

УДК 614.1:312

Л.В. Сазыкина, канд. биол. наук

Технологическое обеспечение кардиологии

Представлена технология реализующая on-line и в реальном времени тактику мониторинга-компьютерного в диалоге с врачом анализа с опережающим моделированием. В технологии учтены традиционные клинические знания, протоколы и рекомендации. Обеспечивает итерационный подбор доз и препаратов при лечении острой недостаточности кровообращения. Позволяет оценить качество проводимого лечения.

The technology realising on-line and real time tactics of computer-aided monitoring in dialogue with doctor for analysis with advancing modelling is presented. In technology traditional clinical knowledge, reports and recommendations are considered. The approach provides iterative selection of doses and preparations for treatment of acute cardiac insufficiency. The quality of treatment can be estimated.

Введение

Выбор лечения при острой недостаточности кровообращения (ОНК) предполагает, как правило, сбор и анализ значительного количества признаков и параметров, включая данные анамнеза, наблюдения, опроса, инструментального контроля, сведения от родственников и т.п. К таким признакам и показателям относятся, например, бледность кожных покровов, частота и сила приступов боли, утомляемость, наличие и частота одышки, наличие сердечно-сосудистых заболеваний у родственников, величины показателей фракций холестерина, ЧСС и пульс, наличие и вид аритмии сердца, частота дыхания, объёмная скорость воздуха на вдохе и выдохе, артериальное давление систолическое, диастолическое, среднее и пульсовое, МОК и СИ, УО и ИУО левого и правого желудочков сердца, рост, вес и поверхность тела и т.п. Эти данные сравниваются с обобщенными в виде рекомендаций и протоколов клиническими знаниями о ОНК (см., например, Российские рекомендации ВНОК по диагностике и лечению ОНХ, и Европейского общества кардиологов ECS Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure..., 2008,), клиническим опытом врача и, в соответствии с этим, выбирается терапия.

Разработанное технологическое обеспечение в отличие от руководств, имеющих вербальную форму, позволяет непосредственно в ходе лечения выполнять опережающую имитацию патологического процесса и влияния на него лечебных мероприятий и лекарственных препаратов, а также оперативно использовать компьютерные средства (гипертекст, компьютерные базы данных и знаний, экспертные системы, поисковые системы Интернета и т.п.) для выбора и оперативной оценки соответствия стандартных рекомендаций состоянию больного (В.А. Лищук, 1991)

Основная часть

Материал. Технологическое обеспечение мониторинга-компьютерного анализа в on-line и RTE применялось во время ведения больных с 1975 г. Алгоритмические, программные и технические средства технологического обеспечения разрабатывались и непрерывно модернизировались до настоящего времени. За 2007-2009 гг. в компьютерные базы данных технологии (системы «Гарвей», «Айболит», «Миррор», «DocVue» и др.) были добавлены тренды, графики, диаграммы, результаты обработки, рекомендации и оценки качества 3832 больных, которым выполнялись кардиохирургические операции по поводу ишемической болезни сердца, нарушений ритма, приобретённых и врождённых пороков сердца и др. (см. В.А. Лищук, 2004-2009, Л.В. Сазыкина и др., 2005-2009).

Технологическое обеспечение. Для анализа состояния гемодинамики при ОНК в НЦССХ им. А.Н. Бакулева разработана мониторингово-компьютерная технология «Миррор». Подробное представление технологии дано в работах Бураковского В.И. и др. (1983, 1985, 1995), Лищука В.А. (1991-2001) и Газизовой Д.Ш. (1998). Здесь же приведем некоторые значимые характеристики этой технологии.

Основу технологии составляет алгоритм, обеспечивающий врача информацией для обоснованного принятия решений. Конструктивная математика, основанная на математическом моделировании фундаментальных физиологических знаний по кровообращению и сердцу, позволяет, используя алгоритмы идентификации, оценить по мониторируемым функциям свойства сердечно-сосудистой системы (В.А. Лищук, 1991).

