

РАЗДЕЛ 5. МЕДИЦИНСКАЯ ИНФОРМАТИКА

Тема 5.6. Информационная модель лечебно-диагностического процесса

План:

1. Основные составляющие лечебно-диагностического процесса
2. Процесс деятельности медицинского работника как объект информатизации
3. Моделирование и использование моделей в медицине
4. Применение моделей в медицине

1. Основные составляющие лечебно-диагностического процесса

Медицинский технологический процесс — это оздоровительно-профилактический или лечебно-диагностический процесс (ЛДП) управления организмом (изменением структуры и функций), который реализуется в пространстве и времени с целью улучшения его состояния.

Конечной целью оздоровительно-профилактического процесса является ликвидация отклонений в состоянии здоровья пациента (при пограничных, донозологических состояниях и ранних проявлениях болезни), а целью ЛДП — ликвидация патологии (в случае острого заболевания) или перевод пациента в ремиссию (в случае хронического заболевания). Далее при рассмотрении ЛДП будем иметь в виду и оздоровительно-профилактический процесс.

Лечебно-диагностический процесс является частным случаем процесса управления в любой технологической системе. В клинической медицине объектом исследования и управления является организм пациента и внешняя по отношению к нему среда, субъектом управления — врач.

Объект — это то, на что обращена познавательная деятельность. Субъект — противоположное объекту — мыслящее «я». Необходимо заметить, что противопоставление объекта и субъекта относительно, так как при обращении на себя (или коллег) познавательной деятельности субъект становится объектом.

По отношению к состоянию пациента врач является лицом, принимающим решения (ЛПР).

Процесс управления включает в себя четыре этапа:

- 1) сбор и обработка информации о состоянии объекта управления;
- 2) диагностика, т.е. отнесение состояния объекта к одному из известных классов состояний;
- 3) принятие решения о воздействии на объект;
- 4) реализация принятого решения.

Эти этапы представляют собой контур управления. Реальные системы управления сложнее, однако, в целом такой контур управления применим к любой предметной области, в том числе к медицинскому технологическому процессу. Схема контура управления для задач клинической медицины приведена на рис. 1.

Задачи, которые решает врач любого лечебного отделения, однотипны и сводятся к сбору информации, решению диагностических и лечебных тактических вопросов, ведению медицинской документации. Несколько особняком стоят задачи, решаемые врачами диагностических и ряда других специализированных отделений, но в большинстве случаев они являются частным случаем задач, стоящих перед врачом лечебного отделения.

Для решения задач медицинского технологического процесса врач использует различную клиничко-диагностическую информацию: жалобы больного, данные анамнеза, осмотра и физикального обследования (пальпация, перкуссия, аускультация), результаты инструментальных и лабораторных методов исследования. При этом, за исключением ознакомления с медицинскими документами других учреждений, врач получает информацию тремя способами:

- вербальным — из беседы с больным;
- сенситивным — с помощью органов чувств врача и медицинских приборов (фонендоскопа, тонометра и т.д.);
- объективизированным, основанным на результатах лабораторных и инструментальных исследований.

(Данное деление несколько условно, так как, например, современные приборы для измерения давления относятся к третьему способу получения информации.)

Процесс получения врачом информации может быть достаточно продолжительным, так как зависит от сроков поступления результатов дополнительных исследований.

