

Վ. Ե. ՇԼՅԱՆՈՎԻՐ, Ն. Ի. ՅԱԲԼՈՒՉԱՆՍԿԻ, Ս. Վ. ԵՐԵՄԵՆԿՈ, Վ. Ա. ԶԱԲԼՈՑԿԻ
ՍՐՏԻ ՊԱՏԻ ԱՄՐՈՒԹՅԱՆ ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱԿԱՆ ՄՈՂԵԼԸ ՍՐՏԱՄԿԱՆԻ ԻՆՖԱՐԿՏԻ
ԶՈՆԱՅՈՒՄ ՆՐԱ ԼԱՎԱՑՄԱՆ ՏԱՐԲԵՐ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ

Ա մ փ ո փ ո մ

Մաթեմատիկական մոդելի վրա, որը նկարագրում է սրտամկանի ինֆարկտի լավացումը կարգիմիոցիտների քայքայման և գրանուլացիոն հյուսվածքի առաջացման պրոցեսներով, ցույց է տրված վերջիններիս ազդեցությունը ինֆարկտի զոնայում նվազագույն ամրության տեղամասի մեծության և տեղակայման վրա:

V. Ye. Shlyakhover, N. I. Yabluchanski, S. V. Yeryomenko,
V. A. Zablotski

The Mathematical Model of the Cardiac Wall Cohesion in Myocardial Infarction Zone in Different Conditions of its Healing

Summary

On the mathematical model, describing the healing of myocardial infarction as a superposition of two processes—destruction of cardiomyocytes and development of the granulation tissue, the significant influence of the latter on the size and localization of the region with minimal cohesion in the infarction zone is shown.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Автандилов Г. Г., Яблучанский Н. И., Салбиев Б. К., Непомнящих Л. М. Количественная морфология и математическое моделирование инфаркта миокарда. Новосибирск. Наука, 1984. 323. 2. Яблучанский Н. И., Димашко Ю. И., Пилипенко В. А. и др. Кровообращение, 1984, 4, 19—21.

УДК 616.13—008.331.1—085

В. Ф. ЯКОВЛЕВ, В. А. САНДРИКОВ, В. И. САДОВНИКОВ

МЕТОДИКА ФОРМАЛИЗАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ ОЦЕНКЕ СОКРАЩЕНИЙ МИОКАРДА

Развитие миокардиографии для физиологического изучения функции сердца потребовало разработки обобщенных и частых признаков, пригодных для сравнения и систематизации результатов измерений. Использование в качестве учетных признаков результатов непосредственных измерений длин сегментов миокарда или экскурсий некорректно вследствие различий физиологических условий измерения и неконтролируемых изменений базы датчика при постановке его на миокард. В связи с этим необходимы стандартизация условий наблюдения и нивелирование неизбежных методических погрешностей при поста-

новке измерителей на миокард. В тех случаях, когда стандартизация невыполнима для сопоставления данных целесообразно приведение результатов первичных измерений к общим условным основаниям, сглаживающим различие физиологических и методических условий. Необходимость стандартизованного подхода особенно важна при исследовании функции сердца с использованием диаграмм типа «длина—давление», форма которых крайне чувствительна к изменениям показателей кардиогемодинамики [1]. В виду вариабельности геометрических образов диаграмм визуально они легко различимы, однако для сравнения диаграмм необходимо приведение их к одному основанию и описание формализованными числовыми признаками.

Предлагаемые приемы формализации заключаются в последовательном приведении зарегистрированных показателей длины сегмента миокарда (экскурсии) к единой условной базе датчика и стандартной длительности укорочения (удлинения). В качестве обобщенных характеристик диаграмм принимаем площадь диаграммы как эквивалент ударной работы участка миокарда, взятую относительно единицы длины и единицы ударного выброса, а также характеристики линейной

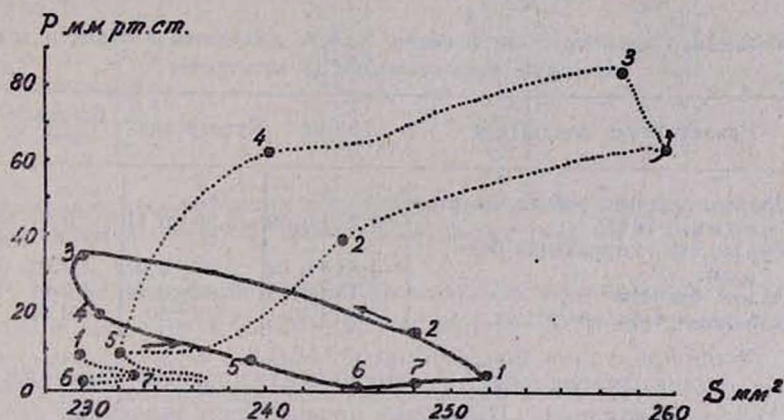


Рис. 1. Диаграммы S—P, характеризующие функцию экваториального участка правого желудочка собаки № 4 в норме и при пережатии легочной артерии. Условные обозначения: — норма, пережатие. Цифры на диаграммах: 1—конец диастолы; 2—открытие клапана легочной артерии; 3—максимальное внутрижелудочковое давление; 4—конец систолы; 5—открытие трикуспидального клапана; 6—минимальное внутрижелудочковое давление; 7—начало систолы предсердий.

