

и обладают выраженным выпрямляющими свойствами и то обстоятельство, что пиковые потенциалы ГМК коронарных артерий имеют кальциевую природу [7], вероятно, может указывать на то, что быстрое сокращение активируется теми же ионами Ca^{2+} , которые участвуют в генерации пиковых потенциалов и входят в мышечные клетки через быстрые потенциалзависимые кальциевые каналы.

Вторая же компонента (тоническая), вызываемая мягкой калиевой деполяризацией или деполяризацией постоянным электрическим током, также гиперполярируется, видимо, преимущественно внеклеточными ионами Ca^{2+} , поступающими через так называемые медленные потенциалзависимые кальциевые каналы плазматической мембраны.

В исходном состоянии кальциевые каналы мышечных клеток находятся в открытом состоянии и действуют в поддержании тонического напряжения мышечных клеток коронарных артерий. Поскольку электротоническая гиперполяризация ГМК сопровождается расслаблением полоски в результате активации (закрытия) этих каналов, то, понятому, одним из путей эффективного влияния исходный тонус коронарных артерий может идти путь целенаправленного влияния на ПП мышечных клеток.

И Т Е Р А Т У Р А

- Артеменко Д. Н., Шуба М. Ф. — Фізіол. ж., 1964, № 10, с. 403—407.
Baron G. D., Speden R. N., Bohr D. — Am. J. Physiol., 1972, v. 223, p. 878—881.
Borda L., Shuchleib R., Henry P. D. — Circulat. Res., 1977, v. 41, p. 778—786.
Murray P. A., Sparks H. V. — Ibid., 1978, v. 42, p. 35—42.
Mekata H., Niu H. — Jap. J. Physiol., 1969, v. 19, p. 599—608.
Peiper U., Schmidt E. — Pflug. Arch. ges. Physiol., 1972, Bd 337, S. 107—117.
Woods W. T., Katholl R. E., Urthaller F. et al. — Circulat. Res., 1979, v. 44, p. 182—188.

Поступила 19/XII 1979 г.

MECHANISM OF THE CONTRACTION ACTIVATION IN SMOOTH MUSCLE CELLS OF THE CORONARY ARTERIES

I. M. Tarantenko, N. G. Kochemasova

I. A. Bogomolets Institute of Physiology, Academy of Medical Sciences of the Ukrainianian SSR, Kiev

Experiments have been performed with smooth muscle cells (SMC) of the circular strips from the bovine left descending anterior heart artery with a diameter of 2—2.5 mm. It was made of the double sucrose gap method with simultaneous recording of electric and contractile activity of SMC. The cathode of polarizing current produced depolarization of SMC membrane (cathelectroton). After depolarization of the membrane reached the threshold, the action potential (AP) was generated, followed by SMC contraction. The anode of polarizing current caused hyperpolarization of the membrane (anelectroton) accompanied by relaxation of the strip. The degree of relaxation depended upon the initial muscle tone and the magnitude of anelectrotonic

hyperpolarization. The voltage-current characteristics of SMC show that the muscle cell membrane of the coronary arteries possesses pronounced rectifying properties. An increase in the external potassium concentration up to 160 mM results in depolarization of the SMC membrane preceded by AP. These changes are accompanied by initial phasic and subsequent tonic contraction. The phasic component of the contraction is suggested to be evoked by AP and tonic component by stable potassium depolarization.

УДК 612.213:612.172.2

К л ю ч е в ы е с л о в а : синусовый ритм; статистические параметры; физиологическая аритмия; тяжесть состояния.