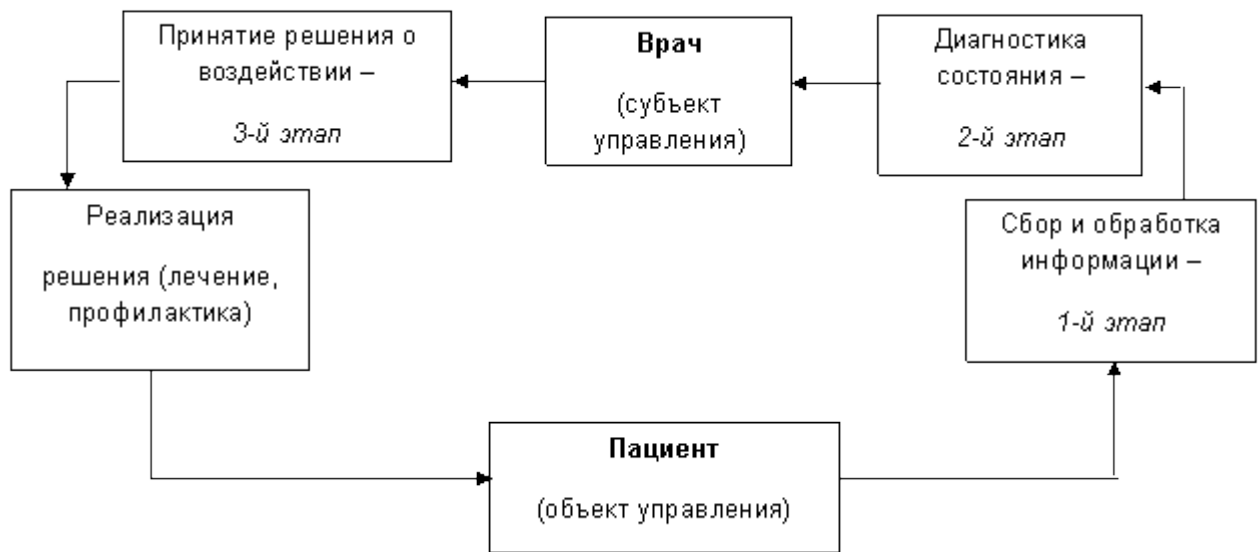


Рис. 1.

Рассмотрим это на примере типовой ситуации в стационаре. Сведения о жалобах и данные осмотра врач получает при первом контакте с больным и в процессе наблюдения за пациентом в отделении, данные общих анализов крови и мочи — в течение 1-х суток пребывания больного в стационаре, результаты электрокардиографии — обычно на 1—2-е сутки, рентгенографии, УЗИ — на 3—4-е сутки и т.д.

Диагностические задачи включают распознавание текущего состояния организма пациента, постановку развернутого нозологического диагноза, оценку тяжести состояния больного. Кроме того, в процессе наблюдения за больным врач решает задачи оценки динамики состояния пациента и прогнозирования развития патологического процесса, включая возможность и характер осложнений, исход заболевания.

В приемном отделении пациента осматривает врач приемного отделения, выставляющий предварительный диагноз, назначающий план обследования и лечения и направляющий в лечебное отделение.

Диагноз, поставленный в приемном отделении, является для врача лечебного отделения стационара одной из диагностических гипотез, которую необходимо подтвердить или опровергнуть. При этом последовательность диагностических исследований в зависимости от получаемых в процессе обследования результатов может подвергаться коррекции, а иногда и коренной трансформации.

Аргументация врача направлена, с одной стороны, на выявление признаков, являющихся характерными для предполагаемого им диагноза, а с другой — на поиск альтернативных признаков, отрицающих другие заболевания (например, высокий рост является однозначно отрицающим болезни, при которых обязательно значительно снижается рост), т.е. используются аргументы и контраргументы или факты «за» и «против». В самом общем виде можно говорить, что одновременно с исключением одного диагноза имеет место подтверждение другого (или других) диагноза (диагностической гипотезы).

На основе диагностической рабочей гипотезы врач принимает лечебные и тактические решения при каждом контакте с больным. В ходе обследования и лечения такие гипотезы возникают, сменяя друг друга, до тех пор, пока последняя, выдержав ряд проверок, не станет окончательным и обоснованным клиническим диагнозом.

Диагностический процесс можно условно подразделить на три взаимосвязанных этапа:

- 1) постановка первичного диагноза (предварительная гипотеза);
- 2) построение дифференциально-диагностического ряда (выдвижение дополнительных гипотез);
- 3) окончательный диагноз (обоснование окончательной гипотезы).

Общим является то, что диагностический процесс, построенный на рассуждениях о признаках и их сочетаниях, обосновывающих или отвергающих определенную диагностическую гипотезу, опирается на логику аргументации.

Лечебные задачи включают в себя принятие решений о медикаментозных и немедикаментозных воздействиях на выявленное патологическое состояние с учетом индивидуальных особенностей организма пациента и на основе оценки динамики его состояния.

