



УДК 531/534: [57+61]

ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ ИМПЕДАНСОМЕТРИЧЕСКИХ МАРКЕРОВ УДАРНОГО ОБЪЕМА КРОВИ ПОСЛЕ ИНФАРКТА МИОКАРДА – НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ МОНИТОРИРОВАНИЯ ГЕМОДИНАМИКИ

О.Р. Парандей, М.А. Зубарев, А.А. Думлер

Кафедра пропедевтики внутренних болезней и сестринского дела Пермской государственной медицинской академии имени академика Е.А. Вагнера, Россия, 614990, ул. Куйбышева, 39, e-mail: dumler_a@dom.raid.ru

Аннотация. Цель данного исследования: изучить вариабельность ударного объема крови у здоровых лиц и больных инфарктом миокарда. Использовался импедансометрический способ. В состоянии покоя регистрировалась грудная тетраполярная полиреокардиограмма в течение пяти минут в режиме «*beat-to-beat*» (от удара–к–удару). Оценивалась вариабельность амплитуды систолической волны дифференциальной кривой полиреокардиограммы и продолжительность времени изгнания. Определялись математические показатели вариабельности для этих величин. Установлен факт наличия вариабельности ударного объема в покое у здоровых лиц и больных инфарктом миокарда. Найден импедансометрический маркер вариабельности ударного объема – вариабельность амплитуды систолической волны. Выявлены достоверные различия между вариабельностью амплитуды систолической волны у здоровых лиц и у больных инфарктом миокарда, у которых обнаружена «ригидность» вариабельности.

Ключевые слова: гемодинамика, вариабельность ударного объема, импедансометрия, инфаркт миокарда.

Введение

В последние три десятилетия активно изучается проблема вариабельности таких показателей гемодинамики, как сердечный ритм и артериальное давление. Вариабельность сердечного ритма изучается методами 24-часовой записи вместе с Холтеровским мониторингом электрокардиограмм и пятиминутной записью в состоянии покоя от удара–к–удару («*beat-to-beat*») [1]. При этом в норме у здорового человека вариабельность сердечного ритма определяется в довольно широких пределах [2], а снижение вариабельности сердечного ритма у больных в остром периоде инфаркта миокарда является важным независимым прогностическим признаком неблагоприятного исхода заболевания [1]. В то же время, по данным *Sramek et al.* такой важный гемодинамический показатель, как ударный объем крови, тоже не является постоянной величиной у здорового человека в состоянии покоя [3]. Однако исследования по изучению вариабельности ударного объема в покое единичны [4], а применительно к больным инфарктом миокарда – отсутствуют. Это связывают с объективными технологическими трудностями проведения подобных исследований [5].

Целью данного исследования явилось изучение возможности оценки вариабельности ударного объема в покое импедансометрическим методом.

Материалы и методы

Обследовано 85 мужчин на 7–10 сутки после инфаркта миокарда. Критерии включения: возраст от 30 до 66 лет, первый инфаркт миокарда, письменное согласие пациента на участие в исследовании. Критерии исключения: сопутствующая патология в стадии декомпенсации, сахарный диабет, постоянная форма фибрилляции предсердий, атриовентрикулярная блокада II–III степени, частая экстрасистолия, отказ от участия в исследовании. Группу сравнения составили 32 здоровых мужчины, сопоставимых по возрасту, заболевания сердечно-сосудистой системы у которых были исключены по результатам эхокардиографии и велоэргометрии.

Одним из способов неинвазивного определения ударного объема является импедансокардиография, или тетраполярная грудная реография, которая представляет наибольшую ценность при динамических наблюдениях за больным, а также при исследовании реакций сердечно-сосудистой системы во время проведения некоторых функциональных проб [6, 7].

