

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА ПРОГРАММ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПЕРИОПЕРАЦИОННЫХ РИСКОВ У ПАЦИЕНТОВ С ОБЛИТЕРИРУЮЩИМ АТЕРОСКЛЕРОЗОМ СОСУДОВ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ

© 2015 Л.С. Зеленко¹, А.В. Кругомов², А.В. Кумакшев¹, О.В. Пищулина¹

¹ Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет)

² Самарский государственный медицинский университет

Поступила в редакцию 30.07.2015

В статье предлагается описание комплексного решения количественной оценки прогнозируемых осложнений при хирургическом лечении пациентов с облитерирующим атеросклерозом сосудов нижних конечностей (ОАСНК). Предлагаемый комплекс программ включает шкалы оценки риска кардиальных, пульмонологических, нефрологических, неврологических и инфекционных осложнений, а так же периоперационной смертности при хирургическом лечении ОАСНК. Прогностические модели с изученной точностью собраны в одном приложении, удобном для использования в клинической практике.

Ключевые слова: информационные технологии, программное обеспечение, медицинский калькулятор, шкала, индекс, оценка риска, осложнения, облитерирующий атеросклероз сосудов нижних конечностей, сосудистая хирургия.

1. ВВЕДЕНИЕ

Хронические облитерирующие заболевания артерий нижних конечностей являются распространенным заболеванием и встречаются у 2–3% населения. В структуре заболеваний сердечно-сосудистой системы облитерирующий атеросклероз сосудов нижних конечностей (ОАСНК) составляет до 20%, и в 77,5 % случаев является причиной тяжелой инвалидизации в РФ. Оптимальным методом лечения ОАСНК является хирургическое восстановление кровотока по изменённым сосудам. Выбор оперативного вмешательства у пациентов с ОАСНК обусловлен желанием получить наилучший отдалённый результат. Однако выполнение оптимального способа реваскуляризации сопряжено с рисками периоперационной заболеваемости и смертности. Прогнозирование этих рисков позволяет избежать необоснованных вмешательств.

На сегодняшний день разными авторами разработаны и проверены прогностические модели периоперационной заболеваемости и смертности при ОАСНК, применимые для практического использования. Однако современный уровень медицинской помощи обуславливает дискретность

анализа авторами отдельных осложнений, соответствующих медицинской специальности автора, то есть врачи-кардиологи консультируют по поводу риска периоперационного инфаркта миокарда, нефрологи – по поводу почечной недостаточности и т.д. Кроме этого математический аппарат, используемый авторами этих моделей, не всегда позволяет легко применять их в клинической практике. В настоящее время не предлагается комплексного решения для оценки прогноза наиболее частых осложнений при оперативном лечении ОАСНК. В связи с этим актуальной является задача разработки моделей, позволяющих оперативно применять их в медицинской практике, а также разработка программного обеспечения, позволяющего выполнять прогноз возникновения периоперационных рисков у пациентов с облитерирующим атеросклерозом сосудов нижних конечностей на основании данных о состоянии пациента.

2. СТРУКТУРА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Разработанный авторами комплекс программ (настольное приложение, мобильные приложения на платформе Android и Windows Phone) позволяет рассчитать числовые показатели рисков возникновения различных осложнений, которые могут проявиться на этапе подготовки операции, во время ее проведения и после ее окончания, то есть в периоперационном периоде.

Настольное приложение имеет сложную структуру, состоит из нескольких подсистем, взаимодействующих друг с другом, данные расчетов сохраняются в базу данных (рис. 1):

Зеленко Лариса Сергеевна, кандидат технических наук, доцент кафедры программных систем.

E-mail: LZelenko@rambler.ru.

Кругомов Алексей Валерьевич, врач отделения рентгенохирургических диагностики и лечения.

E-mail: krigotov@gmail.com

Кумакшев Андрей Вячеславович, студент 5 курса факультета информатики. E-mail: omitishi@gmail.com

Пищулина Ольга Владимировна, студентка 4 курса факультета информатики. E-mail: opischulina@mail.ru



Рис. 1. Структурная схема настольного приложения

1. *Подсистема работы с медицинскими шкалами* состоит из подсистемы формирования списка вопросов, которая выводит на основную форму программы список вопросов, соответствующий определенной медицинской шкале, а также отвечает за правильное отображение списка; подсистемы анкетирования, которая учитывает ответы на вопросы шкалы и изменяет ее отображение в зависимости от этих ответов, и подсистемы расчета медицинской шкалы, которая вычисляет значение вероятности возникновения соответствующего периоперационного риска.