Среди тактических решений врача лечебного отделения можно выделить:

1. решения о прекращении диагностического поиска, если тяжесть состояния больного такова, что не позволяет провести сложные диагностические процедуры;
2. решения о переводе пациента в отделение интенсивной терапии, если его состояние ухудшилось (осложнилось течение основного заболевания или остро возникло новое, требующее проведения интенсивной терапии);
3. решения о переводе в другое лечебное отделение, если впервые выявляется заболевание другого профиля (инфекционное, хирургическое, гинекологическое и др.), проявления которого становятся ведущими в клинической картине, или на передний план выходит сопутствующая патология. В этом случае врач может принять решение самостоятельно или пригласить врача-консультанта и принять совместное решение;
4. решение о выписке больного под наблюдение участкового врача.

Ведение медицинской документации — одна из важных составляющих медицинского технологического процесса. Сведения о всех составляющих ЛДП конкретного больного должны быть зафиксированы в медицинской карте или истории болезни. На ведение документации затрачивается большое количество времени врача. Старой и известной проблемой остается «врачебный» почерк.

Итак, в медицинском технологическом процессе на первом этапе управления осуществляется сбор и обработка информации о пациенте и его состоянии с помощью всех имеющихся в арсенале современной медицины методов. На втором диагностируется состояние организма — это может быть нозологическая диагностика, синдромальная диагностика, наконец, диагностика некоего состояния пациента, на которое необходимо реагировать. На третьем осуществляется выбор управляющих воздействий на основе прогнозирования возможных результатов их применения: выбор лечебных и профилактических мероприятий, оценка риска, связанного с их проведением, выбор тактических решений и т.д. На четвертом этапе осуществляются управляющие воздействия. После реализации выбранного комплекса управляющих воздействий вновь начинается сбор информации о состоянии пациента и(или) внешней среды для контроля состояния и своевременного внесения корректив в ЛДП. Таким образом, медицинский технологический процесс является циклическим. Все этапы управления в ЛДП осуществляются субъектом управления — врачом (ЛПР).

2. Процесс деятельности медицинского работника как объект информатизации

На современном этапе развития информационных технологий обеспечение нужной информацией (информационное обеспечение деятельности) невозможно без компьютеризации учреждения и автоматизации работы персонала.

Информационное обеспечение является важным фактором в работе как врачей ЛПУ, так и руководителей всех уровней здравоохранения. Своевременное получение нужной информации позволяет не только облегчить работу медицинских работников, но и повысить качество оказываемой населению медицинской помощи.

В ходе ЛДП в деятельности медицинского персонала и в первую очередь врача можно выделить множество элементов, обуславливающих необходимость работы непосредственно с медицинской информацией.

Работа по информатизации медицинского технологического процесса начинается с формулирования (формального уточнения) функций медицинского персонала в зависимости от должности по отношению к больному в течение всего периода времени от обращения пациента за медицинской помощью в ЛПУ до завершения лечения (табл. 1). Таблица не претендует на полноту; в ней не рассмотрены особенности хирургических и других отделений. Она призвана проиллюстрировать, что процесс деятельности медицинского работника можно рассматривать как объект информатизации.

Интегральная оценка информатизации врачебной деятельности может основываться на двух базовых характеристиках: полноте информатизации и характере используемых информационных систем. Полнота информатизации дает возможность оценить долю функций медицинского персонала, при реализации которых используются информационные технологии, в списке потенциально автоматизируемых функций. Полнота информатизации деятельности медицинского работника может быть представлена тремя уровнями: информатизацией основных функций, информатизацией части функций и начальным уровнем информатизации.

Статус больного	Должность медицинского работника	Функции медицинского работника
Поступающий	Медицинская сестра	Фиксация в истории болезни времени поступления пациента в отделение. Размещение в палате и фиксация номера палаты в истории болезни
Поступивший	Лечащий врач, заведующий отделением	Первичный осмотр в отделении. Описание результатов осмотра в истории болезни. Занесение в историю болезни предварительного диагноза, назначение консультаций, исследований, лечения, питания, режима
	Дежурный врач	Осмотр в нерабочее для штатного медицинского персонала лечебного отделения время. Знакомство с записями в истории болезни. Описание результатов осмотра, занесение предварительного диагноза, назначение экстренных консультаций, терапии, питания, исследований
В лечебном отделении	Медицинская сестра	Выполнение назначений. Формирование заявок на консультации, направлений на исследования. Подготовка больного к проведению исследований, сбор биоматериалов
	Лаборант	Забор материала для лабораторных анализов
В диагностическом отделении	Врачи и медицинские сестры диагностических отделений	Проведение исследований. Регистрация результатов в истории болезни
В лечебном отделении	Лечащий врач, заведующий отделением	Проведение текущего осмотра. Изменения в диагнозе, схеме обследования, лечении, питании, режиме
	Дежурный врач	Осмотр больного, требующего наблюдения, в нерабочее для лечащего врача время. Назначение экстренного обследования и лечения. Запись в истории болезни

