

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОСТОЯННОЙ ВРЕМЕНИ ДЛЯ ОЦЕНКИ РАССЛАБЛЕНИЯ МИОКАРДА

Активный характер диастолического расслабления сердца и тесная его зависимость от функционального состояния миокарда не вызывает сомнений. Изменения в характере диастолы могут проявляться даже при начальных и относительно мало выраженных функциональных нарушениях сердечной мышцы, когда еще не возникают закономерные изменения динамики ее систолического сокращения [3, 7]. Это позволило некоторым авторам высказать вполне обоснованное предположение, что нарушения процесса расслабления могут являться важнейшим патогенетическим механизмом развития недостаточности сократительной и насосной функции сердца, так как они с одной стороны существенно угнетают кардиодинамику, с другой — уменьшают перфузию миокарда [4, 6].

Тем не менее вопрос о полноценности расслабления миокарда еще окончательно не решен, и предложенные с этой целью индексы расслабления оказались либо недостаточно чувствительными, либо мало специфичными. Даже такой, казалось бы, прямой показатель, как максимальная скорость падения внутрижелудочкового давления в фазу изометрического расслабления миокарда (отрицательная $dP/dt_{\max}$) свидетельствует лишь о мгновенном значении скорости расслабления в одной определенной точке снижения давления в левом желудочке, но не дает достаточной информации о динамике всего процесса. Кроме того, отрицательная $dP/dt_{\max}$ мало отражает активный характер процесса истинного расслабления миокарда, а именно он определяет диастолические свойства сердечной мышцы, ее эластичность и растяжимость, величину диастолического интрамиокардиального напряжения. В связи с этим определение показателей, дающих полноценную информацию о динамике диастолического расслабления миокарда, является весьма важной научной задачей.

В последнее время для оценки процесса расслабления миокарда как в экспериментальных, так и в клинических условиях широко используется постоянная времени (T) падения давления в левом желудочке в фазу изометрического расслабления. Использование этого показателя базируется на допущении, что падение давления в левом желудочке в изоволюмическую фазу является моноэкспоненциальной функцией и при полулогарифмическом экстраполировании выражается в виде прямой линии [1, 2]. Экспериментально установлено, что величины внутрижелудочкового давления крови в период изометрического расслабления миокарда, измеренные с интервалом 5 мс и выраженные в полулогарифмической зависимости, действительно располагались на прямой как в условиях нормального функционального состояния миокарда, так и при его нарушении, связанном с воздействием гипоксии и реоксигенации [1]. Более детальное исследование характера изоволюмического падения давления в фазу ранней диастолы, проведенное в широком диапазоне изменений условий функционирования миокарда и с помощью ряда математических моделей, бесспорно подтвердило, что снижение давления в левом желудочке в период изометрического расслабления от точки, соответствующей его максимальной скорости, до уровня конечнодиастолического давления предыдущего сокращения

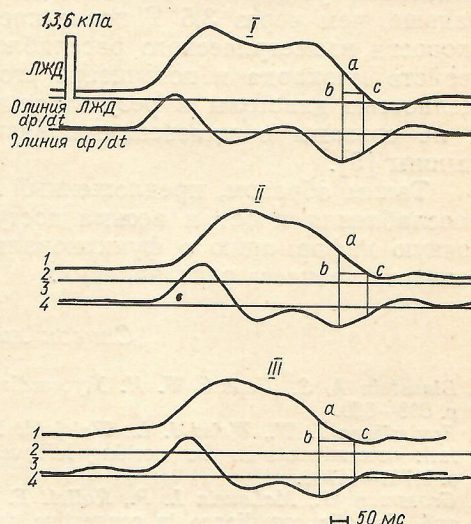
является моноэкспоненциальным и потому может быть с полным основанием охарактеризовано константой времени [8].

Таким образом, если можно считать, что падение внутрижелудочкового давления в фазу изометрического расслабления имеет моноэкспоненциальный характер, то оно может быть описано следующей

формулой: $U(t) = E \cdot e^{-\frac{t}{T}}$, где: E — исходное значение величины функции (давление в левом желудочке в точке, соответствующей $dP/dt_{\max}$ расслабления); $U(t)$ — мгновенное значение величины функции в точке,

Принцип определения постоянной времени (T) и изменение ее величины при ограничении коронарного кровотока в обгибающей ветви левой коронарной артерии на 50 %.

I — исходное состояние; II — через 30 с; III — через 2 мин после ограничения коронарного кровотока на 50 %. Сверху вниз: 1 — давление в полости левого желудочка сердца (ЛЖД); 2 — нулевая линия ЛЖД и калибровочный сигнал: —13,6 кПа; 3 — первая производная ЛЖД — dP/dt ; 4 — нулевая линия dP/dt ; отметка времени — 50 мс. a — на кривой ЛЖД соответствует максимальной скорости падения давления в полости левого желудочка и определяет величину $P - (dP/dt_{\max})$, c — соответствует 37 % $P - (dP/dt_{\max})$, $b - c$ — определяет постоянную времени расслабления T , в мс.



отстоящей от E на время t ; e — основание натурального логарифма, равное 2,71; T — постоянная времени, численно равная отрезку времени, в течение которого значение экспоненциальной функции уменьшится в e раз относительно исходного.

Если принять t равным постоянной времени (T), то равенство приобретает следующий вид: $U(t) = E \cdot e^{-1}$, т. е. $U(t)E/e$ или $U(t) = E/2,71$.

Принимая E (начальное значение функции) за 1, приходим к тому, что время, за которое происходит изоволюмическое падение давления в полости левого желудочка от точки, соответствующей максимальной скорости изоволюмического расслабления до уровня, равного $1/2,71$, т. е. 37 % исходного значения функции, равняется постоянной времени расслабления T .

Проведенный математический анализ существенно упрощает определение постоянной времени изометрического расслабления. Для этого на кривой левожелудочкового давления (см. рисунок) необходимо определить точку, соответствующую максимальной скорости изометрического расслабления, установить величину давления в этой точке и затем найти на кривой давления вторую точку, соответствующую 37 % давления в первой. Время, которое отделяет первую точку от второй, соответствует постоянной времени расслабления.

Величины измеряемых параметров в представленном примере (рис. 1):

	I	II	III
ЛЖД, кПа	15,3	15,3	15,3
$dP/dt_{\max}$, кПа, s^{-1}	343,0	345,0	344,0
$-dP/dt_{\max}$, кПа, s^{-1}	272,3	186,3	172,0
$P - (-dP/dt_{\max})$, кПа	6,1	6,1	8,0
37 % $P - (-dP/dt_{\max})$, кПа	2,5	2,5	3,2
T , мс	55,0	90,0	105,0

Сопоставление приведенных показателей расслабления позволило выявить удлинение процесса изометрического расслабления (увеличе-