

РАЗРАБОТКА WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ РИСКА ОСЛОЖНЕНИЙ ПРИ ФИБРИЛЛЯЦИИ ПРЕДСЕРДИЙ

Н. И. Терешин¹, А. В. Кузьмин²

^{1,2} Пензенский государственный университет, Пенза, Россия
¹nexiq1337@gmail.com, ²a.v.kuzmin@pnzgu.ru

Аннотация. *Актуальность и цели.* Широкое распространение и опасность сердечно-сосудистых заболеваний определяют актуальность разработки и применения новых программных средств для прогнозирования их течения и оценки соответствующих рисков. При проектировании и разработке *web*-приложения, позволяющего оценивать риск развития ишемического инсульта по шкале на основе соответствующих факторов, решается ряд задач, а именно: анализ и разработка комплекса программ для применения на базе мобильных устройств, отработка взаимодействия отдельных программных модулей и экспериментальное исследование разработанного программного решения. *Материалы и методы.* В качестве основы для создания программной системы использована известная шкала оценки риска ишемического инсульта при фибрилляции предсердий. Программная система реализована с использованием среды программирования *WebStorm*. Для реализации интерфейсной части использован язык *HTML* и *CSS*. Для реализации функциональной части использован язык *JavaScript*. *Результаты.* Разработан программный комплекс для оценки риска осложнений при фибрилляции предсердий для использования на стандартных мобильных устройствах, позволяющих организовывать обмен данными. Универсальность обеспечивается использованием *web*-интерфейса. *Выводы.* В современных условиях важным фактором удобства и эффективности использования программных решений является ориентация на мобильные устройства. По этой причине было решено реализовать оценочную шкалу в виде *web*-приложения. На примере шкалы *CHA₂DS₂VASc* была опробована методика создания *web*-ориентированных программных средств. Преимуществами *web*-приложений является их универсальность и возможность использования на мобильных устройствах.

Ключевые слова: *web*-приложение, кардиология, оценка риска, анализ данных, программирование

Для цитирования: Терешин Н. И., Кузьмин А. В. Разработка *web*-приложения для оценки риска осложнений при фибрилляции предсердий // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. 2024. № 1. С. 72–77. doi: 10.21685/2307-5538-2024-1-9

DEVELOPMENT OF A STROKE RISK SCALE WEB APPLICATION

N.I. Tereshin¹, A.V. Kuzmin²

^{1,2} Penza State University, Penza, Russia
¹nexiq1337@gmail.com, ²a.v.kuzmin@pnzgu.ru

Abstract. *Background.* When designing and developing a web application that allows you to get stroke risk factors on a scale of data, you have to solve a number of tasks, namely: analysis and development of a portable software package based on mobile devices, with API support for client mobile devices, experimental research of the developed methodology of portable solutions, models and technologies of interaction, implementation of a portable system with API support. *Materials and methods.* The methodological basis of the research is system analysis, methods of information processing and optimization of models, methods of operational calculus, automatic control theory. The research was carried out using mathematical modeling and using software, including the *WebStorm* programming environment and *MySQL* information processing software. *Results.* A software package has been developed and a new approach related to the use of standard mobile devices for organizing data transmission has been proposed. This method, unlike the considered analogues, uses a mobile device as a server, and works autonomously and without additional network devices. *Conclusions.* In modern conditions, an important factor in the convenience and efficiency of using software solutions is orientation to mobile devices. For this reason, it was decided to implement the evaluation scale in the form of a web application. Using the example of the *CHA₂DS₂VASc* scale, a technique for creating web-oriented software tools was tested. The advantages of web applications are their versatility and the ability to use them on mobile devices.

Keywords: web application, cardiology, risk evaluation, data analysis, programming

For citation: Tereshin N.I., Kuzmin A.V. Development of a stroke risk scale web application. *Izmerenie. Monitoring. Upravlenie. Kontrol' = Measuring. Monitoring. Management. Control.* 2024;(1):72–77. (In Russ.). doi: 10.21685/2307-5538-2024-1-9

Введение

Одна из важнейших задач в развитии здравоохранения – это создание новых инструментов взаимодействия лечебно-профилактических учреждений, специалистов с их профессиональными компетенциями, пациентов и современных информационных технологий. Такое взаимодействие позволит предоставлять медицинские услуги в новых формах, независимо от фактического положения участников взаимодействия. На фоне развития информационных технологий образовался новый способ оказания медицинских услуг населению – телемедицина [1].

Термин «телемедицина» был внедрен еще в 1972 г. Томасом Бердом. Телемедицина совместила в себе значимое количество информационно-технологических методов, используемых в здравоохранении.