Статус больного	Должность медицинского работника	Функции медицинского работника
В лечебном отделении	Врачи-консультанты	Проведение консультаций. Запись в истории болезни
На процедуре в специализированном подразделении	Врачи и медицинские сестры соответствующих подразделений	Проведение специфических лечебных пособий. Запись в истории болезни
В лечебном отделении	Лечащий врач, заведующий отделением	Выписка больного из лечебно-профилактического учреждения. Перевод в другое отделение (лечебно-профилактическое или реабилитационное учреждение). Оформление медицинской документации

табл.1

К последнему можно отнести ситуацию, когда при выполнении должностных функций медицинские работники используют на компьютере только стандартные приложения (текстовый редактор, электронные таблицы) и статистические пакеты для обработки данных. Фактически в этом случае речь идет об использовании лишь отдельных функций процесса автоматизации.

Информатизация любой функции врача может быть реализована на разных уровнях:

- ввод в компьютер произвольной информации с ее последующим хранением и использованием в процессе деятельности;
- использование шаблонов, справочников и БД;
- автоматизация сбора и обработки регистрируемой физиологической и лабораторной информации;
- интеллектуальная поддержка деятельности врача при принятии решений на разных этапах оказания пациенту медицинской помощи.

Реализация алгоритмов информатизации более высокого уровня не исключает возможности использования алгоритмов информатизации относительно простых функций.

3. Моделирование и использование моделей в медицине

Модель — это создаваемое человеком подобие изучаемого объекта (макет, изображение, схема, карта, словесное описание, математическое представление и т.п.). Метод моделирования состоит в исследовании объекта, явления или процесса путем построения моделей и их изучения. Модель всегда проще реального объекта, но она позволяет выделить главное, не отвлекаясь на детали. Необходимость моделирования объясняется принципиальной невозможностью исследования многих объектов или большой ресурсоемкостью их изучения.

Различают биофизические, физические, электрические, ситуационные, информационные, математические и другие модели.

Информационная модель — модель объекта, процесса или явления, в которой представлены информационные аспекты моделируемого объекта, процесса или явления. Среди информационных моделей особое место занимают модели представления знаний. Математическая модель — приближенное описание объекта, явления или процесса с помощью математической символики. Эта модель представляет собой систему математических соотношений: формул, функций, уравнений, систем уравнений, описывающих те или иные стороны изучаемого объекта, явления или процесса. Математическое моделирование — мощное средство познания, прогнозирования и управления. Анализ математической модели помогает проникнуть в суть изучаемого объекта или явления.

Математические модели строятся на основе данных эксперимента или умозрительно, описывают гипотезу, теорию или закономерность того или иного феномена и требуют дальнейшей проверки на практике. Различные варианты проводимых экспериментов выявляют границы

применения математической модели и создают условия для ее дальнейшей коррекции. Математическое моделирование часто позволяет предвидеть характер изменения исследуемого процесса в условиях, трудно воспроизводимых в эксперименте, а в отдельных случаях позволяет предсказать ранее неизвестные явления и процессы.

Процесс математического моделирования принято делить на несколько этапов.

1. *Постановка задачи.* Необходимо отметить, что построение модели подразумевает наличие у специалиста хорошего уровня знаний предметной области, в рамках которой осуществляется моделирование. В постановку задачи входят определение цели исследования, выделение объекта исследования, определение параметров исследуемого объекта, выявление взаимосвязей между параметрами. Этап завершается записью модели в математическом виде.

