

DOKLADY

OF THE ACADEMY OF SCIENCES OF THE BSSR

Published monthly

The Journal has been published since 1957

MINSK, NAUKA I TEKHNIKA, 1987, Vol. XXXI, No. 10

Editorial Board: V. P. Platonov (Editor-in-Chief),
A. S. Makhnach (Associate Editor-in-Chief),
A. A. Akhrem, V. A. Belyi, B. B. Boiko, A. S. Dmitriev,
V. S. Soldatov, R. I. Soloukhin, L. V. Khotyleva, I. D. Yurkevich

Address of the Editorial Office:

220072. Minsk, Leninskii Pr., 66, room 403,
telephone 39-46-96

CONTENTS

MATHEMATICS

- Premet A. A. Absolute dividers of zero in the Lie algebras over a perfect field 869
Tavgen O. I. Grothendieck's problem in the class of solvable groups 873
Voronovich I. I. A local-global principle for algebras over the rational function fields 877
Zhivkova O., Zhivkov D., Zverovich I. E. Planar split sequences and planar decomposable graphs 881

PHYSICS

- Borovik F. N., Romanov G. S., Stanchic L. K. On the applicability of the average ion model for describing the thermodynamic properties of dense plasma 884
Samson A. M., Turovets S. I. Bifurcation hierarchy in a laser with periodically modulated losses 888
Volkov V. P., Sechko A. G., Skiba P. A. Some characteristics of laser-induced desorption of charged particles in the external electrostatic field 891

HEAT PHYSICS AND THERMAL ENGINEERING

- Blinkov G. N., Vitkin D. E., Soloukhin R. I., Fomin N. A. Diagnosing of the density fields in heat and mass transfer processes with axial symmetry 895
Dorniyak O. R., Zaltsgendler E. A., Khusid B. M. Transient oscillating elastoviscous flows 899

MATERIAL SCIENCE

- Sevastiyonov E. S., Kiryeev P. N. On the Portevin—Le Chatelier effect in Cu—Ti powder alloys 902

CHEMISTRY

- Ermolenko I. N., Shulman Z. P., Lazareva T. G., Korobko E. V. The electro-rheological effect of titanium dioxide suspension in polymer binders 906

Prokopchuk N. R., Barchenko S. V. A method for predicting chemical stability of polymer materials	909
GEOLOGY	
Rylova T. B. New palynological data and characterization of the lower part of the brown coal formation in the south—west of Byelorussia	912
Yakubovskaya T. V. Oligocene gliptostrobos flora from the buried karst cavity near the town of Beryoza in Byelorussia	916
Loginiva L. P., Vishnevskaya E. M. New <i>Cyclotella</i> Kütz. taxons from the Upper-Pleistocene and Holocene deposits in Byelorussia and the Trans-Baikal area	920
Shilin Yu. V., Zhuk M. S. The geothermal estimation of the filtration properties of the marl—chalk deposits	924
Panicheva A. M. Lead and zinc mineralization of the Mid-Upper-Visean deposits within the Lower-Carboniferous part of the Pripyat depression	927
GEOCHEMISTRY	
[Lukashev K. I.], Laput V. A. The use of geochemical data for local forecasting of oil and gas presence	931
GEOFYSICS	
Dobrolyubov A. I. The wave model of the mechanism of forming extension and contraction regions in the Earth's crust	934
GENETICS AND CYTOLOGY	
Trusova V. D., Vakhtin Yu. B. Thermal selection in the grafted rhabdomyosarcoma RA-2 cell population of rats	938
BIOCHEMISTRY	
Lobanok A. G., Mikhailova R. V., Sapunova L. I., Selivanova N. Yu., Shaposhnikov G. L., Vasilieva K. V., Gladkikh T. A. Polygalacturonases from <i>Aspergillus alliaceus</i> and <i>Penicillium digitatum</i>	941
PHYSIOLOGY	
Arinchin N. I., Feketa V. P. A possibility of investigating the cardial micro-pumping function by recording the muscular component of the first heart sound	945
Amvrosiev A. P., Ostapenko V. A., Filchenkov G. N. Hemosorption as a method for correcting disturbances of corticosteroid metabolism in aging and under developing pathology	948
Leontyuk L. A., Vylegzhanina T. A., Govor G. A., Kalyunova E. I. The effect of pulse magnetic fields on the mediator and energy metabolism and the ovary function in the organism	952