В настоящее время благодаря научному и технологическому прогрессу «телемедицина» применяется во многих областях, не только в медицинских учреждениях, но и в труднодоступных местах, также позволяет поднять эффективность диагностики и лечения на более высокий уровень.

Новейшие информационные технологии и части телемедицинских систем в ежедневной врачебной практике встречаются довольно часто, достаточно иметь под рукой любой современный «гаджет» [2]. Благодаря чему можно провести первичный анализ состояния пациента, не прибегая к помощи специалиста.

Целью работы является создание *web*-приложения, позволяющего оценить риск развития инсульта и тромбоэмболических осложнений. Важной составляющей работы *web*-приложения является доступ к сети Интернет, что позволяет постоянно передавать информацию в специальные медицинские учреждения. При этом приложение должно быть универсальным, поддерживать работу в любом браузере и на мобильных устройствах.

Материалы и методы

В данной работе выбрана шкала, используемая кардиологами для оценки рисков ишемического инсульта при фибрилляции предсердий. Она называется *CHA₂DS₂VASc* [3]. Название представляет собой аббревиатуру, сформированную из первых букв английских названий, объясняющая: сердечную недостаточность, гипертонию, возраст более 75 лет, диабет, инсульт, поражение сосудов, возраст в промежутке 65–74 лет и женский пол.

Данная шкала применяется для оценивания риска ишемического инсульта и тромбоэмболий, а также может быть полезна для работы с пациентами, страдающими сердечной недостаточностью. Авторы европейского исследования сделали подобный вывод, что определяло наличие связи между показателями по *CHA₂DS₂-VASc* и риском ишемического инсульта, тромбоэмболий и смерти у пациентов с сердечной недостаточностью [3].

Данная шкала оценивания является основой для других подобных шкал, используемых кардиологами в более специфических случаях, а также для сравнения разработки более детальных методик оценки риска, включающих большее количество входных параметров и более сложные методы обработки данных, такие как, например, нейронные сети [4].

Разработка *web*-приложения производилась в среде *WebStorm* с использованием *CSS* (каскадных таблиц стилей, описывающий внешний вид документа или *web*-страницы, написанных с использованием *HTML*)[5], *HTML* (язык гипертекстовой разметки, стандартный язык гипертекстовой разметки документов)[6, 7], *JavaScript* (мультипарадигменный язык программирования, поддерживает объектно ориентированный, императивный и функциональный стили).

С помощью *CSS* и *HTML* описывается основной интерфейс программы, а за функциональную часть отвечает *JavaScript* [8].

Результаты

В представленном приложении для того, чтобы получить данные о состоянии пациента, необходимо опросить пациента и заполнить тестовую анкету. Форма ввода данных показана на рис. 1. Для наглядности каждый пункт в опросе отмечен количеством баллов за положительный ответ.

В зависимости от выбранных вариантов программа выведет результат с вероятностью инсульта в течение года и рекомендованным лечением.

Нажав кнопку «Очистить», можно пройти тест неограниченное количество раз, такие опросы может проводить любой человек независимо от его квалификации.

Шкала CHA₂DS₂VASc.

Шкала CHA₂DS₂VASc является простым и доступным методом для оценки риска развития инсульта и тромбоэмболических осложнений у пациентов с трепетанием и фибрилляцией предсердий. Шкала является дальнейшим развитием шкалы CHADS₂, в которую добавлены дополнительные факторы риска развития инсульта.

Шкала CHA₂DS₂VASc

- Сердечная недостаточность или систолическая дисфункция левого желудочка+1
- Артериальная гипертония+1
- Возраст 75 лет и старше+2
- Сахарный диабет+1
- Инсульт, транзиторная ишемическая атака или другие эмболические осложнения+2
- Сосудистое заболевание (перенесенный инфаркт миокарда, атеросклероз периферических артерий и аорты)+1
- Возраст от 65 до 74 лет+1
- Женский пол+1

Набрано: **4 балла**. Ожидаемая частота инсультов за год: **4.0%**.
 Рекомендуется прием витамина К (например, варфарин) с целевым МНО 2.5 (2.0-3.0)

Рис. 1. Форма ввода данных

Формирование итоговой оценки риска проходит в соответствии с баллами, определенными для каждого показателя. Данная таблица с расшифровкой параметров и баллами также может выводиться пользователю в виде отдельной формы, показанной на рис. 2.