Сущность предлагаемой методики оценки вариабельности ударного объема импедансометрическим методом заключается в непрерывной пятиминутной регистрации грудной тетраполярной полиреокардиограммы с помощью аппаратно-программного диагностического комплекса «Полиреокардиограф-01 Пермь» производства ОАО «Пермская научно-производственная приборостроительная компания». Всем обследуемым проводилась оценка показателей центральной гемодинамики с помощью полиреокардиограммы.

Источником информации для определения параметров гемодинамики служили сигналы дифференциальной реограммы, регистрируемой по методике *Kubicek* [8], и реограммы ускорения, регистрируемой по методике Зубарева [6]. Ударный объем (VO) определяли по формуле гетерогенной модели грудной клетки Гундарова:

$$VO = (0,9 \cdot K \cdot \rho \cdot Q \cdot L \cdot Tu \cdot Ad) / (Z \cdot 1000),$$

где 0,9 – поправочный коэффициент, обусловленный наложением электродов, K – размерный коэффициент, ρ – величина удельного сопротивления крови (Ом см), Q – периметр грудной клетки (см), L – межэлектродное расстояние (см), Z – базовый импеданс (Ом), 1000 – показатель для перевода в литры, Ad – амплитуда систолической части дифференциальной реограммы (Ом/с), Tu – время изгнания крови.

По кривой дифференциальной реограммы в каждом кардиоцикле автоматически измерялись величины амплитуды систолической волны («beat-to-beat»). При определении импедансометрических показателей по кривой дифференциальной реограммы наибольшие сложности представляет измерение времени изгнания, что сказывается на точности определения ударного объема. Поэтому значения времени изгнания в каждом кардиоцикле определялись по кривой реограммы ускорения [6]. Для оценки полученных данных применялись математические характеристики вариабельности, используемые при изучении вариабельности сердечного ритма [9, 10], но адаптированные к предлагаемой методике:

1. Мода – наиболее часто встречающееся значение амплитуды систолической волны (Ом/сек) или времени изгнания крови (сек).

2. Амплитуда моды – количество в процентах значений амплитуды систолической волны или времени изгнания крови, соответствующих моде (%).
3. Вариационный размах – разница между максимальным и минимальным значениями амплитуды систолической волны или времени изгнания крови (Ом/с).

Графическим отображением полученных результатов явилось построение гистограммы и скатерограммы распределения. Статистическая обработка данных проводилась с помощью статистического пакета программ *STATISTICA 6,0* и *Microsoft Excel 2000*. Изученные количественные параметры имеют нормальное распределение и представлены в работе в виде $M \pm \sigma$, где M – среднее, σ – стандартное отклонение. Достоверность различий в сравниваемых группах рассчитывалась по критерию t Стьюдента, нулевая гипотеза отклонялась, и различия считались достоверными при значении альфа-ошибки $< 0,05$. Для корреляционного анализа применялся корреляционный критерий r Пирсона.

Результаты и обсуждение

Средний возраст обследованных больных составил $53,12 \pm 6,3$ года, средний возраст здоровых лиц составил $48,31 \pm 5,2$ года.

При обследовании здоровых лиц установлено наличие вариабельности импедансометрических показателей амплитуды систолической волны и времени изгнания: средняя вариабельность ($M \pm \sigma$) амплитуды систолической волны составила $31,6 \pm 6,9$ %, средняя вариабельность времени изгнания была равна $12,4 \pm 3,0$ %. Вычисленная по формуле Гундарова средняя вариабельность ударного объема у здоровых людей составила $37,9 \pm 6,9$ %. Обнаружена достоверная линейная корреляция между вариабельностью ударного объема и вариабельностью амплитуды систолической волны у одного и того же человека (коэффициент корреляции $r = 0,96$, $p < 0,0001$). Не выявлено значимой линейной корреляции между вариабельностью ударного объема и вариабельностью времени изгнания ($r = 0,38$, $p = 0,03$). Следовательно, из двух импедансометрических показателей при оценке вариабельности ударного объема корректнее ориентироваться на вариабельность амплитуды систолической волны, а не на вариабельность времени изгнания крови. Вариабельность амплитуды систолической волны может служить импедансометрическим маркером вариабельности ударного объема.