2. *Подсистема документирования*, которая отвечает за формирование текстового документа с данными шкалы и результатов расчета для сохранения в данных в файл;

3. *Файловая подсистема*, которая отвечает за непосредственное сохранение сформированного документа в файловой системе компьютера;

4. *Справочная подсистема*, которая отвечает за вывод справочной информации по шкалам и системе в целом;

5. *Подсистема работы с БД*, осуществляющая корректное взаимодействие системы с базой данных и работу с ней;

6. *Подсистема построения диаграмм* состоит из подсистемы настройки параметров диаграммы, которая отвечает за получение от пользователя параметров построения диаграммы, и подсистемы вывода диаграммы, которая отвечает за построение диаграммы на основе информации, полученной из БД, и вывод диаграммы на экран.

В соответствии с разработанной структурой были разработаны программные компоненты (на рис. 2 приведена диаграмма компонентов

настольной версии системы), которые представлены в виде исполняемого файла MedCalculator.exe, файл справки Help.chm и библиотек:

QuestionControls.dll, которая инкапсулирует описание элементов управления для всех медицинских шкал, а также интерфейс для обеспечения единообразия доступа к шкалам и класс, используемый для передачи общих значений между шкалами;

Patients.dll, которая инкапсулирует классы, представляющие собой программные модели сущностей БД, которые используются для обновления БД и извлечения данных из нее;

DocX.dll и RtfWriter.dll, которые предоставляют программные средства для сохранения данных по медицинским шкалам в текстовые файлы форматов *.doc, *.docx и *.rtf.

3. ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА РАЗРАБОТКИ

Настольная версия системы разработана на языке программирования C# в среде разработки Microsoft Visual Studio 2012 с использованием технологии WPF для создания интерфейса пользователя и функционирует под управлением операционной системы Windows 7 и выше. В качестве форматов файлов, хранящих результаты расчетов, выбраны .doc, .docx и .rtf, что позволяет просматривать результаты в различных текстовых редакторах. В качестве системы управления базами данных была выбрана Microsoft SQL Server Compact Edition 4.0., так как она не требовательна к ресурсам компьютера и является идеальным решением для встраивания в настольные и мобильные приложения.

