

© O.S.Antonov, A.O.Antonov, E.V.Lenko et al., 2007

О.С.Антонов¹, А.О.Антонов², Е.В.Ленько¹, К.П.Гилев⁴, А.В.Гутов¹,
Д.А.Лутанин¹, Н.Т.Пак¹, В.П.Третьяков³

АВТОМАТИЗАЦИЯ ДИАГНОСТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ НА БАЗЕ ДАННЫХ ЦИФРОВЫХ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ОРГАНОВ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ: ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

¹ФГУ «ННИИ патологии кровообращения им. акад. Е. Н. Мешалкина Росздора»

²Фонд «Медсанчасть 168»

³НИИ автоматики и электрометрии СО РАНЗ.

⁴Институт математики им. С.Л. Соболева СО РАН.

Новосибирск, Россия

АБСТРАКТ

В продолжение ранее начатых исследований применения цифровой рентгенографии для объективизации диагностики заболеваний сердечно-сосудистой системы и автоматизации этого процесса авторами проводится накопление информации по результатам измерений в «зонах» интереса на цифровых рентгеновских изображениях органов грудной клетки. Эти измерения автоматически заносятся в универсальную базу, а обработка данных выполняется при помощи системы алгоритмов ограниченного перебора WizWhy.

На примере выявления соответствия между формой и размерами сердечно-сосудистой тени на цифровой рентгенограмме и данными ультразвукового исследования – фракцией выброса левого желудочка и его конечно-диастолического размера авторами показана практическая реализация разработанных подходов и перспективность их дальнейшего развития.

Как нами было отмечено в предыдущей публикации [1] цифровые рентгеновские диагностические изображения (ЦРДИ) и программы их обработки должно повысить диагностическую эффективность рентгеновского метода в диагностике патологических состояний. Анализ данных, получаемых в ходе цифровой рентгенографии, (сопоставление информации, получаемой в реальном времени, с диагностическими паттернами, составленными на основе многочисленных предыдущих наблюдений) позволит проводить предварительную диагностику в минимально короткие временные сроки и без участия «человеческого фактора» (результаты станут более объективными, в рамках «доказательной медицины»). Это особенно важно для динамического наблюдения за состоянием пациентов, получающих консервативную терапию, либо прошедших через оперативное лечение. Все вышесказанное не означает полную замену врача-рентгенолога компьютерной программой диагностики – она лишь должна помочь ему облегчить его труд, а в каких-то случаях давать окончательное решение для постановки диагноза. «Компьютерный диагноз» это второе мнение, нужное как для подтверждения умозаключений диагноста, так и для выявления ошибочных суждений. Цифровые технологии получения рентгеновского изображения лишь расширили возможности рентгенодиагностики, являя собой ее новый инструмент. Достижение же конечной цели - определение патологий и их происхождение – по-прежнему полностью возложено на врача-рентгенолога и всецело зависит от его квалификации. Попытки создания алгоритмов, которые бы позволили автоматизировать эту работу с помощью компьютера, пока еще не привели к желаемому результату. Есть мнение, что многовариантность скиалогического отобра-

жения нормы и патологии, непредсказуемость их проекционных сочетаний на рентгенограммах, пока не позволяют надеяться на существенный прогресс в решении этой проблемы[6]. Однако мы хотим с этим не согласиться.

За прошедшее время нами отработаны на практике и нашли клиническое применение два подхода автоматизированной диагностики по цифровым рентгенограммам, созданные на основе компьютерных программ интеллектуального анализа данных (статистический пакет STATISTIKA 6.0 и система алгоритмов ограниченного перебора WizWhy). Первый применен к пациентам с врожденными пороками сердца (ВПС) - численные значения оптической плотности участков легочных полей на цифровых рентгенограммах с характеристиками «гиперволемиа малого круга кровообращения» (ГВ) и «гипертензия малого круга кровообращения» (ГТ) позволяют судить о качествах измененного легочного рисунка при некоторых ВПС, при этом с помощью программы и компьютера можно проводить их предварительную диагностику и отслеживать динамику изменения легочного рисунка после операции. Чувствительность и специфичность определения качества легочного рисунка при ВПС составляет - для ГВ 89% и 75%, для ГТ 100% и 77% соответственно [2], [5]. Второй подход используется у больных с приобретенными клапанными пороками сердца (ПКПС) – соотношения участков площадей сердечно-сосудистой тени к соответствующим участкам легочных полей моделируют наиболее распространенные сочетанные и комбинированные приобретенные клапанные пороки сердца. Компьютерная программная обработка ЦРДИ позволяет выделить больных с ПКПС из всего потока проходящих обследование людей, в том числе и при профилактических осмотрах. Если же больной с ПКПС был прооперирован, то возможно оценить эффект проведенной операции. Чувстви-

Contact Information:

Prof. Oleg Antonov

E-Mail: olantonov@yandex.ru

тельность и специфичность диагностики ПКПС составляют не ниже 60% и не ниже 80% соответственно [2], [3]. Подводя итоги проделанной работы, мы пришли к выводу, что для перехода на цифровые технологии получения рентгенодиагностических изображений и полного использования всей информации, заключенной в них, необходимо разрабатывать и совершенствовать базу данных медицинского, социального и статистического сопровождения ЦРДИ. Эта база должна стать источником информации для программ интеллектуального анализа данных (Data Mining). Современные технологии Data Mining (discovery-driven data mining) перелопачивают информацию с целью автоматического поиска шаблонов (паттернов), характерных для каких-либо фрагментов неоднородных многомерных данных. В отличие от оперативной аналитической обработки данных (online analytical processing, OLAP) в Data Mining бремя формулировки гипотез и выявления необычных (unexpected) шаблонов переложено с человека на компьютер. Известно много экспертных систем для постановки медицинских диагнозов, построенных на основе правил, описывающих сочетания различных симптомов разных заболеваний. Технологии Data Mining позволяют обнаруживать в медицинских данных шаблоны, составляющие основу указанных правил [4]. Несмотря на обилие методов Data Mining, приоритет постепенно все более смещается в сторону логических алгоритмов поиска в данных if-then правил [8]. С их помощью решаются задачи прогнозирования, классификации, извлечения из данных «скрытых» знаний, интерпретации данных, установления ассоциаций а базе данных и др., при этом результаты таких алгоритмов эффективны и легко интерпретируются. Наиболее ярким современным представителем этого подхода является система WizWhy предприятия WizSoft. На сегодняшний день она является одним из лидеров на рынке продуктов Data Mining. И это не лишено оснований, так как система WizWhy постоянно демонстрирует более высокие показатели при решении практических задач, чем все остальные алгоритмы [4].

В данное время наши усилия сосредоточены на создании базы данных сопровождения ЦРДИ. Она представляет собой таблицу, в одну часть которой для каждого пациента включены паспортные данные и диагноз, подтвержденный хирургическими находками при оперативных вмешательствах при данной патологии, количественные показатели, отражающие оптическую плотность «зон интереса» (выделяемых на ЦРДИ участках изображения) в легких, размеры теневой картины сердца и крупных сосудов в определенных «зонах интереса», а в другую часть входят данные, «золотые стандарты», полученные для того же больного другими методами – ультразвуковое исследование сердца и сосудов, томография, сцинтиграфия и др. При этом, последние, как и диагноз, выполняют роль «обучающих» переменных для построения паттернов.

Наполнение той части базы данных, которые представляют собой результаты измерений на ЦРДИ, по нашему мнению, может выполняться двумя путями. Первый из них - более оптимальный – подразумевает полное автоматическое оконтуривание легких и средостения на ЦРДИ органов грудной клетки с автоматическим нанесением – 1) на легочные поля универсальных «зон интереса», в которых будут учитываться оптическая плотность и дискретность - 2) на срединную тень нанесение универ-

сальных участков с измерением их размеров (площадей) - и последующего автоматического перенесения цифровых значений всех зон интереса в таблицу сопровождения ЦРДИ. Второй путь предполагает оконтуривание легких и средостения вручную. Эта операция в силу своей простоты может быть поручена рентген-лаборанту - в этом случае оконтуривание легких и средостения осуществляется посредством выставления точек-реперов в «трудных» местах контуров (верхушка легкого, грудинно-ключичное сочленение, тень сердца за корнем легкого) с последующим нанесением на ЦРДИ универсальных «зон интереса» и дальнейшим автоматическим переносом данных в таблицу (полуавтоматический способ).

Ввиду сложности проведения в настоящее время автоматизации оконтуривания (соответствующее программное обеспечение находится на стадии создания) мы провели пилотное исследование при помощи полуавтоматического способа. Своей задачей мы поставили выявление соответствия между формой и размерами сердечно-сосудистой тени на ЦРДИ и данными ультразвукового исследования – фракцией выброса левого желудочка и его конечно-диастолического размера. Были обработаны измерения в 200 клинических наблюдениях, и результаты показали возможность с высокой точностью определять ультразвуковые характеристики левого желудочка методом цифровой рентгенографии. При этом мы пришли к выводу, что более целесообразно выявлять связь между тенью средостения и конечно-диастолическим размером левого желудочка, чем с фракцией выброса, в отличие от Ronan F. J. Browne с соавт. [7]. Это связано с тем, что конечно-диастолический размер левого желудочка измеряется непосредственно, а фракция выброса величина относительная.

Несмотря на трудности, с которыми нам пришлось столкнуться, наполнение базы данных ЦРДИ происходит хотя и не так быстро, как нам бы хотелось, но постоянно и непрерывно. Одной из проблем здесь является малое количество наблюдений варианта «норма», особенно у детей разных возрастных групп. Если взрослые, которые не страдают заболеваниями системы кровообращения, могут наблюдаться нами в рамках ежегодного профилактического осмотра среди сотрудников клиники, то детей без патологии сердечно-сосудистой системы мы практически не встречаем. Мы нуждаемся в получении дополнительных ЦРДИ органов грудной клетки людей разного возраста и пола и готовы к сотрудничеству с заинтересованными в этом исследователями в плане обмена такой информацией.

Литература.