ФИЗИОЛОГИЯ

УДК 612.17.171.5

Член-корреспондент АН БССР Н. И. АРИНЧИН, В. П. ФЕКЕТА

**ВОЗМОЖНОСТЬ ИЗУЧЕНИЯ МИКРОНАСОСНОЙ ФУНКЦИИ
МИОКАРДА С ПОМОЩЬЮ РЕГИСТРАЦИИ
МЫШЕЧНОГО КОМПОНЕНТА
ПЕРВОГО СЕРДЕЧНОГО ТОНА**

Обнаружение внутриорганный микронасосного свойства скелетных мышц и миокарда вскрыло новые, ранее не известные механизмы кровоснабжения поперечно-полосатой мышечной ткани [4, 5]. Показано, что внутримиеокардиальная гемодинамическая насосная функция (ВГНФ) наряду с изменениями тонуса коронарных сосудов способствует оптимальному кровоснабжению миокарда. Однако до сих пор не существовало неинвазивных методов для изучения ВГНФ, пригодных для использования в клинике, физиологии спорта и других областях практической медицины. Решение этой задачи возможно на основе вибрационной гипотезы кровоснабжения скелетных мышц. Согласно этой гипотезе, механизм внутриорганный микронасосного свойства скелетных мышц и миокарда обусловлен вибрационными колебаниями мышечных волокон, совершающимися со звуковой частотой [1, 2]. В исследованиях, выполненных на изолированной скелетной мышце собаки, действительно была обнаружена тесная корреляционная связь между амплитудой фономиограммы и объемной скоростью кровотока во время изометрического мышечного сокращения, вызванного электрическим током [3, 7]. Мышечные звуки генерируются не только скелетной мышцей, но и миокардом, что позволяет использовать их для характеристики ВГНФ. Как известно, сокращение миокарда является одним из факторов, участвующих в образовании первого сердечного тона [6]. Однако ведущую роль в генезе звукового спектра первого тона отводят вибрациям сомкнутых атрио-вентрикулярных клапанов в фазе изометрического сокращения желудочков сердца [9, 10]. В настоящей работе осуществлена попытка разделения мышечного и клапанного компонентов первого сердечного тона с помощью акустического спектрального анализа.

Методы и объекты исследований. Обследовано 58 здоровых мужчин в возрасте от 21 до 37 лет. Сердечные звуки записывались в положении испытуемого лежа на спине с помощью контактного пьезоэлектрического микрофона НМ-692 («RFT», ГДР), расположенного на передней грудной стенке в области верхушки сердца. Спектральный анализ первого сердечного тона проводился с помощью селективного микровольтметра В6-6. Звуковой сигнал от микрофона подавался через усилитель фонокардиографического блока кардиомонитора ММ-21 («Medicor», ВНР) на вход селективного микровольтметра, минуя систему собственных фильтров кардиомонитора. Фильтр селективного вольтметра последовательно настраивался на частоты в диапазоне 20—200 Гц через каждые 5 Гц. С выхода прибора В6-6 отфильтрованный фоновый сигнал поступал на вход быстродействующего самописца ВР-11 («Medicor», ВНР), который регистрировал на теплочувствительной бумаге спектральные фонокардиограммы, соответствующие каждой частоте. Усиление фоно-

кардиографического блока оставалось постоянным для всех составляющих. Амплитуда первого тона на частоте 20 Гц условно принималась за единицу, а на всех остальных спектральных фонокардиограммах она определялась отношением величины максимальной осцилляции данной частотной составляющей к величине максимальной осцилляции на частоте 20 Гц. В расчет принималась усредненная величина из пяти последовательных сердечных циклов. По полученным величинам амплитуд составляющих графически строилась частотная спектрограмма первого сердечного тона. Для выяснения механизмов генерирования различных областей частотного спектра первого тона была использована синхронная запись спектральных фонокардиограмм со вторым отведением ЭКГ и эхограммой передней створки митрального клапана (ПСМК) с помощью эхокардиоскопа ЭКС-01. Регистрация кривых проводилась путем фотографирования с экрана ЭКС-01 фотокамерой «Зенит-Е».