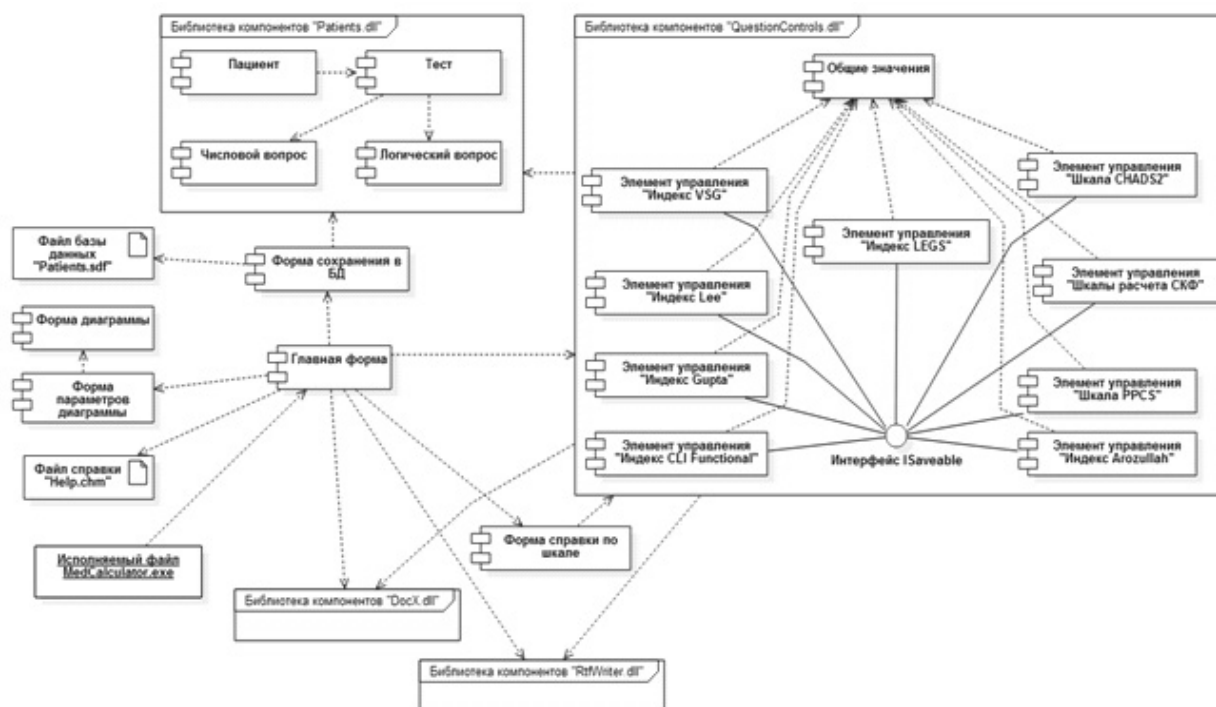


Рис. 2. Диаграмма компонентов настольной версии системы

Мобильные версии системы разработаны на языке программирования Java (в среде разработки Android Studio, программа может быть установлена на любое устройство под управлением операционной системы Android версии 3.0 и выше) и языке C# (в среде разработки Visual Studio 2010, программа может быть установлена на любое устройство под управлением операционной системы Windows Phone 8). В мобильных приложениях реализованы все функции настольного приложения, за исключением сохранения результатов расчета и введенных данных в файл.

4. ОПИСАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ КОМПЛЕКСА ПРОГРАММ

В состав программ включены семнадцать шкал и индексов, которые в настольной версии программы объединены в шесть групп риска (на рис. 3 приведены экранные формы для выбора группы риска, на рис. 4 – развернутая экранная форма со всеми шкалами).

Риск кардиальных осложнений:

Индекс Lee – оценивает риск развития периоперационных кардиальных осложнений и сердечно-сосудистой летальности [1];

Индекс VSG-CRI – оценивает риск развития в периоперационном периоде наиболее опасных сердечно-сосудистых осложнений: инфаркта миокарда, аритмии или признаков отека лёгких (смертность не входит в оцениваемые конечные точки, в отличие от индекса Lee) [2];

Индекс Gupta – оценивает риск развития в периоперационном периоде только инфаркта

миокарда и остановки сердца [3];

риск дыхательных осложнений:

Индекс Arozullah – оценивает риск развития дыхательной недостаточности в послеоперационном периоде [4];

Шкала PPCs (Canet) – оценивает риск развития послеоперационных легочных осложнений – как дыхательной недостаточности, так и инфекционных осложнений [5];

риск неврологических осложнений:

Шкала CHADS2 – оценивает риск развития инсульта у пациентов с фибрилляцией предсердий [6];

Шкала Kalvillo-King – оценивает риск инсульта у асимптомных пациентов (то есть пациентов без симптомов ТИА или инсульта в течение 12 месяцев перед планируемой операцией), планируемых на каротидную эндартерэктомию [7];

риск почечных осложнений:

Шкалы расчета СКФ – обеспечивает расчет скорости клубочковой фильтрации – медицинского

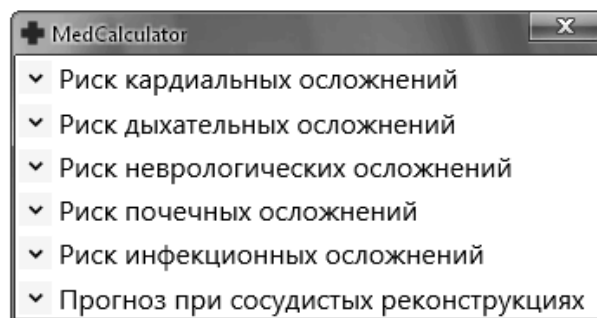


Рис. 3. Экранная форма выбора группы риска тестов (настольная версия программы)



а) настольная версия



б) мобильная версия

Рис. 4. Экранная форма выбора шкалы/индекса

показателя, с помощью которого можно судить о текущем состоянии фильтрационной функции почек. СКФ рассчитывается по трем шкалам, причем данные для расчета вводятся один раз [8, 9, 10];