К мониторируемым функциям относятся: период сердечных сокращений Т (обратная величина к частоте сердечных сокращений (ЧСС)), артериальное давление (систолическое АДс, диастолическое АДд, среднее АД), легочное артериальное давление (систолическое ЛАДс, диастолическое ЛАДд, среднее ЛАД), центральное венозное давление (ЦВД) и минутный объем крови МОК (часто используется показатель СИ – пронормированный относительно площади поверхности тела). Пример фрагментов кривых при изменении режимов электро-стимуляции сердца в раннем послеоперационном периоде приведены на рис. 1. В технологии предусмотрена возможность хранения и анализа всего периода наблюдения больного - от нескольких часов во время кардиохирургических операций до нескольких суток в отделениях реанимации и интенсивной терапии - для своевременного реагирования на расстройства, анализа в реальном времени и апостериори, юридической отчетности по ведению больного (Лищук В.А., 2001). Подробность хранения данных определяется задачей наблюдения. При тяжелых состояниях сохраняются мгновенные значения каждого цикла сердечных сокращений (оцифровка сигналов с частотой до 40КГц) в течении всего периода наблюдения – во время операции и в раннем послеоперационном периоде.

С помощью математической модели сердечно-сосудистой системы вычисляются свойства сердечно-сосудистой системы: насосные способности левого (КЛ) и правого (КП) сердца, об-

щее периферическое (ОПС) и легочное (ОЛС) сопротивление, тонус и эластичность резистивных и емкостных сосудов большого (ЭА, ЭВ) и малого (ЭЛА, ЭЛВ) кругов кровообращения. Для сравнения данных разных больных используются индексы (показатели соотнесены с площадью поверхности тела; см. В.А., Лищук, 2003, 2004).

Мгновенные значения контроля: ЭКГ (ЕКГ1), артериального давления (АР), легочного артериального давления (РА), центрального венозного давления (СVP), (копия экрана программы «МИРРОР»). Численные средние значения (вверху и справа): ЧСС, минутного объема крови (МОК), ударного выброса (УВ); номер истории болезни (Ниб), окружность груди (ОГ), окружность шеи (ОШ), расстояние между реографическими потенциальными электродами (L), МОКк – поправочный коэффициент; внизу время (часы:минуты:секунды). Внизу под экраном клавиши управления анализом данных: F1- ввод кривых за последние 5-6 секунд наблюдения, F2 – просмотр базы данных непрерывных записей кривых по разным больным, F3 – калибровка кривых, F4 – ручной ввод данных пациента, F5 – запуск непрерывной записи кривых в память компьютера, F6 – запуск режима непрерывного мониторинга кривых без их записи, F7 – расшифровка и расчет показателей гемодинамики, представленных на экране, F8 - разовая запись кривых, представленных на экране, F9 – изменение количества выводимых на экран кривых, F10 – запись протокола лечебных манипуляций, F11 – выбор режимов обработки данных.

