

ФОРМУЛА РАСЧЕТА СРЕДНЕГО ГЕМОДИНАМИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ ДЛЯ УСЛОВИЙ ПОКОЯ И ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

УО «Белорусский государственный медицинский университет»¹,
УЗ Поликлиника №6 г. Бреста²

Выведена новая формула для определения среднего гемодинамического давления артериальной крови, пригодная для расчета среднего давления не только для условий покоя, но и для физических нагрузок. Отличительным моментом в ней является включение показателя частоты сердечных сокращений и переменного множителя для пульсового давления.

Ключевые слова: среднее гемодинамическое давление, артериальное давление.

A. A. Semenovich, A. P. Komjakovich

THE FORMULA FOR MEAN HEMODYNAMIC PRESSURE CALCULATION AT REST AND FOR EXERCISE

The new formula for definition of mean hemodynamic pressure of arterial blood, suitable for calculation of average pressure not only for conditions of rest, but also for physical activities has been deduced. The distinctive moment in it is inclusion of a parameter of heart rate and variable multiplier for pulse pressure.

Key words: blood pressure, mean hemodynamic pressure.

Для оценки состояния системы кровообращения у человека весьма актуальным является определение среднего гемодинамического давления артериальной крови ($P_{срд}$). Этот показатель также называют «средним давлением» и «средним динамическим артериальным давлением». Он обозначает тот уровень постоянного давления в аорте, который обеспечил бы гемодинамический эффект равный эффекту от давления, непрерывно изменяющегося между систолическим и диастолическим уровнем.

В настоящее время общепринятыми способами расчета $P_{срд}$ являются формулы, основанные лишь на учете систолического (P_c), диастолического (P_d) и пульсового (P_n) давления [4,5]. Наиболее часто используются формулы:

Хикема [$P_{срд} = P_d + P_n/3$] и Савицкого [$P_{срд} = P_d + P_n/2$], реже формулы Вецлера-Богера [$P_{срд} = 0,42 P_d + 0,58 P_n/3$], Роднея и соавт. [$P_{срд} = (2 P_d + P_n)/3$].

Общим недостатком этих формул является статичность, отсутствие учета частоты сердечных сокращений (ЧСС) и функционального состояния.

Материал и методы

При выводе новой формулы, нами использовались данные по измерению показателей кровообращения и газообмена в условиях тестирования кардиореспираторной системы непрерывно нарастающей (со скоростью 10 вт/мин) велоэргометрической нагрузкой у спортсменов футболистов и студентов БГМУ (62 человека, возраст 18-24 года). Регистрировалась ЭКГ, ЧСС, показатели дыхания, газообмена, ежеминутно определялось артериальное кровяное давление (электронным измерителем, входящим в системный велоэргометрический блок), оксигенация гемоглобина, рассчитывался дыхательный коэффициент.

Статистическая обработка данных проведена с применением пакета программ компьютерной системы Excel с использованием критерия Стьюдента.

Результаты и обсуждение

Критерием для выработки формулы было взято сопоставление нарастания систолического, диастолического, пульсового давления и ЧСС с изменением потребления кислорода, дыхательного и вентиляторных (по O_2 и CO_2) коэффициентов, по которым, в условиях выполнения испытуемым физической нагрузки, можно судить о степени обеспечения тканей кис-

лородом и, следовательно, об уровне достаточности в них кровотока. Выведенная нами формула имеет вид:

$$P_{срд} = P_d + (P_n * ЧСС / 230) + (ЧСС - 100) / P_n - 0,1(ЧСС - 100)$$

Она отличается тем, что для расчета $P_{срд}$ наряду с показателями давления используется ЧСС и переменный множитель для P_n . Цифра 230, с которой соотносится ЧСС, - производная от известного ориентира по максимальной ЧСС (200-250), до которой еще может нарастать (или сохраняться эффективной) насосная производительность миокарда [1,4]. Опробовав коэффициенты от 200 до 250, мы обнаружили, что наиболее адекватным из них является-230.