Установлено наличие вариабельности амплитуды систолической волны у здоровых лиц: 1) мода: $Mo = 1,15 \pm 0,4$ Ом/с, 2) амплитуда моды: $AMo = 17,69 \pm 6,6$ %, 3) вариационный размах: $BP = 0,48 \pm 0,08$ Ом/с. У всех обследованных лиц гистограмма распределения амплитуды систолической волны широкая, полимодальная. Скатерограмма распределения представляет собой рассеянную, облаковидную фигуру с нечеткими краями, неравномерно заполненную точками.

У обследованных больных также установлено наличие вариабельности амплитуды систолической волны: 1) мода: $Mo = 0,86 \pm 0,2$ Ом/с, 2) амплитуда моды: $AMo = 35 \pm 4,3$ %, 3) вариационный размах: $BP = 1,6 \pm 0,4$ Ом/с. Гистограмма распределения была «узкая», мономодальная. Скатерограмма представляет собой более плотное сгущение точек с четкими краями.

Амплитуда моды является одним из основных математических показателей вариабельности, по своей природе этот показатель близок к триангулярному индексу. В кардиоритмографии и вариабельности сердечного ритма амплитуда моды является показателем симпатoadреналовой активности [1, 9, 10]. При сравнении $M \pm \sigma$

амплитуды моды систолической волны у здоровых лиц и $M \pm \sigma$ амплитуды моды систолической волны у больных инфарктом миокарда выявлены достоверные различия: у больных инфарктом миокарда этот показатель достоверно выше, чем у здоровых лиц ($p < 0,001$).

Значение $M \pm \sigma$ моды амплитуды систолической волны у здоровых лиц оказалось выше, чем $M \pm \sigma$ моды амплитуды систолической волны у больных. По литературным данным [11], высота амплитуды систолической волны прямо пропорциональна объему крови, возникающему в аорте в начале фазы изгнания. Объем крови, появляющийся в начале фазы изгнания, зависит не от продолжительности этой фазы, а, в большей степени, от сократительных свойств миокарда [6]. Таким образом, полученный результат по моде амплитуды систолической волны полностью согласуется с основами физиологии сердечно-сосудистой системы.

Сравнение $M \pm \sigma$ вариационного размаха амплитуды систолической волны здоровых лиц с $M \pm \sigma$ вариационным размахом больных инфарктом миокарда показало достоверно более широкий вариационный размах между крайними значениями амплитуды систолической волны в группе больных ($p < 0,001$). По данным [9, 10] вариационный размах относится к показателям парасимпатической активности.

Таким образом, выявлены достоверные отличия в вариабельности амплитуды систолической волны между группой здоровых лиц и группой больных инфарктом миокарда. Возможно, как и в случаях с изменениями вариабельности сердечного ритма в острой стадии инфаркта миокарда, это связано с началом процессов ремоделирования.

Выводы

1. У человека в горизонтальном положении в состоянии покоя ударный объем крови, мониторируемый от кардиоцикла к кардиоциклу («beat-to-beat»), вариабелен.
2. Оценка вариабельности ударного объема в покое может проводиться импедансометрическим способом при мониторинге полиреокардиограммы в течение пяти минут, при этом маркером вариабельности ударного объема служит вариабельность амплитуды дифференциальной реограммы амплитуды систолической волны.
3. Найдена достоверная разница между показателями вариабельности импедансометрического маркера в покое у здоровых людей и у больных инфарктом миокарда: у больных она более «ригидная».
4. Неинвазивный импедансометрический метод оценки вариабельности ударного объема в покое делает возможным мониторинг изменений этого гемодинамического показателя у больного на дальнейших этапах реабилитации.