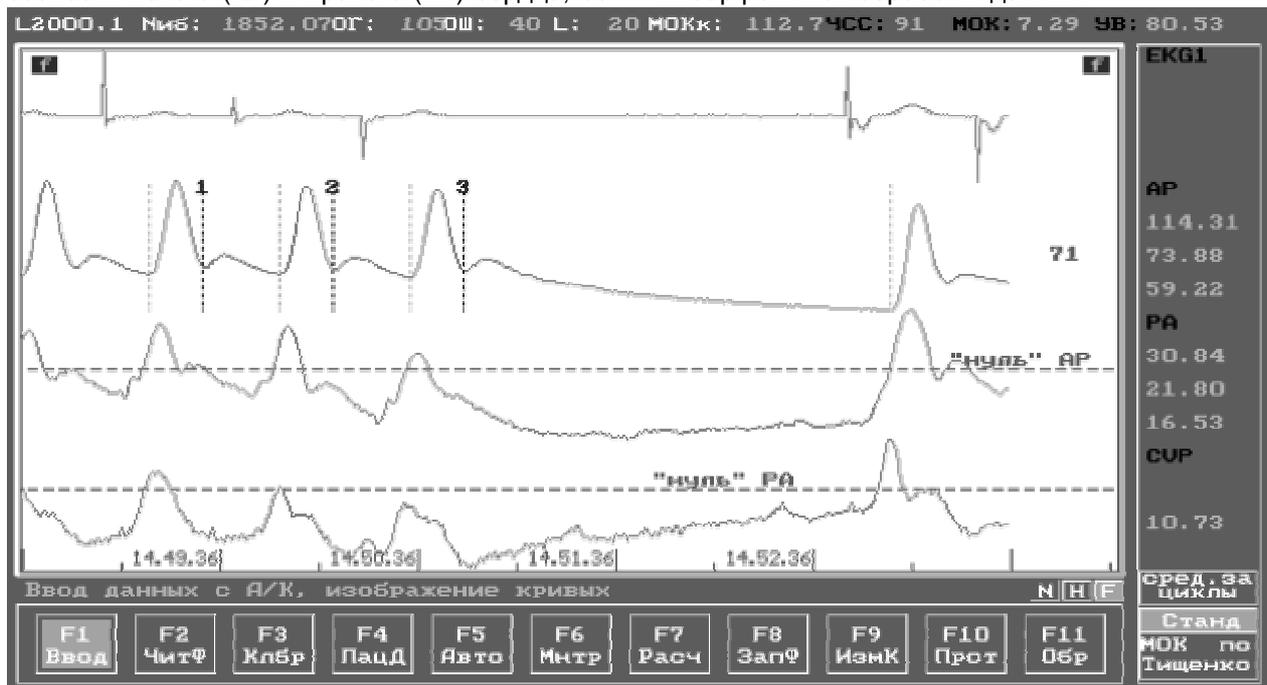


Рис. 1. Переход с правожелудочковой на левожелудочковую стимуляцию б-го С. ИБ №1852 в раннем послеоперационном периоде

Поцикловой анализ. Все процессы соотносены с естественной ритмикой организма - сердечной и дыхательной. В технологии предусмотрена возможность анализа каждого цикла сердечных сокращений для оценки быстрых процессов гемодинамики во время острых расстройств, лечебных манипуляций и терапии, при смене режимов стимуляции и т.п. (патент, Л.А. Бокерия и др., 2004).

Поцикловые тренды приведены на рис. 2. Представлена одна минута наблюдения с 9ч 16 мин 58 с до 9ч 17 мин 02 с. Показана реакция гемодинамики на кратковременное включение левожелудочковой стимуляции. Мониторно-компьютерный анализ позволил оперативно в реальном времени принять решение об отмене левожелудочковой стимуляции в связи с падением показателей гемодинамики до 30% (метка 3) и включении правожелудочковой стимуляции.

Слабое звено. Сравнивая состояние больного на данный период (за данный цикл сердечного сокращения) времени с нормой (подбор норм осуществляется оптимизационными алгоритмами), обоснованная методика выбора норм приведена в руководстве Л.А. Бокерия, В.А. Лищука, Д.Ш. Газизовой (1998), находится «слабое звено» - свойство, ответственное за ухудшение функции кровообращения. Итерационно нормализуя свойства, алгоритм позволяет определить патологическое звено, вызвавшее на данный момент ухудшение функции кровообращения, разграничив его с регуляторными реакциями организма на патологические сдвиги и лечение (В.И. Бураковский и др., 1983-1995, В.А., Лищук, 1991, Д.Ш. Газизова, 1987).

Пример анализа. Представление сдвигов в сердечно-сосудистой системе выполнено в ви-

де образа (Лищук В.А., 1991, Газизова Д.Ш., 1987). Ниже приведена диаграмма состояния гемодинамики больного С. в 14:41 при правожелудочковой электростимуляции сердца (рис. 3).

Радиусы большого круга представляют функции: СИ (сердечный индекс), АД (артериальное давление), ВД (центральное венозное давление), ЛАД (легочное артериальное давление), ЛВД (легочное венозное давление, давление заклинивания). Их величины могут иметь абсолютные, а могут – относительные значения. Например, ЛВД увеличено в 1, 29 раза по сравнению с нозологической нормой.

Маленькие кружки представляют свойства, от совокупности которых эти функции зависят. Состояние левого желудочка определяется его насосным коэффициентом, КП. Правого – КП. Состояние артериального резервуара, венозной системы, лёгочной артерии и лёгочных вен определяются их эластичностями (ЭА, ЭВ, ЭЛА, ЭЛВ). Кровоток через лёгочный и большой круги кровообращения зависит от сопротивлений микроциркуляторного ложа (ОЛС и ОПС) и т.п. Величины могут иметь абсолютные или, как здесь, относительные значения. Тонкими кружками показаны значения нозологической нормы.

Наиболее изменённая функция выводится на экран красным цветом. Наиболее изменённое свойство также. На диаграмме - левожелудочковая недостаточность с показателем КП, который снижен в 1,64 раза ниже нозологической нормы. В качестве нормы здесь взяты значения показателей больных с протезированием митрального клапана, послеоперационный период которых протекал без осложнений.

