

СКРЫТЫЕ НАРУШЕНИЯ КРОВООБРАЩЕНИЯ У МОЛОДЫХ ЛЮДЕЙ: ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ИННОВАЦИИ НА ОСНОВЕ "РУТИННОГО" ПОКАЗАТЕЛЯ

Хурса Р.В.,

Белорусский государственный медицинский университет

Аннотация. Показаны новые возможности выявления скрытых нарушений кровообращения по рядам индивидуальных величин артериального давления (АД) путем использования современных методов их анализа. Индивидуальная линейная регрессия параметров АД (зависимость систолического от пульсового) и применение интеллектуального анализа данных (Data Mining) к коэффициентам регрессии позволяют диагностировать 10 гемодинамических состояний, включая патологические, в том числе, у нормотензивных лиц. Показано, что дисфункциональный диастолический тип гемодинамики у практически здоровых молодых людей связан с повышенной сосудистой жесткостью и физической не тренированностью. Нормотензивные лица со скрытыми нарушениями кровообращения нуждаются в динамическом наблюдении и оздоровлении.

Ключевые слова: гемодинамика, артериальное давление, линейная регрессия, интеллектуальный анализ данных (Data Mining).

Наиболее перспективным стратегическим направлением борьбы с АГ и предупреждения ее последствий является выявление скрытых гемодинамических нарушений на доклинической стадии среди практически здоровых людей, что позволит провести профилактические мероприятия. С этой целью при диспансеризации населения проводится оценка факторов риска АГ и обязательное измерение артериального давления (АД) в медицинских организациях, которое стало «рутинным» (обыденным) методом обследования. Однако, полученные результаты измерения АД интерпретируются только качественно: относительно принятой нормы. В современных условиях бурного научно-технического прогресса и тотальной компьютеризации диагностические возможности этого «рутинного» показателя могут быть значительно расширены.

Величина АД – интегральный показатель кровообращения, результат взаимодействия сердца и сосудов в продвижении крови к органам *в момент времени измерения*. Поэтому физиологические/патологические особенности кровообращения как *процесса* могут быть установлены лишь по данным *ряда величин АД*, полученных в желаемом или заданном интервале времени наблюдения. В частности, современные статистические методы анализа, в том числе *Data Mining*, примененные к ряду величин АД, открывают новые диагностические возможности этого «рутинного» параметра с получением уникальных количественных характеристик гемодинамики.

Data Mining (в русскоязычной литературе – «интеллектуальный анализ данных») – это анализ, обобщение и классификация данных с целью извлечения из них новой информации при помощи различных компьютерных алгоритмов [5]. Потенциал *Data Mining* в практической медицине пока используется мало.

Цель настоящего сообщения – показать некоторые возможности применения *Data Mining* в функциональной диагностике ранних нарушений кровообращения по величинам АД.

В качестве способа функциональной диагностики гемодинамики мы предложили по ряду величин АД пациента, полученных в желаемом интервале времени, построение линейной регрессии систолического (САД) и диастолического (ДАД) давлений по пульсовому давлению (разница САД и ДАД). В результате регрессионная модель кровообращения пациента предстает в виде сопряженных линейных уравнений с коэффициентами a и Q , которые имеют индивидуальные числовые значения и характеризуют кровообращение пациента в интервале времени наблюдения.

Каждый из коэффициентов имеет свой биофизический смысл: величина Q характеризует давление потока крови в области затухающей пульсовой волны (беспульсовое давление), которое имеет место в конечной части артериол, значение коэффициента a отражает соотношение собственно пропульсивной работы сердца в период систолы и участия «периферии» (главным образом, сосудов, и мышц) в дальнейшем продвижении крови в период диастолы. Установлены граничные значения параметра a , разделяющие гемодинамические типы [3].

Гармонический тип (H , при $0 < a < 1$) означает нормальное сердечно-сосудистое взаимодействие в процессе продвижения крови, при котором сердце пациента выполняет большую часть работы в продвижении крови при меньшем участии «периферии». Значение коэффициента $a > 1$ указывает на нарушение диастолической составляющей процесса кровообращения, которое осуществляется только силой сокращения миокарда, а «периферия» не помогает кровотоку (диастолический дисфункциональный тип кровообращения, D). При этом давление беспульсового тока крови становится ниже ДАД, что предполагает ухудшение обмена веществ между кровью и тканями. При $a < 0$ имеется нарушение гемодинамики сердечно-сосудистой системы за счет систолической составляющей кровообращения, осуществляемого, главным образом, за счет «периферического сердца» (систолический дисфункциональный тип кровообращения, S) [3].