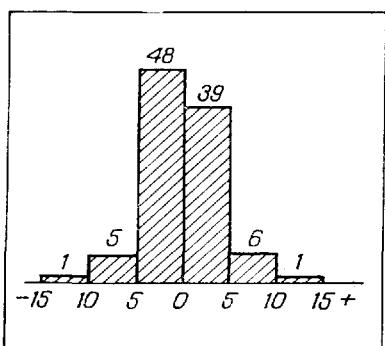
Б. М. Цукерман, А. М. Светухин,
А. Р. Абульханов, К. А. Сергеева, В. А. Крюков

ИССЛЕДОВАНИЕ ВАРИАТИВНОСТИ СИНУСОВОГО РИТМА СЕРДЦА ПРИ ГЛУБОКОМ ДЫХАНИИ

Лаборатория физиологии (зав. — проф. Л. Д. Шик) Института хирургии им. А. В. Вишневского АМН СССР, Москва

Представлена акад. АМН СССР М. И. Кузиным

Исследование характеристик синусового ритма сердца в последние годы привлекает все большее внимание как важный источник информации о состоянии человека. Эту информацию извлекают из длительной непрерывной записи ЭКГ (2—5 мин), получая различные статистические характеристики последовательности интервалов RR ЭКГ. Такой подход используют для исследования нейрогуморальной регуляции сердечного ритма [1], а также при решении задач прикладной физиологии. В частности, исследование характеристик синусового ритма широко применяют в авиационной и космической физиологии [2], в физиологии спорта [3], в физиологии труда и инженерной психологии [4]. Наконец, все большее значение анализ сердечного ритма приобретает в клинической физиологии. Оказалось, что наибольшее изменение синусового ритма (физиологическая аритмия) имеет место у здоровых людей; при возникновении же патологических состояний (гипертоническая болезнь, стенокардия, инфаркт миокарда, ожоговая травма и др.) выраженность физиологической аритмии уменьшается вплоть до установления абсолютно ритмичного пульса [5]. Эти особенности поведения синусового ритма дали возможность эффективно применять его анализ для контроля предоперационной подготовки и состояния больного во время оперативного вмешательства [6], для прогноза послеоперационных осложнений [7], индивидуального подбора лекарственных препаратов для лечения нарушений ритма сердца [8] и во многих других случаях.



Отношение величин среднего интервала \overline{RR} ЭКГ при глубоком (гл) и спокойном (сп) дыхании (в %).

+ увеличение, — уменьшение отношения $R_{\text{гл}} - R_{\text{сп}} / R_{\text{гл}} + R_{\text{сп}}$. Цифры обозначают число пациентов (в % от общего числа) с указанной на оси абсцисс величиной $R_{\text{гл}} - R_{\text{сп}} / R_{\text{гл}} + R_{\text{сп}}$.

При исследовании характеристик синусового ритма сердца содержащуюся в них информацию стремятся увеличить путем применения различных функциональных проб. Наибольшее распространение получили ортостатическая проба [9] и дозированная физическая нагрузка [10]. Помимо этого, применяют различные фармакологические пробы, например с введением атропина [11].

Одним из перспективных направлений исследования вариативности синусового ритма является разработка на этой основе методов объективной оценки тяжести состояния больных. Для увеличения информативности исследования и в этом случае, по-видимому, целесообразно проведение функциональных проб. Названные функциональные пробы, как правило, вызывают учащение пульса и уменьшение физиологической аритмии; однако в этом же направлении изменяется ритм сердца и под влиянием заболеваний. Поэтому у больных с приобретенными пороками сердца результаты функциональной пробы с физической нагрузкой оказались малоинформативными [12]. Это указывает на необходимость проведения такой функциональной пробы, которая приводила бы к обратному сдвигу, т. е. к увеличению дисперсии ритма. Установлено, что такое влияние оказывает дыхание с увеличенной глубиной вдоха [13]. Это дало основание предположить, что изменение вариативности синусового ритма сердца при глубоком дыхании может оказаться полезным индикатором функционального состояния исследуемых лиц. Проверка этого предположения явилась основной задачей настоящей работы.

Методика исследования. Исследовали 3 группы больных с гнойными раневыми процессами, находившихся на стационарном лечении в Институте хирургии им. А. В. Вишневского АМН СССР. Тяжелое состояние было у 54 больных, средней тяжести — у 49, удовлетворительное — у 68 больных. О степени тяжести состояния судили по сумме клинических признаков. У каждого больного на магнитный регистратор проводили за-

пись ЭКГ вначале при спокойном, а затем при глубоком дыхании. Продолжительность непрерывной регистрации ЭКГ 5 мин. Полученные записи обрабатывали на ЭВМ «Проминь-2» для получения простых статистических характеристик ритма сердца: среднего значения интервалов между смежными сокращениями сердца (RR) и среднеквадратичного отклонения (σ).

