кроликов.

После двухстороннего удаления верхних шейных симпатических узлов в ЭЭГ у большинства кроликов преобладали сравнительно более медленные волны, чем у интактных (рис. 7). Уменьшение активности при

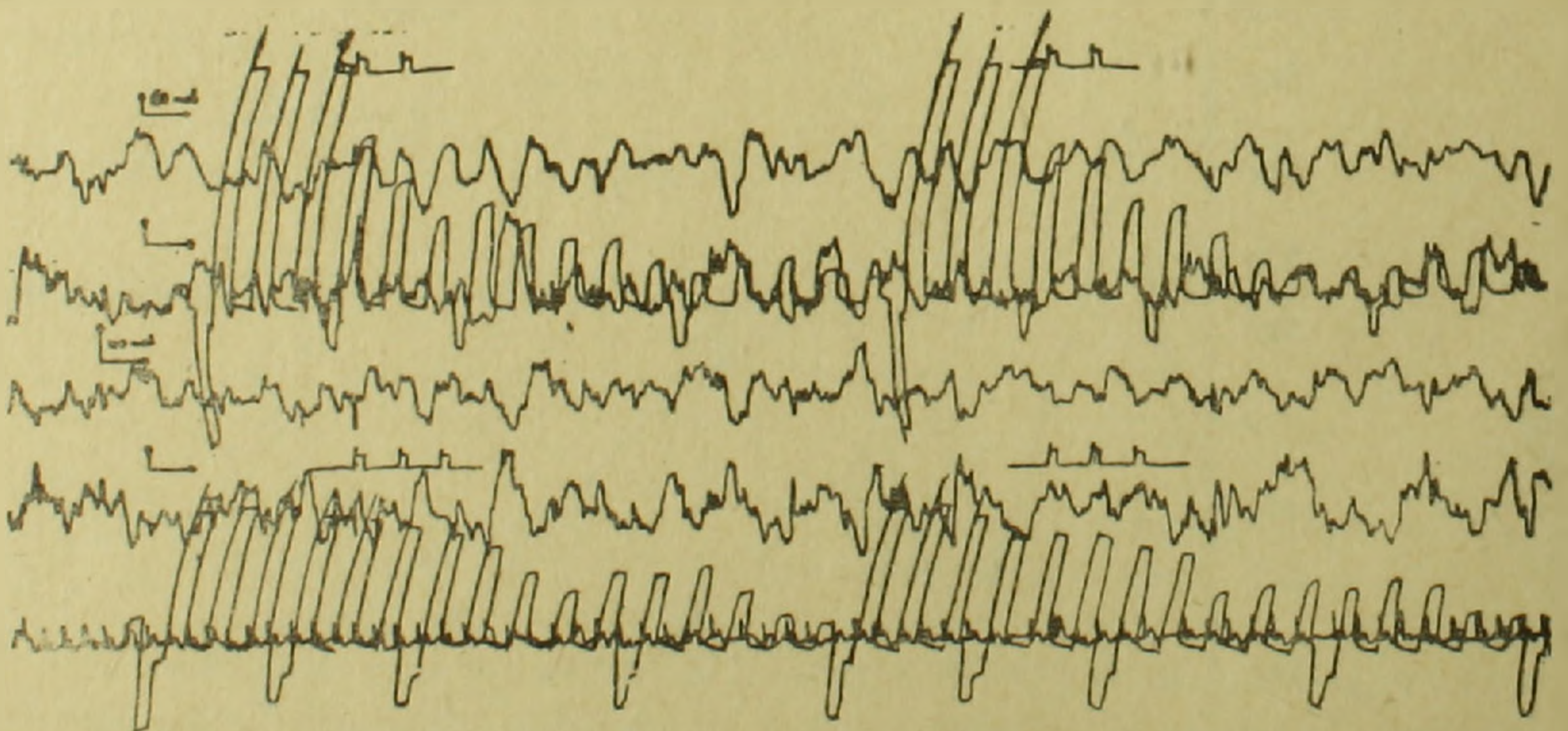


Рис. 7. Фоновая ЭЭГ кролика после симпатэктомии. Сверху вниз: Нра, Нпр, затылочная, лобная области коры, ЭКГ.

симпатэктомии, очевидно, связано с уменьшением афферентной импульсации, поступающей в головной мозг, так как по своей топике и связи с гипоталамусом, гипофизом и рецепторной зоной каротидного синуса верхний отдел шейного симпатикуса занимает особое место в передаче

импульсов в центральные и периферические отделы вегетативной нервной системы.