Результаты и обсуждение. Усредненный частотный спектр первого сердечного тона, полученный при обследовании здоровых людей, изображен на рис. 1. Обращает на себя внимание неравномерное распределение звуковой энергии по ширине спектра. На спектральной кривой имеются два выраженных амплитудных максимума, ограниченные полосами 20—60 и 80—120 Гц. Из законов физики упругих колебаний известно, что амплитудные максимумы, ограниченные узким спектром в

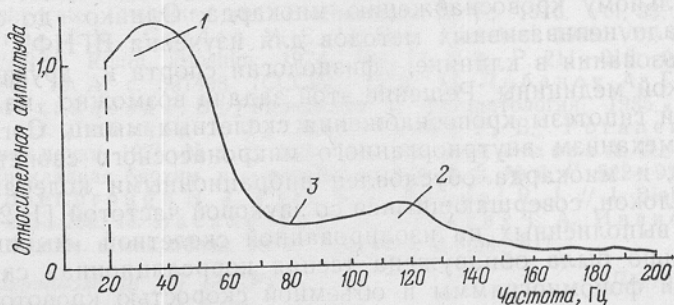


Рис. 1. Распределение звуковой энергии в частотном спектре первого сердечного тона здоровых людей: 1 — низкочастотный амплитудный максимум мышечного происхождения; 2 — высокочастотный амплитудный максимум клапанного происхождения; 3 — зона перехода

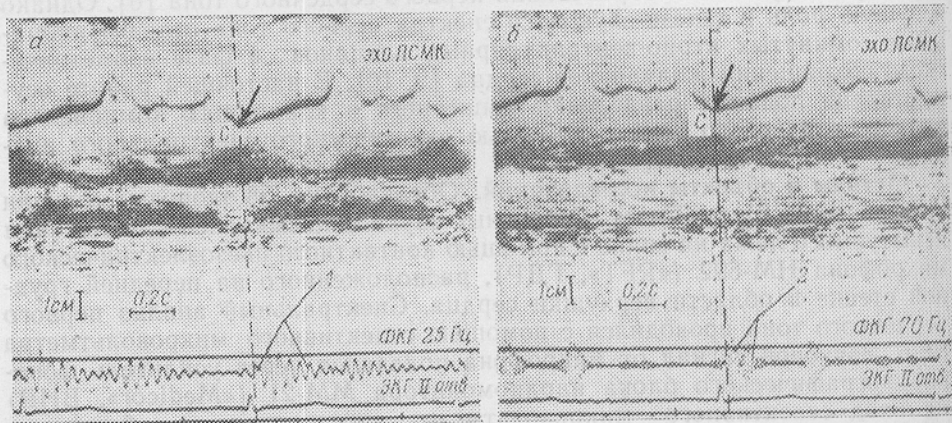


Рис. 2. Синхронная регистрация эхограммы передней створки митрального клапана (ПСМК), электрокардиограммы (ЭКГ) и спектральной фонокардиограммы (ФКГ), записанной на частоте 25 Гц (а) и 70 Гц (б): 1 — низкочастотные колебания первого тона мышечного происхождения; 2 — высокочастотные клапанные компоненты первого тона.

Вертикальная штриховая линия проведена через точку С эхограммы ПСМК параллельно линиям координатно-временной разметки

некотором сплошном диапазоне звуковых колебаний, возникают вследствие вибрации связанных генераторов звука на собственных частотах [8]. По нашему мнению, предполагаемым источником первого амплитудного максимума являются колебания волокон миокарда, а второго — вибрации сомкнутых атриовентрикулярных клапанов.