Шкала риска ОПН Kheternal – оценивает периоперационный риск развития почечной недостаточности при открытых некардиохирургических операциях у пациентов с СКФ более 80мл/мин (Cockcroft-Gault) и без операций на мочевыводящих путях в анамнезе [11];

риск инфекционных осложнений:

Индекс NNIS SSI – оценивает риск возникновения инфекции на основании класса ASA, класса загрязнённости раны и продолжительность операции [12];

прогноз при сосудистых реконструкциях:

Индекс LEGS – создана с целью определения оптимального способа оперативного лечения пациентов с облитерирующим атеросклерозом нижних конечностей [13, 14];

Индекс CLI Functional – создана для прогнозирования потери функционального статуса пациента в течение года после оперативного лечения хронической критической ишемией

нижних конечностей [15];

Индекс Charlson Comorbidity – позволяет оценить риск периоперационной смертности на основании прогностической модели десятилетней смертности [16, 17, 18];

Индекс FINNVASC – позволяет оценить риск периоперационной смертности и/или ампутации конечности после открытой инфраингвинальной реконструкции при КИНК [19-23];

Индекс Gupta Infraigvial – позволяет оценить риск периоперационной смертности при плановом бедренно-подколенном шунтировании [24];

Индекс BEACH – позволяет оценить риск двухлетней смертности после инфраингвинальной реваскуляризации (как БПШ, так и эндоваскулярной) при КИНК [25];

Индекс BASIL – позволяет оценить риск выживаемости без ампутации в течение двух лет после инфраингвинальной реконструкции (как эндоваскулярной, так и открытой) [26, 23].

Комплекс программ предоставляет пользователям следующие возможности:

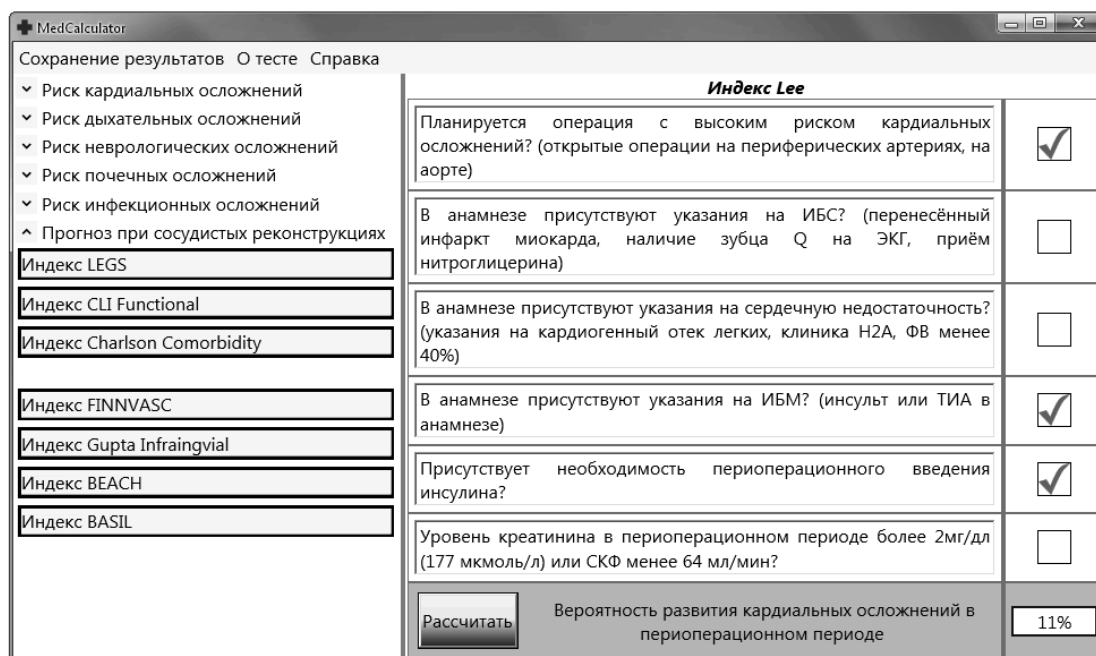
- выбор необходимой медицинской шкалы для текущего расчета (рис. 3);

