

О ПРОГНОЗИРОВАНИИ КАЧЕСТВА ОПЕРАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ

А. В. Харламов

*Саратовский национальный исследовательский
государственный университет им. Н. Г. Чернышевского, Россия
E-mail: harlamovav@info.sgu.ru*

В статье описано решение задачи прогнозирования в реконструктивной хирургии позвоночно-тазового комплекса. Сформулирована идея, представлены алгоритм и структура программной реализации прогноза. Представлен пример расчета прогноза на реальных данных, указано направление дальнейшего повышения качества прогнозирования.

ON PREDICTING THE QUALITY OF OPERATIVE TREATMENT

A. V. Kharlamov

The article describes the solution to the prediction problem in reconstructive surgery of the spinopelvic complex. The idea is formulated, the algorithm and structure of the software implementation of the forecast are presented. An example of calculating a forecast using real data is presented, and the direction for further improving the quality of forecasting is indicated.

С 2018 по 2021 годы в СГУ при поддержке Фонда перспективных исследований (договор № 6/130/2018-2021 от 01.06.2018 г.) реализовывался проект по теме: «Разработка прототипа системы поддержки принятия врачебных решений (СППВР) в реконструктивной хирургии позвоночно-тазового комплекса (ПТК)».

Суть проекта заключалась в разработке предварительной рабочей версии СППВР для повышения эффективности лечения пациентов с травмами и заболеваниями ПТК.

Реализованная схема «планирование – моделирование – прогноз» позволяет, используя данные пациента и ретроспективный опыт лечения, проводить биомеханическое моделирование, планирование, а также прогнозирование успешности вариантов лечения. Прогнозирование, выполненное на основе статистических данных по результатам предыдущих историй пациентов, способствует обоснованному выбору хирургического реконструктивного лечения и повышению его эффективности.

Прогнозирование в данной схеме представляет отдельную самостоятельную задачу, метод решения которой подробно обосновывается в [1]. Тем не менее, модуль прогноза является неотъемлемой частью общей схемы и в своей работе опирается на данные модулей планирования и моделирования. По данным пациента, занесенным в электронную карту, осуществляется геометрическое планирование и биомеханическое моделирование, анализируются варианты оперативного вмешательства, на основе чего с учетом накопленной статистики хирургического реконструктивного лечения, дается оценка успешности вариантов

лечения. Структура модуля прогнозирования представлена на рис. 1.



Рис. 1. Структура программной реализации прогноза

Как правило, любой статистический прогноз основывается на выявленных закономерностях. В данном случае такой подход осложнялся не только отсутствием достаточной ретроспективной базы данных о применяемых методах и результатах хирургического лечения, но также объективными причинами. Например, информация об оценке состояния пациентов до и после операции, результатов лечения зачастую носит субъективный характер, основанный на типовых опросах. При одинаковых исходных посылках выбор самого лечения может быть неоднозначен и обусловлен в большей степени субъективным опытом хирурга, чем объективными показателями. Алгоритмизировать этот опыт пока не представляется возможным в связи с применением различных практик специалистами и отсутствием научно подтверждённых способов формализации врачебного опыта. Дискуссии относительно типа оперативного лечения в том или ином случае являются неотъемлемой частью научных конференций и публикаций. Отсутствие научно подтверждённых способов формализации врачебных практик не позволило окончательно построить статистически обоснованную прогностическую модель и выявить значимые факторы для выбора типа операции и предсказания результатов лечения.

Анализ предоставленных эмпирических данных показал невозможность однозначного выбора целевой функции, характеризующей качество оперативного лечения. Сложность построения моделей усугублялась отсутствием предпосылок их применения (независимость показателей, нормальное распределение

характеристик и прочее), а также необходимостью использования различных в каждом случае статистически значимых показателей, выявление которых представляет отдельную задачу. Специфические особенности построения прогностических моделей в медицине рассматривались в [2, 3].

В результате изучения критериев прогнозирования результатов хирургического лечения, опыта реконструктивного лечения, экспертных оценок, теоретических исследований и эмпирических данных, был разработан алгоритм прогнозирования, основанный на классификации пациентов по изменению их состояния до и после операции. Схематично алгоритм (дерево) прогноза изображен на рис. 2.