Фактор риска	Баллы
Инсульт, транзиторная ишемическая атака или артериальная тромбоэмболия в анамнезе	2
Возраст ≥75 лет	2
Артериальная гипертензия	1
Сахарный диабет	1
Инсульт, транзиторная ишемическая атака или другие эмболические осложнения	1
Сосудистое заболевание (инфаркт миокарда в анамнезе, периферический атеросклероз, атеросклеротические бляшки в аорте)	1
Возраст 65-74 года	1
Женский пол	1

Рис. 2. Форма факторов риска

После прохождения опроса производится подсчет баллов. В соответствии с суммой баллов производится оценка ожидаемого риска ишемического инсульта в течение года. Форма с данными представлена на рис. 3.

Подключенный файл *JavaScript* необходим для осуществления математических операций, с помощью которого и производится обработка баллов, набранных при прохождении опроса [6]. Логика программы подразумевает создание нескольких переменных для присвоения им «*id*» элементов из *HTML*-документа [7]. Благодаря условному оператору «*if*» выполняется инструкция, если указанное условие истинно. Если условие не выполняется (ложно), то может быть выполнена другая инструкция по ветви «*else if*» [8]. Таким образом и выполняется суммирование баллов за каждый отмеченный «*checkbox*».

При нажатии каждого «*checkbox*» происходит проверка условия «*if*», если истинно, то к переменной прибавляется *n*-е количество баллов за ответ. На каждом шаге проверки для финальной оценки состояния пациента, программа сравнивает *i*-е количество набранных баллов с *j*-м количеством баллов установленным в программе для распределения пациента по группам и назначения лечения (профилактики) [9]. Пункт 3 (возраст 75 лет и старше) и пункт 7 (возраст от 65 до 74 лет) выбрать одновременно нельзя, так как нарушается логика выполнения.

После нажатия кнопки «очистить» все «*checkbox*» возвращаются в состояние по умолчанию, далее цикл начинает проверку на состояние «*checkbox*» с самого начала.

Обсуждение

На данном примере была опробована методика создания *web*-ориентированных программных средств, позволяющих реализовывать алгоритмы оценки состояния здоровья человека. Преимуществами *web*-приложений являются их универсальность и возможность использования на мобильных устройствах. Так, следующей оценочной шкалой, которую планируется реализовать по сходной методике, является широко используемая кардиологами совместно с *CHA₂DS₂VASc* шкала оценки риска кровотечения *HAS-BLED*.

Подобные системы требуется подключать к базам данных для структурированного сбора статистики и персональных данных (ФИО, дата рождения, вес, рост и т.д.). Это позволит контролировать динамику состояния человека, что позволит строить более точные прогнозы. Также это позволит получать доступ к другим, уже имеющимся в базе данным, что избавит пользователя от необходимости ввода одних и тех же данных и их дублирования, повысит скорость работы и удобство использования [10].

Заключение

Актуальность представленной разработки продиктована широким распространением и опасностью сердечно-сосудистых заболеваний. Важным элементом кардиологической помощи при определении курса лечения является прогнозирование и оценка рисков осложнений. Для реализации выбрана шкала *CHA₂DS₂VASc*, позволяющая оценить риск ишемического инсульта и тромбоэмболий. Подобные шкалы, как *CHA₂DS₂VASc*, могут использоваться как дополнительный инструмент для оценки риска осложнений со стороны сердечно-сосудистой системы у пациентов [10, 11].

В современных условиях важным фактором удобства и эффективности использования программных решений является ориентация на мобильные устройства. По этой причине было решено реализовать оценочную шкалу в виде *web*-приложения. На примере шкалы *CHA₂DS₂VASc* была опробована методика создания *web*-ориентированных программных средств. Преимуществами *web*-приложений являются их универсальность и возможность использования на мобильных устройствах [11].

Список литературы

1. Владимирский А. В., Лебедев Г. С. Телемедицина: Curatio Sine Tempora et Distantia. М. : Aegitas, 2016. 663 с.
2. Владимирский А. В., Лебедев Г. С. Телемедицина. Руководство. М. : ГЭОТАР-Медиа, 2018. 576 с.
3. Joundi R. A., Cipriano L. E., Sposato L. A., Saposnik G. Ischemic stroke risk in patients with atrial fibrillation and *CHA₂DS₂VASc* score of 1: systematic review and meta-analysis // *Stroke: A Journal of Cerebral Circulation*. 2016. Vol. 47 (5). P. 1364–1367. doi: 10.1161/strokeaha.115.012609
4. Sheina A., Burmistrova L., Kuzmin A. [et al.]. Development of the Intelligent Method and Software for Prediction of the Risk of Cardiovascular Complications in Patients with Atrial Fibrillation and Heart Failure // *Lecture Notes in Networks and Systems*. 2021. Vol 231. P. 583–592. doi: 10.1007/978-3-030-90321-3_48
5. Duckett J. *HTML and CSS: Design and Build Websites*. Indianapolis : John Wiley & Sons, 2011. 512 p.
6. Verou L. *CSS Secrets. Better Solutions to everyday web design problems*. Sevastopol : O'Reilly Media, 2015. 392 p.