У 40% симпатэктомированных кроликов наблюдалось увеличение порога электрического раздражения гипоталамических структур, вызывающих реакцию активации в коре, проявляющееся в виде синхронизации тета-активности. Эти животные при раздражении гипоталамуса (особенно Нрр), проявляли склонность к судорогам. Судорожные пики на ЭЭГ сопровождались появлением аритмии и респираторных волн на ЭКГ. Вибрационный раздражитель у симпатэктомированных кроликов вызывал синхронизированную тета-активность в коре и подкорке (рис. 8). Об этом свидетельствуют также изменения частотных характеристик электрограмм. В отличие от интактных животных, вибрация у симпатэктомированных вызывала сравнительно умеренную тахикардию

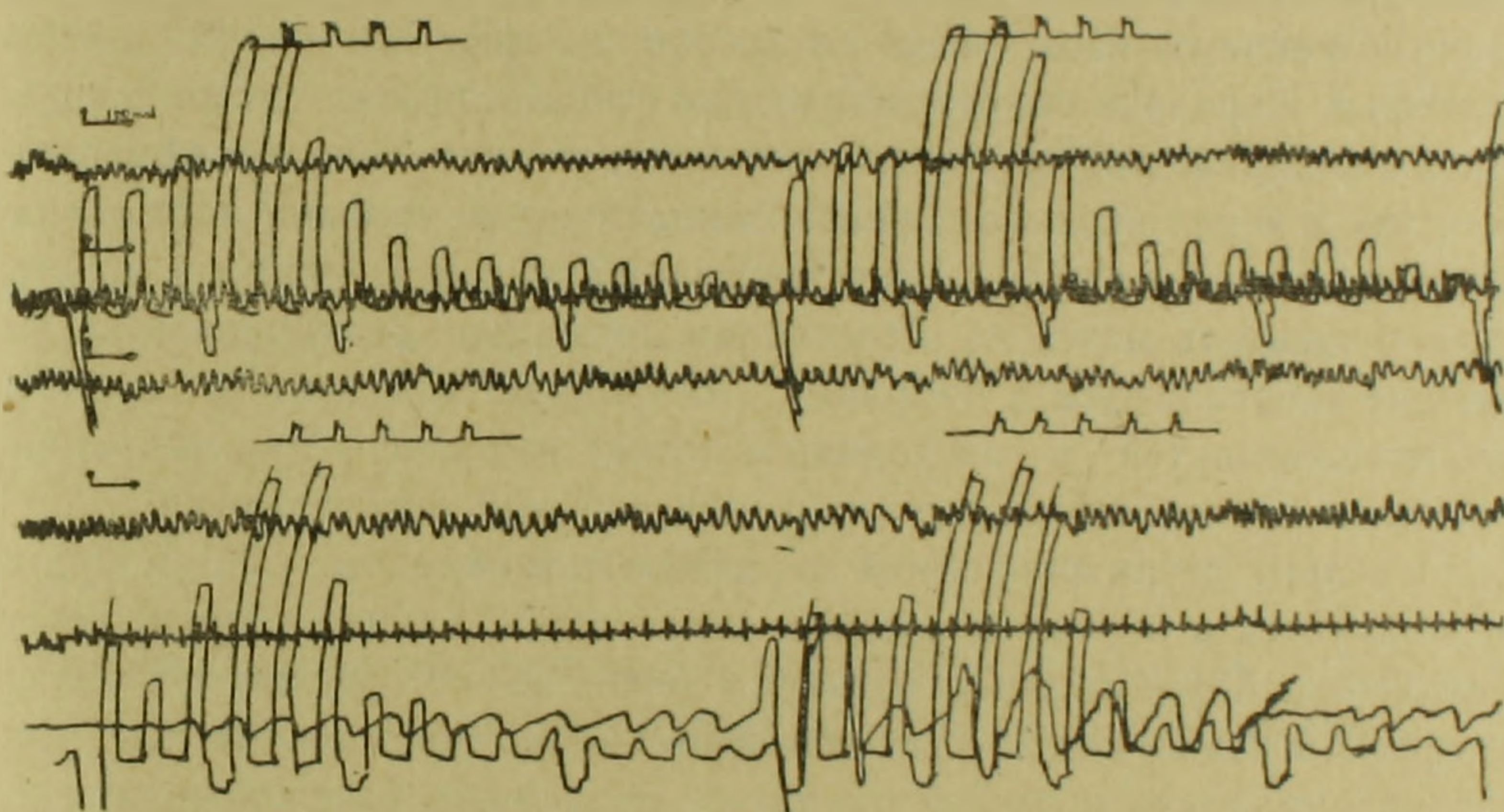


Рис. 8. Изменение ЭЭГ симпатэктомированного кролика после вибрации. Сверху вниз: Нра, Нрр, затылочная и лобная области коры, ЭКГ.