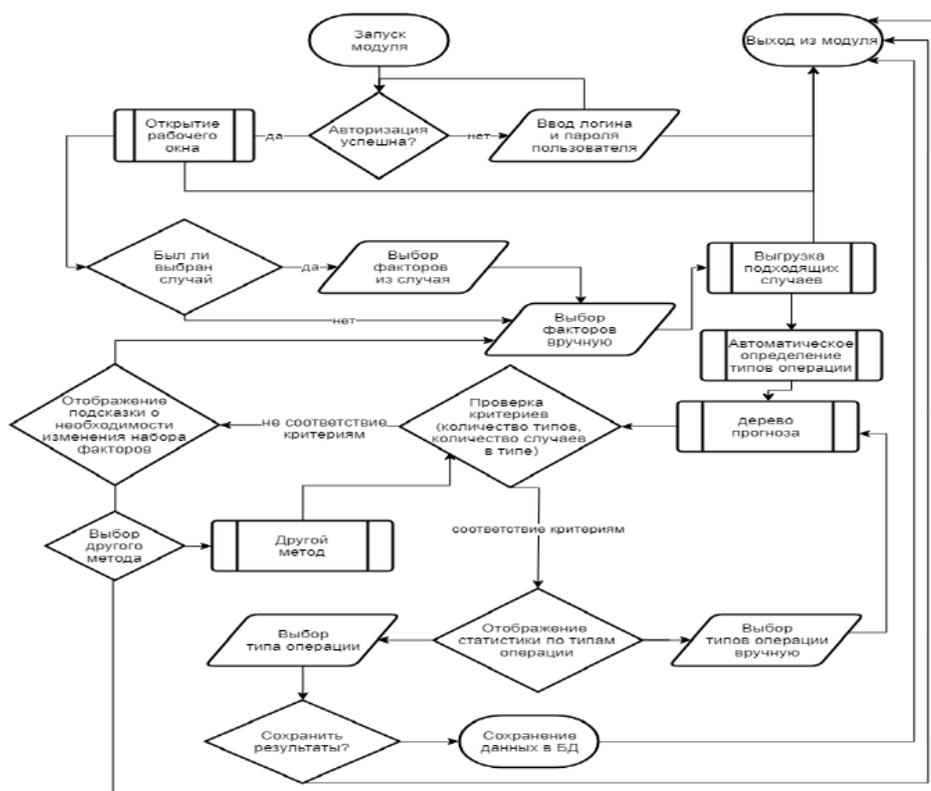


Рис. 2. Алгоритм дерева прогноза

В основе прогноза лежат экспертные оценки, учитывающие разнообразный опыт оперативного лечения.

Реализация алгоритма предполагает наличие возможности выбора из нескольких вариантов по типам операций, исходя из имеющихся практик применения реконструктивного оперативного лечения.

Модель строится в виде «дерева прогноза», точки ветвления в котором определяются типом травмы (заболевания), способами лечения, антропометрическими свойствами пациента и прочими показателями из задействованных баз данных. Листья характеризуют качество лечения для соответствующего типа заболевания и метода лечения.

Качество оперативного лечения характеризуется абсолютным и относи-

тельным изменением индекса инвалидности ODI (Oswestry Disability Index) и показателем боли VAS (Visual Analog Scale) после операции. Относительное изменение ODI вычисляется как отношение разности между значениями ODI до и после операции к значению ODI после операции.

Качество комплексного лечения характеризуется абсолютным значением ODI сразу после операции, а также через 3, 6 и 12 месяцев.

Все прогнозы имеют вид вероятностных (интервальных) показателей.

Вводя характеристики конкретного пациента, тип травмы и метод лечения (возможны варианты), с заданной вероятностью получают интервал ожидаемых значений характеристик качества лечения. Пример конкретной реализации работы программы представлен на рис. 3.