регрессии зависимости изменений внутрижелудочкового давления от изменений длины миокарда (коэффициент корреляции, наклон графика и свободный член уравнения регрессии). Частные признаки—характеристики линейной регрессии между парой характерных точек диаграммы. Характерными точками избраны моменты времени, соответствующие окончанию фаз сердечного цикла и экстремальным значениям трансмурального давления (рис. 1).

Приведение длин сегментов или экскурсий к условной базе дат-

чика осуществляется по формуле: $L = \frac{1 \cdot 10 \text{ мм}}{l_0}$ (мм), где L —значение длины сегмента (экскурсии) миокарда, приведенное к условной базе датчика, l —абсолютное значение длины (экскурсии) сегмента миокарда (мм), l_0 —истинная база датчика в покое (мм), 10 мм—условная база датчика.

Приведение экскурсии к условной длительности удлинения (укорочения) осуществляется по формуле: $E_x = \frac{E \cdot 1c}{t}$ (мм), где E_x —условная экскурсия, t —абсолютная длительность экскурсии (с), E —приведенное к условной базе датчика значение экскурсии (мм), $1c$ —условная длительность экскурсии.

Площадь диаграммы (эквивалент ударной работы участка миокарда, рассчитывали по формуле [2]:

$$A = \frac{1}{2} [(L_1 - L_2)(P_1 + P_2) + (L_2 - L_3)(P_2 + P_3) + \dots + (L_n - L_1)(P_n + P_1)]; \text{ мм. рт. ст.} \times \text{мм};$$

Таблица 1

Обобщенные характеристики функции правого желудочка в норме и при перегрузке сопротивлением (8 испытаний)

Наименование показателя	Норма	Перегрузка	Достоверность, P
Удельная ударная работа, мм рт. ст. $\times$ мм ² $\times$ мл ⁻¹	$0,75 \pm 0,09$	$-2,62 \pm 0,11$	$<0,01$
Коэффициент корреляции безразм.	$-0,81 \pm 0,04$	$0,89 \pm 0,07$	$<0,01$
Наклон, безразм.	$-1,13 \pm 0,31$	$2,43 \pm 0,24$	$<0,01$
Свободный член, мм рт. ст.	286 ± 30	-548 ± 50	$<0,01$

где A —площадь диаграммы, P —внутрижелудочковое давление, L —длина участка миокарда. Цифровые индексы при значениях давления и длины обозначают порядковый номер точки, присваиваемый ей при оцифровании показателей в течение сердечного цикла.

Приведенную (удельную) работу участка миокарда вычисляем по формуле: $A_1 = \frac{A \times K}{\Delta L \times UB}$ (мм рт. ст. $\times$ мм $\times$ мл⁻¹), где A —площадь петли диаграммы (мм рт. ст. $\times$ мм), ΔL —экскурсия (мм), UB —величина ударного выброса (мл) $K=10$ мм—стандарт единицы длины (100 мм²—стандарт единицы площади миокарда).

Характеристики линейной регрессии—коэффициент корреляции r , наклон графика α и свободный член уравнения регрессии P рассчитывают по общепринятым формулам [3].

В качестве примера приводим результаты экспериментов на 8 собаках в условиях открытой грудной клетки, искусственной вентиляции легких и обезболиванием тиопенталом натрия внутривенно из расчета 35 мг/кг массы при исследовании функции правого желудочка в покое

и при перегрузке сопротивлением (стенозирование легочной артерии), приводящей к уменьшению ударного выброса на 60—70% (рис. 1, табл. 1, 2).

Таблица 2

Частные характеристики функции правого желудочка в норме и при перегрузке сопротивлением (8 испытаний)