- ввод данных о пациенте, необходимых для осуществления вычислений по выбранной шкале (на рис. 5 представлены экранные формы с перечнем вопросов, соответствующих выбранной шкале, и полученным результатом расчета);
- свободное переключение между шкалами в процессе ввода данных с сохранением ранее введенных значений;
- передачу общих данных о пациенте между всеми шкалами, это позволяет ввести их один раз и автоматически учитывать во всех расчетах;
- выдачу справочной информации о каждой медицинской шкале;
- вывод результатов расчета и введенных данных в файл как по отдельной шкале, так и по всем шкалам, где был произведен расчет (рис. 6);
- отображать данные, хранящиеся в базе

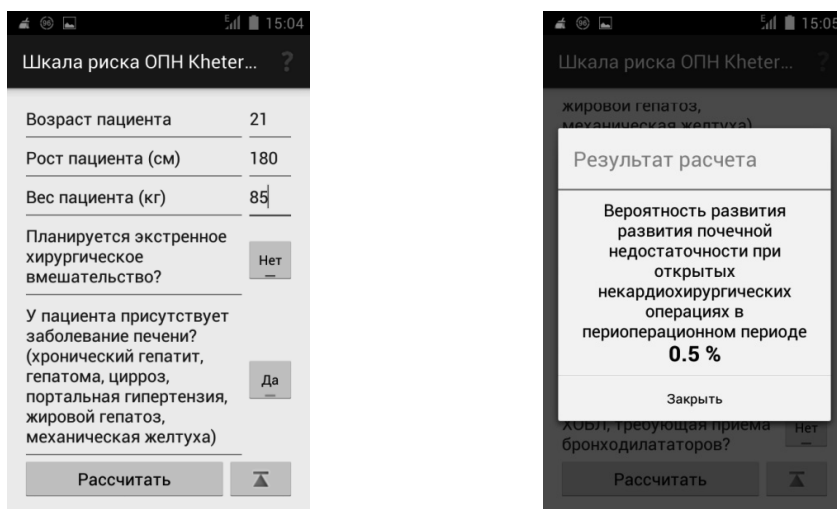
данных, в виде диаграммы с настраиваемыми параметрами (рис. 7, 8).

4. ВЫВОДЫ

Применение программ сократит время расчета вероятности осложнений и позволит врачам в повседневной практике использовать количественные методы стратификации тяжести состояния пациентов и выбора показаний для определённого вида оперативного лечения. Кроме того, стратификация состояния пациентов позволит дифференцировать статистические данные и, следовательно, судить о качестве оказания медицинской помощи сходным группам пациентов в различных медицинских учреждениях.

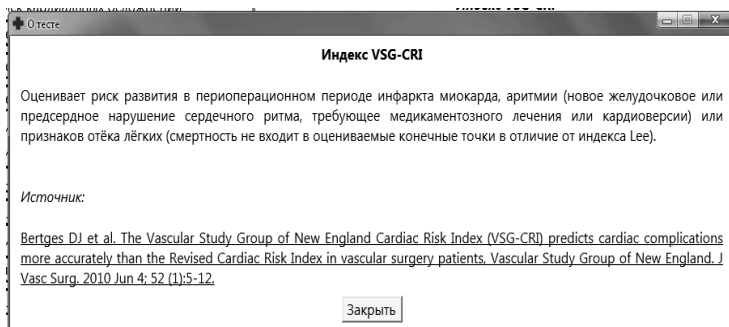


а) настольная версия системы



б) мобильная версия

Рис. 5. Экранная форма с вопросами текущего теста и полученным результатом расчета