и незначительное снижение величины порога электрического раздражения подбугорья (Нрр—на 0,8—1,0 в, а Нра—на 0,5—1,0 в). При раздражении парасимпатических структур гипоталамуса у десимпатизированных кроликов отмечается четко выраженная брадикардия (уменьшение ритма сердца на 60—70 ударов в мин) по сравнению с интактными (рис. 6).

После вибрации ваготонический эффект стимуляции гипоталамуса на сердечный ритм проявляется сравнительно сильнее (уменьшение на 80—90 ударов в мин) по сравнению с интактными.

Из полученных данных следует, что во время вибрации в значительной степени повышается возбудимость подбугорья: в электрической активности Нра и Нрр наблюдался сдвиг частотного анализа в сторону преобладания низкоамплитудных, высокочастотных волн. О повышении возбудимости подбугорья свидетельствует также понижение порогов электрических раздражений. Наблюдаемая реакция активации в коре

после воздействия вибрации, очевидно, связана с прямым влиянием гипоталамуса на кору и вовлечением в реакцию среднего мозга, таламической области подкорки (по гипоталамо-таламическим путям), лимбической системы мозга, с которым гипоталамус находится в афферентной связи. В условиях воздействия вибрации о повышении возбудимости подбугорья свидетельствуют также изменения вегетативных функций. В пользу этого говорят и литературные сведения. По данным Боева [2], Соколинской [8], в условиях воздействия вибрации одновременное повышение содержания катехоламинов и ацетилхолина в крови расценивается как усиление тонуса обоих отделов вегетативной нервной системы.

Исследования Макаренко [7] свидетельствуют о преобладании функций симпатической нервной системы над парасимпатической. В ответ на действие вибрации организм реагирует усилением функции СНС при помощи гипоталамуса. Поэтому после симпатэктомии в значительной степени изменяется восходящее и особенно эфферентное воздействие подбугорья. Передача гипоталамических импульсов, а также влияние внешних раздражений может осуществляться как нейрогипофизарным путем, так и через верхние шейные симпатические ганглии. При двустороннем удалении указанных ганглиев вегетативные функции и электрическая активность мозга не в состоянии нормально реагировать на раздражение гипоталамуса и вибрации, что свидетельствует о значении симпатических путей в восходящем потоке импульсов при вибрации и реализации нисходящих стимулирующих влияний гипоталамуса.

Поскольку десинхронизация корковых потенциалов при вибрации контролируется в основном подкорковыми образованиями (подбугорьем и ретикулярной формацией), возникла необходимость проверить указанные эффекты также при применении аминазина. Через 30—45 мин после введения аминазина в ЭЭГ доминируют медленные, высокоамплитудные волны, напряжение дельта-волн достигает 200—300 мкВ; падает также активность переднего и особенно заднего отдела гипоталамуса; повышается порог электрического раздражения подбугорья. У некоторых кроликов электрическая стимуляция гипоталамуса даже сверхпороговой силой не вызывала активации биопотенциалов. На аминазиновом фоне вибрация в основном не вызывает заметных изменений в ЭЭГ. В некоторых случаях она приводит к появлению в ЭЭГ гиперсинхронизации, особенно в корковых областях. На аминазино-вибрационном фоне значительно повышается порог генерализованных реакций на высокочастотное раздражение заднего гипоталамуса (в среднем на 3 в), по сравнению с эффектом, полученным на фоне аминазина.

Таким образом, аминазин понижает возбудимость заднего гипоталамуса, и в условиях вибрации резко ослабевают как восходящие, так и нисходящие эффекты стимуляции гипоталамуса. Аминазин блокирует распространение «вибрационного» эффекта в области ретикулярной формации и подбугорья. Указанные функциональные сдвиги свидетельствуют о важной роли гипоталамуса и верхних шейных симпатических ганглиев в формировании поствибрационных эффектов.