Линейная регрессия параметров АД, характеризующая кровообращение пациента как процесс взаимодействия сердца и сосудов в продвижении крови, названа способом КАСПАД (количественный анализ связей параметров АД). Формирование разных типов кровообращения по КАСПАД является результатом адаптации организма к условиям существования, т.е. отражает индивидуальный гемодинамический фенотип. Все фенотипы – гармонический (нормальный) или дисфункциональные (патологические), могут наблюдаться с разной частотой в зависимости от состояния здоровья человека при любой величине измеряемого АД (нормальное/ненормальное).

Для уточнения распространенности фенотипов и их связи с состоянием сосудов и центральной гемодинамики (ЦГД) проведено комплексное обследование 120 практически здоровых молодых людей и 45 пациентов с впервые установленной АГ 1-2 степени, риск 2-3 до начала лечения, возраста $24,5 \pm 0,3$ лет и $29,1 \pm 0,7$ лет соответственно.

Проводились ежедневные неоднократные измерения АД по Н.С.Короткову, по рядам величин АД каждого пациента проводился КАСПАД и определялся тип кровообращения; исследовались также эндотелий-зависимая вазодилатация (ЭЗВД), скорость распространения пульсовой волны (СРПВ) и параметры центральной гемодинамики (ЦГД) реографическими методами.

КАСПАД выявил дисфункциональные гемодинамические типы у 55,5% пациентов с АГ и у 25,8% практически здоровых молодых лиц, самым частым был D-тип: у 20,0% здоровых, у 51,1% пациентов с АГ. Установлено, что этот дисфункциональный тип у клинически здоровых лиц с нормальным АД отражает латентные нарушения гемодинамики, сопряженные с функциональными сосудистыми нарушениями, свидетельствующими о повышении их жесткости. Так при этом типе по сравнению с гармоническим достоверно чаще отмечены умеренные и выраженные нарушения вазомоторной функции эндотелия (ЭЗВД), $p < 0,05$; увеличена СРПВ (11,4 м/с и 8,1 м/с соответственно, $p = 0,00$), которая не отличалась от таковой у пациентов с АГ (при гармоническом типе различия были статистически значимы). У пациентов с впервые выявленной АГ показатели функции сосудов существенно не различались при разных фенотипах внутри своей группы, что указывает на участие иных, кроме сосудистых, патогенетических механизмов в формировании типов при уже состоявшейся болезни.

В проведенном ранее исследовании мы показали, что D-тип у здоровых людей может быть обусловлен и их физической не тренированностью, а под влиянием регулярных физических нагрузок происходит гармонизация кровообращения и улучшение его показателей. Этот факт указывает один из путей устранения данной проблемы – повышение физической активности [5].

Здоровые молодые люди достоверно отличались по всем параметрам и по частоте типов ЦГД от таковых у гипертензивных пациентов (табл.1).

Таблица 1 – Распространенность типов центральной гемодинамики в группах наблюдения, доля лиц, % (абс.).

	Здоровые, n=120	Пациенты с АГ, n=45
Нормокинетический, % (абс.)	50,0% (60) [^] 95% ДИ: 41,1-58,9	28,9% (13) 95% ДИ: 22,1-35,6
Эукинетический, % (абс.)	6,7% (8) 95% ДИ: 4,4-9,0	4,4% (2) 95% ДИ: 1,3-7,5
Гиперкинетический, % (абс.)	20,0% (24) [^] 95% ДИ: 16,4-23,6	6,7% (3) 95% ДИ: 3,0-10,4
Гипокинетический,	23,3% (28) [^]	60,0% (27)

% (абс.)	95% ДИ: 19,5-27,1	95% ДИ: 52,7-67,3
^ – $p < 0,05$ по сравнению с группой пациентов с АГ		

Однако в каждой из групп статистически значимых отличий параметров и типов ЦГД в зависимости от фенотипа не выявлено. Это обстоятельство позволяет предположить, что гемодинамические фенотипы, определяемые по КАСПАД, и типы ЦГД (нормокинетический, гипокинетический и др.) представляют разные характеристики кровообращения (КАСПАД отражает, в основном, периферическое звено), поэтому не заменяют, а дополняют друг друга.