Для выполнения функциональной пробы больному предлагали перейти на следующий способ дыхания: предельно глубокий вдох, нормальный выдох, пауза. Паузу для предотвращения гиповентиляции делали по возможности длительной. Следили за тем, чтобы дыхание было плавным, борьбиков и задержки на вдохе. Когда больной привыкал к новому ритму, записывали ЭКГ. Эту функциональную пробу подавляющее большинство больных выполняли легко, не предъявляя жалоб на слабость и головокружение (симптомы гиповентиляции).

Результаты и их обсуждение. В результате перехода с обычного на глубокое дыхание частота дыхательных движений у большинства больных значительно уменьшалась. Это свидетельствует о том, что дыхательный объем при этом действительно нарастал.

Частота сокращений сердца при функциональной пробе с глубоким дыханием изменялась незначительно (см. рисунок). На рисунке видно, что подавляющего большинства пациентов (87 %) изменения частоты сокращений сердца не превышали $\pm 5\%$. В небольшом числе случаев изменения частоты сокращений при глубоком дыхании были более значительны, однако, как видно на рисунке, вероятность ее увеличения и уменьшения по сравнению с исходной частотой практически одинакова, что свидетельствует о случайном характере изменений.

Существенное влияние функциональная пробы с глубоким дыханием оказывала на изменение пульса, причем оказалось, что степень этого изменения зависела от состояния исследуемых: чемющей она была у больных в удовлетворительном состоянии, наименьшей — при тяжелом и крайнем тяжелом состояниях. Результаты исследования представлены в таблице. Из таблицы видно, что у большинства тяжелобольных (76 %) пробы с глубоким дыханием вызывает минимальную реакцию ритма сердца, а у 20 % происходит уменьшение σ . У больных же, находящихся в удовлетворительном состоянии, почти у половины значительно увеличивается σ , в 1,6 раза меньше оказывается число случаев, в которых ритм почти не изменяется, в 3 раза реже, чем у тяжелобольных, уменьшается σ .

Приведенные данные показывают, что при переходе на глубокое редкое дыхание изменение пульса в значительной мере связано с функциональным состоянием больных. Таким образом, предложенная функциональная пробы увеличивает информацию о состоянии исследуемых и, по-видимому, ее це-

Изменение σ при глубоком дыхании у больных с разной степенью тяжести

| Изменение | Состояние больных | | |
|--|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| | тяжелое | средней тяжести | удовлетворительное |
| изменение значительное (более чем в 1,5 раза) в изменений или небольшое увеличение (менее чем в 1,5 раза) уменьшение | 2 (4) 41 (76) 11 (20) | 18 (37) 25 (51) 6 (12) | 32 (47) 32 (47) 4 (6) |

Примечание. В скобках указан процент больных.

образно рекомендовать в тех случаях, в которых и оценки состояния опираются на количественные характеристики синусового ритма сердца.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Баевский Р. М. — В кн.: Теория и практика автоматизации электрокардиологических исследований. Пущино, 1976, с. 129—130.
2. Воскресенский А. Д., Вентцель М. Д. Статистический анализ сердечного ритма и показателей гемодинамики в физиологических исследованиях. М., 1974.
3. Сарсанья С. К. — В кн.: Проблемы спортивной кардиологии. М., 1967, с. 25—27.
4. Бродягин Н. А. — В кн.: Кибернетика в физиологических исследованиях. М., 1976, вып. 22, с. 80—83.
5. Гублер Е. В., Полонский Ю. З. — В кн.: Кибернетика в клинической медицине. Л., 1964, с. 69—74.
6. Кузин М. И. и др. — Клин. мед., 1975, № 12, с. 19—24.
7. Кутерман Э. М., Червяков М. Е. — В кн.: Теория и практика автоматизации электрокардиографических исследований. Пущино, 1976, с. 115—116.
8. Жемайтите Д. И. и др. — В кн.: Кардиология 1976. Каунас, 1976, с. 221—223.
9. Воскресенский А. Д., Юшкенас И. Б. — В кн.: Биофизика мембран. Каунас, 1969, ч. 2, с. 295—298.
10. Максимов Д. Г. — В кн.: Ритм сердца в норме и патологии. Вильнюс, 1970, с. 64—70.
11. Жемайтите Д. И. — Там же, с. 99—111.
12. Баевский Р. М. и др. — В кн.: Математические методы анализа сердечного ритма. М., 1968, с. 51—61.
13. Зациорский В. М. и др. — В кн.: Сердце и спорт. М., 1968, с. 367—374.