7. Pisters R., Lane D. A., Nieuwlaat R. [et al.]. A novel user-friendly score (HAS-BLED) to assess 1-year risk of major bleeding in patients with atrial fibrillation // *Chest*. 2010. Vol. 138, № 5. P. 1093–1100. doi: 10.1378/chest.10-0134
8. Haverbeke M. *Выразительный JavaScript*. 3-е изд. СПб. : Питер, 2019.
9. JavaScript book // Официальный сайт Javascript. URL: <https://learn.javascript.ru/> (дата обращения: 17.11.2022).
10. Кудряшов Ю. Ю., Атьков О. Ю. Цифровое здравоохранение: технологии персональной телемедицины для реабилитации, профилактики и активного долголетия // *Информационные технологии и вычислительные системы*. 2018. № 4. С. 15–22.
11. Лукина Е. А. *Общественное здоровье и здравоохранение*. СПб. : Лань, 2023. 120 с.

References

1. Vladzimirskiy A.V., Lebedev G.S. *Telemitsina: Curatio Sine Tempora et Distantia = Telemedicine: Curatio Sine Tempora et Distantia*. Moscow: Aegitas, 2016:663. (In Russ.)
2. Vladzimirskiy A.V., Lebedev G.S. *Telemitsina. Rukovodstvo = Telemedicine. Guide*. Moscow: GEOTAR-Media, 2018:576. (In Russ.)
3. Joundi R.A., Cipriano L.E., Sposato L.A., Saposnik G. Ischemic stroke risk in patients with atrial fibrillation and CHA2DS2-VASc score of 1: systematic review and meta-analysis. *Stroke: A Journal of Cerebral Circulation*. 2016;47(5):1364–1367. doi: 10.1161/strokeaha.115.012609
4. Sheina A., Burmistrova L., Kuzmin A. et al. Development of the Intelligent Method and Software for Prediction of the Risk of Cardiovascular Complications in Patients with Atrial Fibrillation and Heart Failure. *Lecture Notes in Networks and Systems*. 2021;231:583–592. doi: 10.1007/978-3-030-90321-3_48
5. Duckett J. *HTML and CSS: Design and Build Websites*. Indianapolis: John Wiley & Sons, 2011:512.
6. Verou L. *CSS Secrets. Better Solutions to everyday web design problems*. Sevastopol: O'Reilly Media, 2015:392.
7. Pisters R., Lane D.A., Nieuwlaat R. et al. A novel user-friendly score (HAS-BLED) to assess 1-year risk of major bleeding in patients with atrial fibrillation. *Chest*. 2010;138(5):1093–1100. doi: 10.1378/chest.10-0134
8. Haverbeke M. *Vyrazitel'nyy JavaScript. 3-e izd. = Expressive JavaScript. 3rd ed.* Saint Petersburg: Piter, 2019. (In Russ.)
9. JavaScript book. *Ofitsial'nyy sayt Javascript = Official Javascript website*. (In Russ.). Available at: <https://learn.javascript.ru/> (accessed 17.11.2022).
10. Kudryashov Yu.Yu., At'kov O.Yu. Digital healthcare: personal telemedicine technologies for rehabilitation, prevention and active longevity. *Informatsionnye tekhnologii i vychislitel'nye sistemy = Information technology and computing systems*. 2018;(4):15–22. (In Russ.)
11. Lukina E.A. *Obshchestvennoe zdorov'e i zdavoookhranenie = Public health and healthcare*. Saint Petersburg: Lan', 2023:120. (In Russ.)

Информация об авторах / Information about the authors

Никита Игоревич Терешин

аспирант,
Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: nexiq1337@gmail.com

Nikita I. Tereshin

Postgraduate student,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Андрей Викторович Кузьмин

доктор технических наук, доцент,
заведующий кафедрой информационно-
вычислительных систем
Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: a.v.kuzmin@pnzgu.ru

Andrey V. Kuzmin

Doctor of technical sciences, associate professor,
head of the sub-department
of information and computing systems,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов /
The authors declare no conflicts of interests.**

Поступила в редакцию/Received 19.12.2023

Поступила после рецензирования/Revised 15.01.2024

Принята к публикации/Accepted 12.02.2024