Список литературы

1. Березный, Е.А. Практическая кардиоритмография / Е.А. Березный, А.М. Рубин. – М.: НПП «Нео», 1999. – С. 18–34.
2. Земцовский, Э.В. Функциональная диагностика состояния вегетативной нервной системы / Э.В. Земцовский, В.М. Тихоненко, С.В. Раева, М.М. Демидова. – СПб.: Инкарт, 2004. – С. 12–27.
3. Зубарев, М.А. Дозированная ножная изометрическая нагрузка с полиреокардиографическим контролем в оценке коронарной и миокардиальной недостаточности при ишемической болезни сердца: автореф. дис. ... д-ра мед. наук / М.А. Зубарев. – Екатеринбург, 1993. – 40 с.

4. Михайлов, В.В. Вариабельность сердечного ритма / В.В. Михайлов, О.П. Иванова. – М.: Медицина, 2000. – С. 79.
5. Пушкарь, Ю.Т. Определение сердечного выброса методом тетраполярной грудной реографии и его метрологические возможности / Ю.Т. Пушкарь, В.М. Большов, Н.А. Елизарова и др. // Кардиология. – 1977. – Т. 27, № 7. – С. 85–90.
6. Щекотов, В.В. Вариабельность ударного объема сердца у больных гипертонической болезнью как предиктор хронической сердечной недостаточности и ее динамика в процессе лечения β -блокатором и антагонистом к рецепторам АП / В.В. Щекотов, М.А. Зубарев, А.А. Антипова // Сердце. – 2006. – Т. 5, № 3 (27). – С. 148–151.
7. Bourne, J.R. Monitor of the Cardiovascular System / J.R. Bourne // Critical Reviews™ in Biomedical Engineering. – 1996. – Vol. 24, No. 4–6. – P. 362–369.
8. Korhonen, I. Beat-to-beat Variability of Stroke Volume Measured by Whole-Body Impedance Cardiography / I. Korhonen, et al. // Medical & Biological Engineering & Computing. – 1999. – Vol. 37, Suppl. 1. – P. 61–62.
9. Kubicek, W.G. International Conference on Bioelectrical Impedance / W.G. Kubicek, R.P. Patterson, D.A. Witsoe. – New York, 1970. – P. 724–732.
10. Sramek, B.Bo. Biomechanics of the Cardiovascular System / B.Bo. Sramek, J. Valenta, F. Klimes // Fascility of Mechanical Engineering, CTU, Foundation for Biomechanics of Man; Prague, Czech Republic – Irvine, CA, USA. – 1995. – P. 212–214.
11. Task Force of the European Society and the North American Society of Pacing and Electrophysiology // Heart Rate Variability. Standarts of Measurements. Physiological Interpretation and Clinical Use // Circulation. –1996. – Vol. 93. – P. 1043–1065.

THE VARIABILITY OF IMPEDANSOMETRIC MARKERS OF BLOOD STROKE VOLUME AFTER MIOCARDIAL INFARCTION: NEW POSSIBILITIES OF HEMODYNAMICS MONITORING

O.R. Parandey, M.A. Zubarev, A.A. Dumler (Perm, Russia)

The purpose of this paper is to study the variability of blood stroke volume of healthy persons and patients after myocardial infarction. Impedansometric method was used. Tetrapolar polyrheocardiogram was recorded in steady state in “the beat-to-beat” mode within five minutes. The variability of systolic wave amplitude of polyrheocardiogram curve and time of blood expulsion were calculated. Mathematical indices of variability of these magnitudes were obtained. The presence of the variability of blood stroke volume of healthy persons and patients with the pathology in steady state was detected. In this paper, the variability of systolic wave amplitude, which is considered as impedansometric marker of the variability of blood stroke volume was determined. There were obtained reliable differences between healthy persons and patients with the pathology, who have “the rigidity” of the variability.

Key words: hemodynamics, variability of blood stroke volume, impedansometry, cardial infarction.

Получено 14 февраля 2007