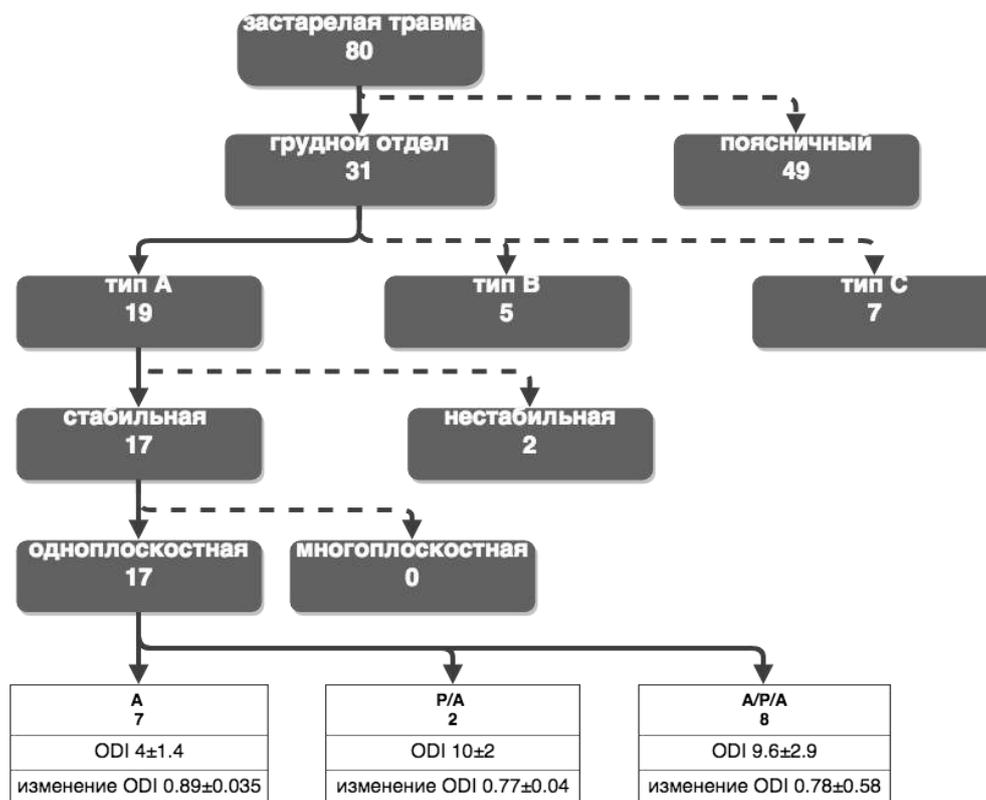


Рис. 3. Построение предварительного прогноза

Программная реализация модели имеет два варианта. Локальный, когда построенное прогностическое дерево можно применять как «прогностический калькулятор», аналогично [4]. И как элемент СППВР, где в модель включена обратная связь. Во втором случае модель обновляется при каждом пополнении баз данных. Прогнозирование может осуществляться в предписанном варианте, но также существует возможность включения/исключения точек ветвления дерева прогноза.

В силу неполноты имеющихся баз данных на этапе разработки прототипа СППВР отладка программы осуществлялась на модельных данных. Модельные данные не позволяют выявить причинно-следственные связи и определить зако-

номерности между исходными показателями и результативными. Предполагается, что наполнение баз данных до соответствующего объема позволит реализовать обратную связь, заложенную в программу прогноза.

«Обратная связь» дает возможность исследовать объективную статистическую информацию, выявлять причинно-следственные связи в накопленных данных и оптимизировать прогностическую модель, включая влияющие на результат лечения факторы и исключая не влияющие.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Kossovich L. Yu., Kharlamov A. V., Lysunkina Yu. V., Shulga A. E.* Mathematical modeling and prediction of the effectiveness of surgical treatment in surgery of the pelvic complex // *Vestn. Samar. Gos. Tekhn. Univ., Ser. Fiz.-Mat. Nauki.* 2019. Vol. 23. No. 4. pp. 744-755.
2. *Харламов А. В.* Анализ рисков применения прогностических моделей // *Материалы X Междун. науч.-практич. конф. Математическое и компьютерное моделирование в экономике, страховании и управлении рисками.* 2021. № 6. С. 164-168.
3. *Харламов А. В.* Спецификация модели кровопотери при сочетанных травмах таза // *Материалы XI Междун. науч.-практич. конф. Математическое и компьютерное моделирование в экономике, страховании и управлении рисками.* 2022. № 7. С. 127-131.
4. *Дмитриев П. О., Харламов А. В., Кажанов И. В., Кириллова И. В., Коссович Л. Ю., Фалькович А. С., Микитюк С. И., Петров А. В.* Спецификация прогностических моделей и программная реализация калькулятора для прогноза летального исхода при сочетанной травме таза // *Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия : Математика. Механика. Информатика.* 2022. Т. 22. Вып. 3. С. 376-392.