Таким образом, КАСПАД (простая линейная регрессия) расширяет возможности амбулаторной диагностики клинически латентных гемодинамических нарушений в виде дисфункциональных типов кровообращения, которые у нормотензивных лиц в значительной степени связаны с функциональными сосудистыми нарушениями. КАСПАД не требует специального диагностического оборудования и сложного программного обеспечения, поэтому доступен широкой амбулаторной практике как скрининговый метод выявления лиц с дисфункциональным кровообращением, нуждающихся в дообследовании и динамическом наблюдении.

Гемодинамические типы по КАСПАД сопровождаются разной величиной давления Q . Так у обследованных нами ранее 556 практически здоровых людей молодого возраста (до 30 лет), среднее значение Q составило 86,4 мм рт.ст. (95%ДИ 85,1-87,7). Однако его величина значительно различалась в зависимости от типа: при H (354 чел.) – 90,2 мм рт.ст. (95%ДИ 88,8-91,6), при D , выявленном у 102 чел. (18,3%) – 61,9 мм рт.ст. (95%ДИ 59,3-64,5), при S (34 чел., 6,1%) – 123,9 мм рт.ст. (95%ДИ 115,9-131,9). При АГ в начальных стадиях чаще всего отмечается гармонический КАСПАД-тип, но с высоким Q (более 100 мм рт.ст.). В дальнейшем может формироваться D -тип, сопровождающийся разной степенью снижения его величины, причем порой чрезмерной (менее 50 мм рт.ст.) [3].

Кровообращение одного и того же типа при разных значениях Q представляет совершенно разные гемодинамические ситуации. Например, H -тип при величинах давления Q 120 мм рт.ст., 90 мм рт.ст. и 52 мм рт.ст. может принадлежать гипертензии, нормотензии или гипотензии соответственно. В этой связи метод КАСПАД получил дальнейшее развитие посредством использования *Data Mining*, что позволило совокупно учесть оба коэффициента регрессии (a , Q). В частности, мы применили алгоритм Support Vector Machine (SVM) к параметрам регрессии величин АД, полученных при аппаратном суточном мониторинге, что позволило идентифицировать 10 гемодинамических классов, принадлежащих описанным выше трем фенотипам [1]:

- классы $H3$, $D3$, $S3$ – артериальная гипертензия гармонического (H) и дисфункциональных типов диастолического или систолического (D , S);
- классы $H1$, $D1$, $S1$ – артериальная гипотензия таких же типов;
- классы $H2$ (оптимум нормы), $D2$, $S2$ (нормотензивная дисфункциональная гемодинамика этих же типов), а также $H0$ (квази-гипертензия, промежуточный класс между $H2$ и $H3$).

Мы показали, что стандартные параметры суточного мониторинга АД у нормотензивных лиц класса $H0$ действительно приближаются к таковым у пациентов с АГ, т.е. их кровообращение погранично между нормой и АГ, и таких пациентов надо динамически наблюдать [2].

Для удобства практического применения была разработана диагностическая номограмма (карта), с помощью которой можно «вручную» (даже без компьютера) классифицировать гемодинамическое состояние пациента, получив значения его индивидуальных показателей линейной регрессии параметров АД простейшим статистическим методом (рис. 1). На вертикальной оси откладывается величина регрессионного коэффициента a , на горизонтальной – Q , точка пересечения попадает в зону определенного гемодинамического класса.