а) настольная версия



б) мобильная версия

Рис. 6. Экранная форма справки о медицинской шкале

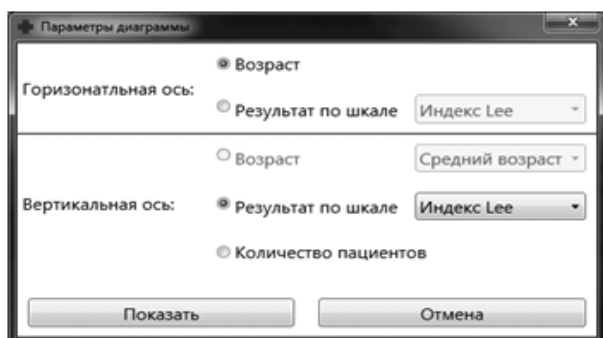


Рис. 7. Экранная форма настройки параметров диаграммы

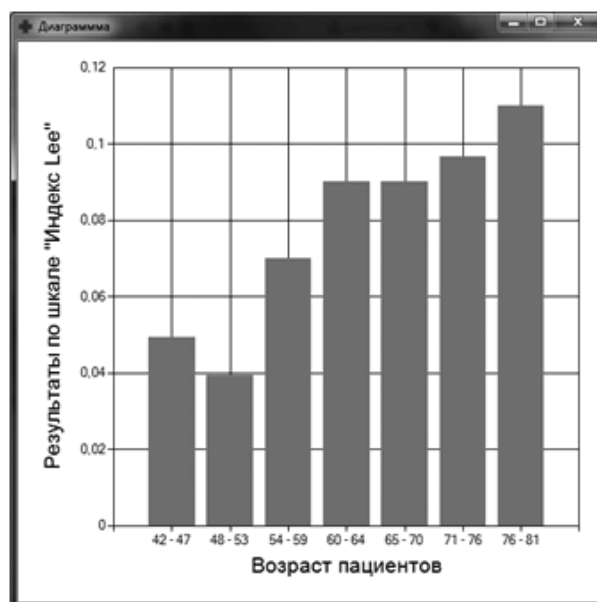


Рис. 8. Экранная форма диаграммы

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Derivation and prospective validation of a simple index for prediction of cardiac risk of major noncardiac surgery / T.H Lee et al. // Circulation, 1999, Vol. 100, № 10. P. 1043-1049.
2. The Vascular Study Group of New England Cardiac Risk Index (VSG-CRI) predicts cardiac complications more accurately than the Revised Cardiac Risk Index in vascular surgery/ DJ. Bertges et al. // Vascular Study Group of New England – J Vasc Surg., 2010. P. 5-12.
3. Development and validation of a risk calculator for prediction of cardiac risk after surgery/ P.K. Gupta et al. // Circulation, 2011, Vol. 124, № 4. P. 381-387.
4. Multifactorial risk index for predicting postoperative respiratory failure in men after major noncardiac surgery. The National Veterans Administration Surgical Quality Improvement Program/ A.M. Arozullah et al. // Ann. Surg., 2000, Vol. 232, № 2. P. 242-253.
5. Prediction of postoperative pulmonary complications in a population-based surgical cohort/ J. Canet et al. // Anesthesiology, 2010, Vol. 113, № 6. P. 1338-1350.
6. European Heart Rhythm Association et al. Guidelines for the management of atrial fibrillation: the Task Force for the Management of Atrial Fibrillation of the European Society of Cardiology (ESC) // Europace, 2010, Vol. 12, № 10. P. 1360-1420.
7. Predicting risk of perioperative death and stroke after carotid endarterectomy in asymptomatic patients: derivation and validation of a clinical risk score / L. Calvillo-King et al. // Stroke, 2010, Vol. 41. № 12. P. 2786-2794.
8. Cockcroft D.W., Gault M.H. Prediction of creatinine clearance from serum creatinine // Nephron, 1976, Vol. 16, № 1. P. 31-41.
9. A more accurate method to estimate glomerular filtration rate from serum creatinine: a new prediction equation. Modification of Diet in Renal Disease Study Group / A.S. Levey et al. // Ann. Intern. Med. Vol. 130, № 6, 1999. – P. 461-470.
10. A new equation to estimate glomerular filtration rate/ A.S. Levey et al. // Ann. Intern. Med. Vol. 150, № 9, 2009. P. 604-612.
11. Khetarpal S. Predictors of postoperative acute renal failure after noncardiac surgery in patients with