Поступила 10/IV 1980 г.

STUDY OF THE HEART SINUS RHYTHM VARIABILITY AT DEEP RESPIRATION

1. M. Tsukerman, A. M. Svetukhin, A. R. Abulkhanov, I. A. Sergeeva, V. A. Kryukov

2. V. Vishnevsky Institute of Surgery, Academy of Medical Sciences of the USSR, Moscow

A possibility was studied of applying the deep and infrequent respiration test with an object of increasing the informativeness of the statistical parameters of the ECG sequence interval as applicable to the quantitative evaluation of the functional state of man. Examination of patients with wound infection shown that the deep respiration test makes it possible to assess quantitatively the status of test subjects on the basis of two statistical parameters (the

mean value of RR interval of ECG and root-mean-square deviation).

УДК 612.143+612.171]-06:612.884

Ключевые слова: раздражение пульпы зуба; артериальное давление; межсистоличный интервал; барорефлекс.

А. А. Зайцев, А. В. Дмитриев, Ю. Д. Игнатов, В. А. Цырлин, Б. Г. Бершадский

РЕАКЦИИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У БОДРСТВУЮЩИХ КОШЕК ПРИ НОЦИПТИВНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ РАЗНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ

Кафедра фармакологии (зав. — проф. Ю. Д. Игнатов) и отдел экспериментальной физиологии и фармакологии Центральной научно-исследовательской лаборатории (зав. — доктор мед. наук В. А. Цырлин) I Ленинградского медицинского института им. акад. И. П. Павлова Представлена акад. АМН СССР В. Н. Чернинговским

Известно, что состояние эмоционального напряжения у животных как при естественной конфликтной ситуации, так и при раздражении «эмоциогенных» зон мозга сопровождается повышением артериального давления (АД) и тахикардии, в формировании которых немаловажная роль принадлежит процессам центральной модуляции барорецепторных рефлексов [6—8]. Прессорные реакции, сочетающиеся с ослаблением барорефлексов, отмечены и при стресс-воздействиях ноцицептивной природы [2, 11]. Однако эти данные получены у наркотизированных животных в острых экспериментах. Вместе с тем показано, что условия острого эксперимента [4] и наркотические средства [7, 9] существенно изменяют гомеостатические механизмы сердечно-сосудистой системы.

В связи с этим целью настоящей работы явилось изучение изменений АД и частоты сердечных сокращений (ЧСС), возникающих при ноцицептивном раздражении пульпы зуба кошек в хронических экспериментах, а также выяснение особенностей функционирования барорефлексов в условиях эмоционального стресса болевого генеза.

Методика исследования. Проведено 40 опытов на 16 бодрствующих кошках. Предварительно под нембуталовым наркозом животным вживляли хронические катетеры в аорту и яремную вену [5] и раздражающий электрод в пульпу верхнего клыка [3]. Регистрировали АД электроманометром и мгновенные значения межсистоличного интервала (МИ) кардиотахометром с записью показателей на осциллографе Н-115. Величину кардиохронотропного компонента барорефлекса оценивали при искусственном повышении АД мезатоном (25—35 мкг/кг, внутривенно) по вычисляемому коэффициенту линейной регрессии (КР) [12].