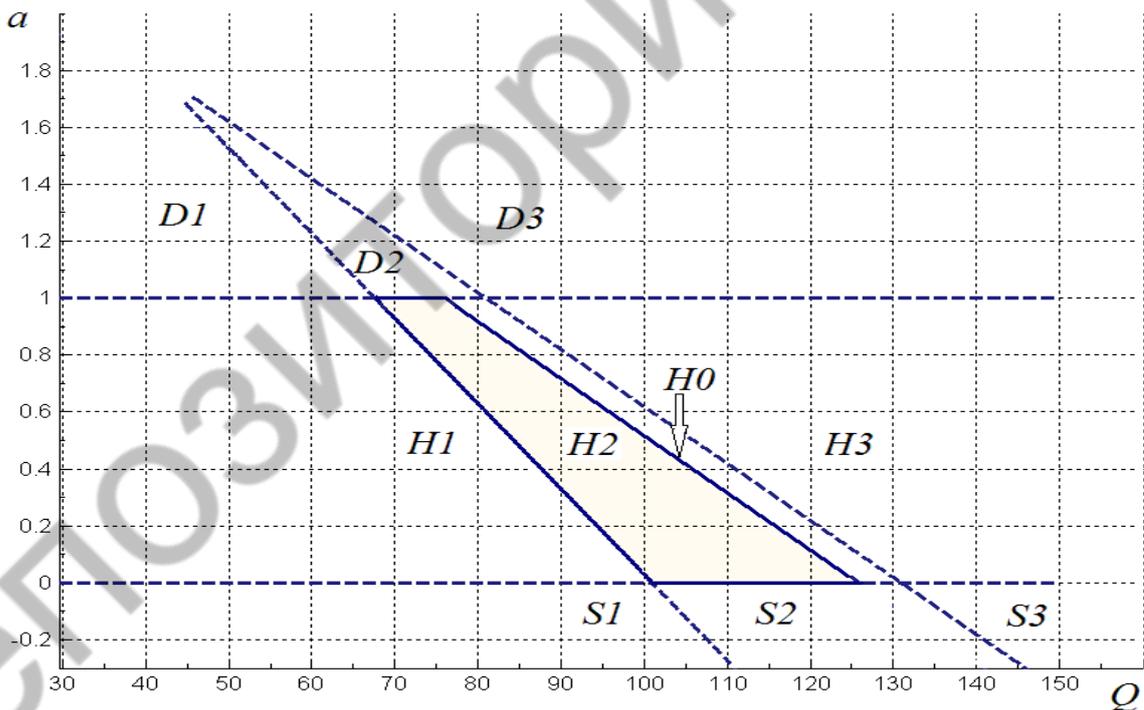


Рисунок 1. – Диагностическая номограмма для определения гемодинамических классов по величинам АД за дневной период (пояснения в тексте)

Таким образом, применение индивидуальной линейной регрессии параметров АД и диагностической номограммы, разработанной с помощью SVM-алгоритма представляет простейшую статистическую модель

кровообращения, и может использоваться в качестве одного из способов функциональной диагностики гемодинамики как процесса взаимодействия сердца и сосудов в продвижении крови (определенный гемодинамический тип и класс). При этом у практически здоровых людей можно выявлять латентные гемодинамические нарушения в виде дисфункциональных фенотипов (*D*, *S*) и патологических классов, характерных для АГ – *H0*, *H3*, *D3*, *S3*, а у пациентов с АГ определять индивидуальные особенности кровообращения, которые следует учитывать при назначении лечения.

Список литературы

1. Войтикова, М.В. Номограмма гемодинамических состояний по параметрам артериального давления/ М.В.Войтикова, Р.В.Хурса //Технологии живых систем. – №2. –2014. – С. 45-53.
2. Хурса, Р.В. Квази-гипертензия при суточном мониторинге артериального давления /Р.В.Хурса //Здравоохранение. – 2015. – №7. – С.27-35.
3. Хурса, Р.В. Пульсовое давление крови: роль в гемодинамике и прикладные возможности в функциональной диагностике/ Р.В. Хурса //Мед. новости. – 2013. – №4. – С.13-19.
4. Хурса, Р.В. Латентные нарушения кровообращения у молодых людей и их коррекция при модификации образа жизни с включением физических нагрузок/Р.В.Хурса/ Оздоровительная физическая культура молодежи: актуальные проблемы и перспективы: Материалы II Международной научно-практической конференции, Минск, 2–3апреля 2015 года/электронный документ: <http://www.bsmu.by/page/8/2908/> – Минск, БГМУ, 2015. – С. 131-136.
5. Чубукова, И. А. Data Mining: учебное пособие/И.А.Чубукова. – М.: Интернет-университет информационных технологий: БИНОМ: Лаборатория знаний, 2006. – 382 с.