Наименование показателя	Норма	Перегрузка	Достоверность, Р
r_{1-2}	$-0,96 \pm 0,01$	$0,97 \pm 0,01$	$<0,01$
r_{2-3}	$-0,94 \pm 0,01$	$0,91 \pm 0,02$	$<0,01$
r_{3-4}	$-0,40 \pm 0,10$	$0,94 \pm 0,02$	$<0,01$
r_{4-5}	$-0,90 \pm 0,01$	$0,93 \pm 0,02$	$<0,01$
r_{5-6}	$-0,90 \pm 0,01$	$0,12 \pm 0,05$	$<0,01$
r_{6-7}	$-0,92 \pm 0,02$	$0,90 \pm 0,01$	$<0,01$
r_{7-1}	$-0,95 \pm 0,01$	$-0,90 \pm 0,01$	$<0,01$
α_{1-2}	$-0,36 \pm 0,03$	$0,40 \pm 0,10$	$<0,01$
α_{2-3}	$-0,80 \pm 0,07$	$0,75 \pm 0,10$	$<0,01$
α_{3-4}	$-0,09 \pm 0,21$	$0,90 \pm 0,5$	$<0,01$
α_{4-5}	$-0,67 \pm 0,03$	$0,15 \pm 0,04$	$<0,01$
α_{5-6}	$-0,75 \pm 0,08$	$0,12 \pm 0,10$	$<0,01$
α_{6-7}	$1,50 \pm 0,30$	$1,00 \pm 0,19$	$>0,05$
α_{7-1}	$2,17 \pm 0,30$	$-1,0 \pm 0,01$	$<0,05$
P_{1-2}	253 ± 1	-262 ± 4	$<0,01$
P_{2-3}	260 ± 9	-233 ± 15	$<0,01$
P_{3-4}	232 ± 6	-181 ± 13	$<0,01$
P_{4-5}	244 ± 10	-230 ± 20	$<0,01$
P_{5-6}	245 ± 9	233 ± 40	$>0,05$
P_{6-7}	-245 ± 23	-228 ± 10	$>0,05$
P_{7-1}	-244 ± 18	237 ± 7	$<0,01$

Примечание: r —коэффициент корреляции, α —угол наклона, P —свободный член, цифровые индексы обозначают участок диаграммы между парой характерных точек.

В норме закономерность, описывающая зависимость внутрижелудочкового давления и детерминанты длины—площади участка эпикарда—характеризуется сильной отрицательной корреляционной связью, отрицательным наклоном, положительными значениями свободного члена и удельной ударной работы. Перегрузка сопротивлением привела к резкой смене закономерности функционирования правого желудочка. Так, коэффициент корреляции и наклон графика зависимости между изменением площади участка эпикарда и внутрижелудочковым давлением приобрели положительные значения, тогда как свободный член и удельная работа стали отрицательными. Аналогичная динамика отмечена и при сравнении частных показателей. Статистическое исследование с применением критерия Стьюдента позволяет отрицать случайный характер наблюдаемого феномена.

Таким образом, проведение формализованного описания исследуемых явлений позволяет выполнять общепринятые процедуры сравнения при анализе результатов экспериментов. Площадь диаграммы «длина—давление» и характеристики линейной регрессии могут быть приняты в качестве индикаторных и учетных признаков для описания функции сердца в условиях нормы и патологии.

Վ. Ֆ. ՅԱԿՈՎԼԵՎ, Վ. Ա. ՍԱՆԴՐԻԿՈՎ, Վ. Ի. ՍԱԴՈՎՆԻԿՈՎ
 ՄԻՋԱՄԿԱՆԻ ԿԵԿՄԱՆ ԳՆԱՀԱՏՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ ԶԱՓՈՒՄՆԵՐԻ
 ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐԻ ԶԵՎԱՎՈՐՄԱՆ ՄԵԹՈԴԻԿԱՆ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Հեղինակների կողմից ներփորձային ճնշման և սրտամկանի տեղամասի երկարության չափման առաջնային արդյունքների ձևավորման ցուցանիշները հնարավորություն են տալիս համեմատել սրտի ֆունկցիայի ցուցանիշները հսկողության տարբեր պայմաններում:

V. F. Yakovlev, V. A. Sandrikov, V. I. Sadovnikov

The Methods of Formalization of the Results of Measuring
 in Estimation of Myocardium Contractions

Summary

The methods of transformation of the initial results of the length measures of the myocardium and intraventricular pressure into formalized indices allow to compare the indices of the cardiac function in different conditions of the observation.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Константинов Б. А., Сандриков В. А., Яковлев В. Ф. Л., Наука, 1986, 139.
2. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. М., Наука, 1968, 720.
3. Лакин Г. Ф. Биометрия, М., Высшая школа, 1973, 343.

УДК 616.12—005.4—085.224:577.31

С. В. ГРИГОРЯН

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ИЗМЕНЕНИЙ СУТОЧНОЙ
 ХРОНОСТРУКТУРЫ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ
 У БОЛЬНЫХ СО СТАБИЛЬНОЙ СТЕНОКАРДИЕЙ

Изучение изменений суточной хроноструктуры сердечно-сосудистой системы имеет важное значение в оптимизации терапии больных со стабильной стенокардией [1, 6]. Задача настоящей работы заключается в изучении особенностей суточной хроноструктуры функционального состояния сердца у больных со стабильной стенокардией с целью разработки оптимальных основ хронотерапии антиангинальными препаратами.

Материал и методы. Под наблюдением находилось 112 больных со стабильной стенокардией и 26 здоровых лиц. Возраст в среднем составлял $51,4 \pm 0,5$ лет, продолжительность заболевания около 4 лет. В зависимости от тяжести стенокардии больные были подразделены