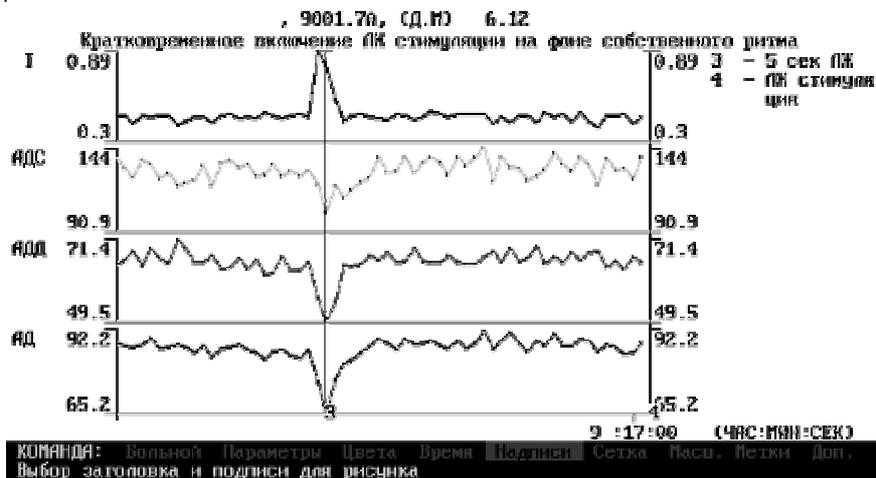


Рис. 2. Фрагмент трендов (1 минута наблюдения) б-ной К. на вторые сутки после операции протезирования аортального клапана. Копия экрана. На верхнем экране приведены тренды: периода сердечных сокращений Т (обратная величина к частоте сердечных сокращений (ЧСС)), артериального давления (систолического АДС, диастолического АДД, среднего АД). По оси абсцисс время – часы:минуты:секунды. Справа наименование меток: 1 метка - включение режима левожелудочковой стимуляции, 2 – без стимуляции, 3 – включение режима правожелудочковой стимуляции

- хирургии. Под ред. Л.А. Бокерия. В 2-х т. Т.1. - М.: Издательство НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН, 2001. – 540 с., ил.
7. *Бокерия Л.А., Лищук В.А., Газизова Д.Ш., Сазыкина Л.В.* Способ патофизиологически ориентированного мониторингового контроля вегетативных процессов человека // Патент на изобретение. 2004.
 8. *Бокерия Л.А., Лищук В.А., Газизова Д.Ш.* Система показателей кровообращения для оценки состояния, выбора и коррекции терапии при хирургическом лечении ИБС (нозологическая норма). Руководство. - М., 1998, 49 с.
 9. *Газизова Д.Ш.* Построение и исследование классификации острых нарушений кровообращения с помощью современных алгоритмических методов: Дис. ... канд. мед. наук: 14.00.06. – М., 1987. – 242 с.
 10. *Сазыкина Л.В., Газизова Д.Ш., Лищук В.А., Лобачёва Г.В., Никитин Е.С.* Вазопрессорная терапия при левожелудочковой острой сердечной недостаточности//XV Всероссийский Съезд сердечно-сосудистых хирургов (Москва 6-9 октября 2009): Тезисы докладов и сообщений. Декабрь, 2009.– М.: Издательство НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН.
 11. *Лищук В.А., Бокерия Л.А.* Математические модели и методы в интенсивной терапии: сорокалетний опыт. К 50 – летию НЦССХ им А.Н. Бакулева. Часть 1. 1966 – 1986 гг.// Клиническая физиология кровообращения. Номер 1. – 2006 г. – М.: Издательство НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. – С. 5 – 16.
 12. *Лищук В.А., Бокерия Л.А.* Математические модели и методы в интенсивной терапии: сорокалетний опыт. К 50 – летию НЦССХ им А.Н. Бакулева. Часть 2. 1986 – 1996 гг. // Клиническая физиология кровообращения. Номер 2.– 2006 г. – М.: Издательство НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН.– С. 22– 33.
 13. *Лищук В.А. Бокерия Л.А.* Математические модели и методы в интенсивной терапии: сорокалетний опыт. К 50-летию НЦССХ им А.Н. Бакулева. Часть 3, диагностика, 1986 – 1996 гг.//Клиническая физиология кровообращения. Номер 4.–2006 г.– М.: Издательство НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН – С. 12 - 25.
 14. *Лищук В.А. Бокерия Л.А.* Математические модели и методы в интенсивной терапии: сорокалетний опыт. К 50-летию НЦССХ им А.Н. Бакулева. Часть 4, терапия, 1986 – 1996 гг.// Клиническая физиология кровообращения. Номер 2.–2007 г.– М.: Издательство НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН.–С. 5- 21.
 15. *ECS Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. The Task Force for the Diagnosis and Treatment of Acute and Chronic Heart Failure 2008 of the European Society of Cardiology.* // *European Heart Journal* (2008) 29, 2388 – 2442.