1. Антонов О.С., Антонов А.О., Ленко Е.В., Гутов А.В., Пак Н.Т., Третьяков В.П. Опыт практического применения базы данных цифровых диагностических изображений: решения и возможности», материалы Второй международной дистантной научно-практической конференции "Новые технологии в медицине", г. Санкт-Петербург, 2005, с.91.
2. Антонов О.С., Караськов А.М., Ленко Е.В., Гутов А.В., Пак Н.Т. Дифференциальная диагностика вариантов кровенаполнения легочного артериального русла и клапанных пороков сердца с использованием «Data mining» цифровой рентгенографии», Патоло-

- гия кровообращения и кардиохирургия, №1, 2004г. С.65-71.
3. Гутов А.В., Автоматизированная оценка результатов хирургического лечения приобретенных клапанных пороков сердца по цифровым рентгенограммам, диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук, г.Новосибирск, 2005г.
 4. Дюк В., Самойленко А., Data Mining: учебный курс, СПб: Питер, 2001г.
 5. Пак Н.Т., Оценка результатов операции при врожденных пороках сердца путем цифровой идентификации варианта переполнения русла легочной артерии, диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук, г.Новосибирск, 2005г.
 6. Тарасов А.И., Владыкин С.М. Биэнергетическая цифровая рентгенография, сайт практического рентгенолога – zhuravlev.info, 11 октября 2005г.
 7. Ronan F. J. Browne, Geraldine O'Reilly and David McInerney, Extraction of the Two-Dimensional Cardiothoracic Ratio from Digital PA Chest Radiographs: Correlation with Cardiac Function and the Traditional Cardiothoracic Ratio, Journal of Digital Imaging, V. 17, N.2, June 2004, p. 120 – 123.
 8. Boris Kovalerchuk, Evgenii Vityaev, James F. Ruiz, Consistent Knowledge Discovery in Medical Diagnosis, IEEE Engineering in Medicine and Biology, July/August 2000, p.1-11.

O.S.Antonov, A.O.Antonov, E.V.Lenko, K.P.Gylev, A.V.Gutov, D.A.Lutanin, N.T.Pak, V.P.Tretyakov

AUTOMATION OF CARDIO-VASCULAR DISEASES DIAGNOSTICS ON THE BASIS OF INFORMATION DERIVED FROM DIGITAL DIAGNOSTIC IMAGES OF CHEST ORGANS: SCOPE AND PROSPECTS

Novosibirsk, Russia

ABSTRACT:

In continuation of our earlier research of digital roentgenography application, we go on accumulating information on results of measurements in the zones of interest on chest organs digital X-ray images for the purposes of objectivization of cardiovascular diseases diagnostics. These measurements are automatically entered into the multipurpose database, and the data are processed by means of WizWhy limited sweep algorithm system.

We have demonstrated implementation of approaches worked out, and availability of their further development on the example of determining the correspondence between the size of cardiovascular shadow on the digital X-ray image and the data of ultrasound examination - left ventricle output fraction and its end-diastolic volume.

© D.N.Afonin, V.P.Doru-Tovt, P.N.Afonin, 2007

Д.Н.Афонин, В.П.Дору-Товт, П.Н.Афонин
К ВОПРОСУ О ПРОГНОЗИРОВАНИИ НАРУШЕНИЙ
ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ У БОЛЬНЫХ ГЕМАТОГЕННЫМ
ОСТЕОМИЕЛИТОМ ПОЗВОНОЧНИКА

ФГУ «СПбНИИ Фтизиопульмонологии Росздрава», Санкт-Петербург

ФГУ «Бюро МСЭ Тамбовской области», Тамбов

ГОУ ВПО «Санкт-Петербургский филиал РТА», Санкт-Петербург

Россия

АБСТРАКТ

Рассмотрены возможности применения искусственных нейронных сетей для прогнозирования нарушений жизнедеятельности у больных гематогенным остеомиелитом позвоночника на различных этапах лечения и реабилитации. Точность прогнозирования составила для ближайшего периода – 92,3% , для отдаленного периода - 90,6%.

Ключевые слова

Гематогенный остеомиелит, позвоночник, прогнозирование, искусственные нейронные сети

Введение

Гематогенный остеомиелит является одним из наиболее тяжелых заболеваний позвоночника, внезапно и быстро развивающимся и часто приводящим к инвалидизации больных [5]. Прогнозирование показателей жизнедеятельности больных с данной патологией на первых этапах лечения позволит своевременно определить наиболее эффективную тактику лечения, решить вопрос о виде нетрудоспособности, необходимости проведения

медико-социальной экспертизы и перспективах лечения [1].

Учитывая разноразмерность исходной информации оптимальным методом прогнозирования в медицине являются нейронные сети [2]. Искусственные нейронные сети относятся к классу обучаемых интеллектуальных систем управления с нервно-системной организацией. Такие системы позволяют существенно повысить эффективность диагностики заболеваний и прогнозирования результатов их лечения за счет использования глубоких принципов организации нейронных структур центральной нервной системы человека и когнитивных ме-

Contact Information:

Prof. Dmitriy Afonin

E-Mail: boss@surgeyserver.com