- previously normal renal function // *Anesthesiology*, 2007, Vol. 107, № 6. P. 892–902.
12. Surgical site infection (SSI) rates in the United States, 1992–1998: the National Nosocomial Infections Surveillance System basic SSI risk index / *R.P. Gaynes et al.* // *Clin. Infect. Dis.*, 2001, Vol. 33, Suppl 2. P. 69–77.
 13. The LEGS score: a proposed grading system to direct treatment of chronic lower extremity ischemia / *S.M. Taylor et al.* // *Ann. Surg.* 2003, Vol. 237. P. 812–818.
 14. *Davies M.G.* Critical limb ischemia: reporting outcomes and quality // *Methodist DeBakey Cardiovasc J.*, 2012, Vol. 8, № 4. – P. 15–19.
 15. Benefit of revascularisation to critical limb ischaemia patients evaluated by a patient-oriented scoring system / *E. Chisci et al.* // *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2012, Vol. 43, № 5. P. 540–547.
 16. A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: development and validation / *M.E. Charlson et al.* // *J Chronic Dis*, 1987, Vol. 40, №5. P. 373–383.
 17. Validation of a combined comorbidity index / *M. Charlson et al.* // *J Clin Epidemiol.* 1994, Vol. 47, № 11. P. 1245–1251.
 18. New ICD-10 version of the Charlson comorbidity index predicted in-hospital mortality/ *V. Sundararajan et al.* // *J Clin Epidemiol*, 2004, Vol. 57, № 12. P. 1288–1294.
 19. Risk-scoring method for prediction of 30-day postoperative outcome after infrainguinal surgical revascularization for critical lower-limb ischemia: a Finnvasc registry study/ *F. Biancari et al.*// *World J Surg*, 2007, Vol. 31, № 1. P. 217–225; discussion P. 226–227.
 20. Validation of the Finnvasc score in infrainguinal percutaneous transluminal angioplasty for critical lower limb ischemia / *A. Kechagias et al* // *Ann Vasc Surg*, 2008, P. 22, № 4. P. 547–551.
 21. Finnvasc score and modified Prevent III score predict long-term outcome after infrainguinal surgical and endovascular revascularization for critical limb ischemia / *E. Arvela et al* // *J. Vasc. Surg*, 2010, Vol. 52, № 5. P. 1218–1225.
 22. The Comprehensive Risk Assessment for Bypass (CRAB) facilitates efficient perioperative risk assessment for patients with critical limb ischemia / *A.J. Meltzer et al* // *J. Vasc. Surg*, 2013, Vol. 57, № 5. P. 1186–1195.
 23. The BASIL survival prediction model in patients with peripheral arterial disease undergoing revascularization in a university hospital setting and comparison with the FINNVASC and modified PREVENT scores / *P.W. Moxey et al* // *J. Vasc. Surg.* 2013, Vol. 57, № 1. P. 1–7.
 24. Development and validation of a risk calculator for prediction of mortality after infrainguinal bypass surgery/ *P.K. Gupta et al* // *J. Vasc. Surg*, 2012, Vol. 56, № 2. P. 372–379.
 25. Predictive scoring model of mortality after surgical or endovascular revascularization in patients with critical limb ischemia/ *T. Shiraki et al* // *J. Vasc. Surg*, 2014, Vol. 60, № 2. P. 383–389.
 26. Bypass versus Angioplasty in Severe Ischaemia of the Leg (BASIL) trial: A survival prediction model to facilitate clinical decision making / *A.W. Bradbury et al* // *J. Vasc. Surg*, 2010, Vol. 51, № 5, Suppl. P. 52S–68S.

DEVELOPMENT OF SOFTWARE FOR OPERATIVE RISK ASSESSMENT IN PATIENTS WITH PERIPHERAL ARTERIAL DISEASE

© 2015 L.S. Zelenko¹, A.V. Krugomov², A.V. Kumakshev¹, O.V. Pischulina¹

¹ Samara State Aerospace University named after Academician S. P. Korolyov
(National Research University)

² Samara State Medical University

There is a description of surgical risk assessment software for patients with PAD in the article. The proposed set of program includes cardiac, pulmonary, kidney, neurological and infectious complications risk scales, and operative mortality risk scale. Predictive models were compiled in one application, which is convenient to use in clinical practice.

Keywords: E-learning, information technology, software, risk assessment, peripheral arterial disease, surgical vascular procedure.

Larisa Zelenko, Candidate of Technics, Associate Professor at the Computer Systems Department.

E-mail: LZelenko@rambler.ru

Aleksey Krugomov, Interventional Radiologist.

E-mail: krugomov@gmail.com

Andrey Kumakshev, 5th year student of the Faculty of Informatics. E-mail: omitishi@gmail.com

Ol'ga Pishchulina, 4th year Student of the Faculty of Informatics.

E-mail: opischulina@mail.ru