Повышение электрической активности подкорковых образований, усиление некоторых вегетативных процессов (сердечная деятельность, дыхание, гипергликемическая реакция, поглощение кислорода тканями, увеличение глазо-сердечного рефлекса и т. д.) при непродолжительной (10 мин) вибрации мы рассматриваем как результат мобилизации резервных возможностей организма, повышения тонуса симпатических и парасимпатических регуляторных систем, некоторого оживления эндогенной функции жизненно важных желез (гипофиз, надпочечники и др.). Электрическая стимуляция различных структур гипоталамуса свидетельствует о важной роли этого образования ЦНС в осуществлении вибрационного эффекта. Следовательно, при различных патологических состояниях изменение функционального состояния подбугорья может отразиться на вибросочувствительности организма. Так, по нашим данным, в поствибрационный период регистрируется сравнительно высокая радиорезистентность животных, а при лучевых поражениях ослабевают чувствительность к вибрации, особенно в разгаре заболевания. Как следует из вышеизложенных данных, в этих реакциях немаловажная роль принадлежит гипоталамусу.

Ереванский государственный университет,
кафедра физиологии человека и животных

Поступило 5.VII 1971 г.

Ս. Մ. ՄԻՆԱՍՅԱՆ, Ս. Ա. ՀԱԿՈՔՅԱՆ

ՀԻՊՈՒԹԱԼԱՄՈՒՍԻ ԵՎ ՊԵՐԻՖԵՐԻԿ ՍԻՄՊԱԹԻԿ ՆՅԱՐԴԱՅԻՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ
ԴԵՐԸ ՎԻԲՐԱՑԻԱՅԻ ՀԱՆԴԵՊ ՕՐԳԱՆԻԶՄԻ ՌԵԱԿՑԻԱՅԻՆՈՒՄ

Ա մ փ ո փ ու մ

Հետազոտությունները կատարվել են ճագարների վրա: Գլխուղեղի կեղևի (շարժիչ, ծոծրակային, ճակատային) և ենթակեղևի (հետին և առջևի հիպոթալամիկ կորիզներ) տարբեր շրջանների կենսաէլեկտրական ակտիվությունը ուսումնասիրվել է 80 հց (ամպլիտուդա—1 մմ) հաճախականությամբ վիբրացիայի պայմաններում: Ստացված տվյալները վկայում են, որ կարճատև վիբրացիան (10 րոպե) առաջ է բերում գլխուղեղի կենսահոսանքների ակտիվացում: Մեզ-ի գրգռականության բարձրացման մասին են վկայում նաև էէԳ-ի ակտիվացում առաջ բերող հիպոթալամուսի գրգռման շեմքերի իջեցումը, ինչպես նաև վեգետատիվ ֆունկցիաների փոփոխությունը: Վզային սիմպաթիկ հանգույցների երկկողմանի հեռացման դեպքում զգալի շափով փոխվում է հիպոթալամուսի վերելակ և հատկապես վայրիջակ ազդեցությունը: Այս պայմաններում փոխվում է նաև օրդանիզմի պատասխան ռեակցիան վիբրացիայի հանդեպ, որը հատկապես դրսևորվում է վեգետատիվ ֆունկցիաների վրա: Ամինազինի ներարկումը բլոկադայի է ենթարկում «վիբրացիոն» էֆեկտի տարածումը ենթաբլրային շրջանում, որի հետևանքով թուլանում կամ բացակայում է վիբրացիայի ակտիվացնող ազդեցությունը էէԳ-ի վրա:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Акопян С. А., Баклаваджян Ж. Г., Минасян С. М.* Журнал экспериментальной и клинической медицины, XI, 3, 1971.
2. *Боево И. К.* Клиническая медицина, 9, 1963.
3. *Борщевский И. Я., Емельянов М. Д., Корешков А. А.* Общая вибрация и ее влияние на организм человека. М., 1963.
4. *Буреш Я., Петрань М., Захар И.* Электрофизиологические методы исследования. М., 1962.
5. *Бутковская З. М.* Мат-лы о влиянии вибрации на организм человека. М., 1957.
6. *Дрогичина Э. А., Рашевская А. М., Евгенова М. В., Зорина Л. А.* Пособие по периодическим медицинским осмотрам рабочих промышленных предприятий. М., 1961.
7. *Макаренко Н. А.* Гигиена и профессиональные заболевания, 6, 1968.
8. *Соколинская Р. А.* Физиология и патология диэнцефальной области головного мозга. 1963.
9. *Усенко В. Р.* Труды Ленинградского санитарно-гигиенического медицинского института. Л., 11, 1, 1961.