2. *Проведение модельных экспериментов.* На этом этапе осуществляется решение прямой задачи, для которой предназначена математическая модель, т. е. получение выходных данных для дальнейшего сопоставления с результатами наблюдений изучаемых явлений. Исследователь сознательно изменяет условия функционирования модели, регистрирует ее «поведение» в разных условиях. Важная роль при проведении модельных экспериментов принадлежит вычислительной технике. Именно она обеспечивает возможность обчета многочисленных модельных экспериментов. Итогом второго этапа моделирования является множество результатов модельных экспериментов.

При математическом моделировании разных процессов и явлений может использоваться один и тот же математический аппарат. Это упрощает задачу моделирования, дает возможность выбора из полученных вариантов.

3) *Оценка реализованной модели.* Выясняют, удовлетворяет ли созданная математическая модель критерию практики, т.е. согласуются ли результаты наблюдений с теоретическими (гипотетическими, модельными) данными в пределах заданной точности. Достижение такого результата означает, что положения, лежащие в основе модели, правильны и модель пригодна для исследования выбранного объекта или явления.

4) *Анализ модели на основе накопленных данных об изучаемом объекте, модернизация первоначально построенной модели.* С получением новых научных данных знания об исследуемом объекте уточняются, и наступает момент, когда результаты, получаемые на основании существующей модели, перестают им соответствовать. Возникает необходимость уточнения данной модели или построения новой. Между моментами построения исходной и последующей моделей проходят разные промежутки времени в зависимости от сути изучаемого явления, уровня и скорости исследования данной предметной области, характера полученных новых знаний и данных.

4. Применение моделей в медицине

В медицине модели применяются для исследования структур, функций и процессов на разных уровнях организации живого организма: атомарно-молекулярном, субклеточном, клеточно-тканевом, органно-системном, организменном, биоценоотическом.

В медицине, как и в биологии, используются в большинстве случаев биологические, физико-химические, математические модели. Исторически сложилось, что в медицине до сих пор широко распространены словесные описания объектов и процессов (например, заболеваний), а в последние десятилетия все чаще применяются информационные модели.

Биологические модели в медицине применяются для воспроизводства на лабораторных животных заболеваний или состояний, встречающихся у человека. Таким образом, в эксперименте исследуются механизмы возникновения заболевания, его этиология, патогенез, течение, изучаются варианты воздействия на протекание болезни, сравнивается эффективность применения различных лечебных пособий. В эксперименте, например, моделируются ишемические нарушения и гипертоническая болезнь, злокачественные новообразования и генетические заболевания, инфекционные процессы и др.

Для реализации биологических моделей экспериментальным животным вводят токсины, заражают их микробами, перевязывают сосуды, исключают из пищи определенные вещества, помещают в искусственно создаваемую среду обитания и др. Подобные экспериментальные

модели применяются в нормальной и патологической физиологии, генетике, фармакологии, хирургии, реаниматологии. Физико-химические модели имитируют сложные акты поведения, например формирование условного рефлекса.

Удачным следует признать опыт построения электронных схем, моделирующих биоэлектрические потенциалы в нервной клетке и синапсе на основе данных электрофизиологических исследований.

В настоящее время в медицине самое широкое распространение получили математические модели. Они используются практически во всех ее областях. Математические модели применяются для изучения сложных физиологических процессов, диагностики патологических состояний, исследования взаимодействия систем организма в норме и патологии, при изучении эпидемических процессов, в клинической иммунологии, фармакокинетике.

Из математических моделей, известных в физиологии, следует упомянуть модель возбуждения нервного волокна, предложенную А.Ходжкином и А.Хаксли.

Модель сердечной деятельности Ван дер Пола и Ван дер Марка, основанная на теории релаксационных колебаний, позволила предсказать возможность особого нарушения сердечного ритма, впоследствии обнаруженного у человека.

Ярким примером использования математической модели для обобщения накопленных экспериментальных знаний является модель кровообращения Ф. Гродинза. Построением и исследованием моделей кровообращения, применяющихся в практике российской сердечно-сосудистой хирургии, занимается В.А.Лищук.

В медицинской информатике широко используется моделирование, особенно часто математическое и информационное. Математические модели используются для расчета клинически значимых показателей при обработке сигналов и изображений, для описания заболеваний и состояний при вычислительной диагностике и прогнозировании. Информационное моделирование все чаще применяется при описании деятельности ЛПУ и их подразделений. И информационное, и математическое моделирование применяется в задачах, связанных с управлением здравоохранением.