При низкой ЧСС (60-80), рассчитанные по нашей формуле, показатели $P_{срд}$ практически совпадают со значениями, рассчитанными по формуле Хикема; при частоте 100-120-со значениями по Савицкому; а при ЧСС больше 130-превышают показатели, рассчитанные по всем выше приведенным формулам. Такое увеличение $P_{срд}$ при физической нагрузке следует ожидать, исходя из ряда известных фактов. В частности, при увеличении ЧСС соотношение периодов систола / диастола смещается [1,5] в пользу систолы (например, при увеличении ЧСС с 60 до 120 сокращений доля систолы в сердечном цикле увеличивается с 32% до 46%). Уже из этого следует, что вклад систолического давления в величину $P_{срд}$ должен увеличиваться и формулы, не учитывающие ЧСС, вряд ли будут корректными для расчета $P_{срд}$ при физической нагрузке.

Определив $P_{срд}$, мы получаем информацию о движущей силе кровотока. Показатель весьма эффективный как для суждения о насосной функции сердца, так и о состоянии кровеносной системы. При одновременном определении $P_{срд}$ и объемного кровотока (на основе УЗИ, реографии и т.д.)

Таблица 1-Корреляция между потреблением кислорода и $P_{срд}$.

№ испытуемого, Стат.показатели	Корреляция при расчете СГД по формулам:			
	Савицкого	Хикема	Wezler-Boger	Семеновича- Комяковича
1	0,50	0,36	0,71	0,91
2	0,90	0,86	0,89	0,95
....
Хсред.	0,66	0,56	0,68	0,90
Sx	0,05	0,07	0,05	0,01
P	<0,01	<0,01	<0,01	
Число испытуемых				n=33

легко рассчитывается общее периферическое сопротивление. Если одновременно регистрируется газообмен, то появляется возможность расчета многих показателей характеризующих индивидуальные особенности гемодинамики и газообмена [1,2,3,5].

Для практических целей, в ряде случаев, даже не столько интересна абсолютная величина СГД, сколько получение надежного и достаточно просто определяемого показателя, проследив за динамикой которого, можно вычислить уровень максимального потребления кислорода (МПК), который признан ВОЗ международным эталоном кардиореспираторной производительности [1]. Рассчитанный по нашей формуле, показатель $P_{сгд}$ имеет высокую и достоверно большую, чем рассчитанный по другим формулам, корреляцию с потреблением кислорода (табл. 1).

Проведение расчетов МПК на основе вычисления динамики $P_{сгд}$ по предлагаемой нами формуле может дать более адекватные результаты, чем часто применяемые тесты, основанные только на учете ЧСС. Выведенная формула может быть полезна и в ряде других случаев.

Таким образом, разработана формула для расчета среднего гемодинамического давления, отличающаяся универсальностью, применимостью к условиям покоя и физической нагрузки. В ней, в отличие от ранее применявшихся формул, учитывается функциональное состояние организма на основе использования показателя частоты сердечных сокращений.

Литература

1. Аулик, И. В. Определение физической работоспособности в клинике и спорте / И. В. Аулик. М.: «Медицина», 1990. 191 с.
2. Джанашия, П. Х. Артериальная гипертензия / П. Х. Джанашия, Н. Г. Потешкина, Г. Б. Селиванова. М.: «Миклош», 2010. 168 с.
3. Зедек, В. Артериальная гипертензия / В. Зедек; пер. с нем. Д. А. Аничкова. М.: «ГЭОТАР-Медиа», 2009. 206 с.
4. Морман, Д. Физиология сердечно-сосудистой системы / Д. Морман, Л. Хеллер. СПб.: «Питер», 2000. 256 с.
5. Савицкий, Н. Н. Биофизические основы кровообращения и клинические методы изучения гемодинамики / Н. Н. Савицкий. М.: Медицина, 1974. 311 с.

Поступила 29.03.2011 г.