Для проверки этого предположения был предпринят временной анализ соотношения звуковых и клапанных явлений, связанных с механизмом генерирования первого тона. Как известно, точка *C* на эхокардиограмме митрального клапана маркирует момент смыкания его створок [11]. Поэтому синхронная запись эхокардиограммы и спектральной фонокардиограммы позволяет проследить временные отношения первого сердечного тона и закрытия створок митрального клапана для каждой частотной составляющей. Оказалось, что начало колебаний первого тона на низкочастотных составляющих из области первого амплитудного максимума опережает смыкание створок митрального клапана на 40—50 мс (рис. 2, *a*). С увеличением частоты составляющих временной интервал между началом первого тона и точкой *C* эхограммы ПСМК постепенно уменьшается. Полное совпадение начала высокочастотных вибраций первого тона и захлопывания створок митрального клапана наблюдается на частоте 60—70 Гц. Следует отметить тот факт, что все составляющие фоновых сигналов первого тона из области первого амплитудного максимума в диапазоне 20—60 Гц опережают по времени момент смыкания створок митрального клапана и, следовательно, не могут генерироваться их вибрациями. Наиболее вероятным источником этой области спектра являются вибрационные колебания мышечных волокон миокарда. На спектральных фонокардиограммах из области второго амплитудного максимума изменяется форма фоновых сигналов первого тона: он становится расщепленным на два пакета высокочастотных вибраций (рис. 2, *b*), обычно обозначаемых как митральный и трикуспидальный компоненты первого тона. Изменение формы звукового сигнала от ромбовидной к расщепленной начинается в зоне перехода между первым и вторым амплитудным максимумом частотного спектра. Все это указывает на клапанный генез второго амплитудного максимума.

Таким образом, низкочастотная область спектра первого сердечного тона в диапазоне 20—60 Гц генерируется вибрационными колебаниями мышечных волокон миокарда. Полученные данные позволяют подойти к неинвазивной оценке ВГНФ у человека с помощью звуковых явлений, возникающих при сокращении сердечной мышцы.

Summary

The article considers a possibility of using the spectral analysis data of the first heart sound to characterize the myocardial micropumping function. The mechanisms of generation of different frequency-spectrum regions of the first heart sound are discussed.

Литература

1. Аринчин Н. И. Комплексное изучение сердечно-сосудистой системы. Минск, 1961. 204 с.
2. Аринчин Н. И. Материалы к симпозиуму по вопросам регуляции кровообращения. Ростов-на-Дону, 1968. Т. 1. С. 21—22.
3. Аринчин Н. И., Ермолова А. С., Наймитенко Л. В., Недвецкая Г. Д. // Регуляция кровообращения в скелетных мышцах. Рига, 1973. С. 113—126.
4. Аринчин Н. И., Недвецкая Г. Д. Внутримышечное периферическое сердце. Минск, 1974. 152 с.
5. Аринчин Н. И., Недвецкая Г. Д. // ДАН БССР. 1976. Т. 20, № 10. С. 952—954.
6. Василенко В. X., Голочевская В. С. // Клиническая медицина. 1975. № 11. С. 134—144.
7. Наймитенко Л. В. Некоторые механизмы внутриорганиной насосной функции скелетных мышц: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Минск, 1975. 21 с.
8. Сафонов Ю. Д., Сирота А. Д., Зенкевич М. М. // Кардиология 1968. № 2. С. 130—136.
9. Craige E. // Circulation. 1976. Vol. 53, N 2. P. 207—209.
10. Mills P. G., Chamusco R. F., Moos S. // Circulation. 1976. Vol. 54, N 6. P. 944—951.
11. Pohost G. M., Dinsmore R. E., Rubenstein J. J. et al. // Circulation. 1975. Vol. 51, N 1. P. 88—97.