

Надежность и точность вычисления площади раневой поверхности с использованием мобильных технологий

P. I. Sigam¹, M. Denz²

¹Институт глобального здоровья, Университет Женевы, Швейцария

²Швейцарская ассоциация телемедицины и электронного здравоохранения, Швейцария

Reliability and Accuracy of Wound Surface Measurement Using Mobile Technology

P. I. Sigam, M. Denz

Aim: To evaluate the accuracy and reliability of the mobile application + WoundDesk, used for the measurement of wound surface, compared with a reference method, the digital planimetry.

Context: The evolution of the wound surface over the time is good predictive factor for wound healing. Wound surface measurement is a part of the wound treatment and should be regularly performed. Most of the time wound surface is not measured because the available methods are time consuming, or correlated with a high infectious risk. The camera integrated in mobile phone can be used as a non-contact and quick method to measure wound surface.

Design: A comparative non-randomized study.

Method: 30 wounds have been measured using the mobile application +WoundDesk by three different raters, and the results have been compared with the measures made by digital planimetry. The repeatability has been measured using the inter-rater and intra-rater reliability, the accuracy using the Pearson correlation coefficient. The standard error of measurement (SEM) was used to assess the accuracy of measurements. To fully appreciate the correlation between the 2 techniques, the graphical method of Bland and Altman was used.

Results: The intra-rater correlation was excellent with an ICC at 0.99. Inter-examiner correlation is also excellent with ICC values 0.98 (CI 0.96 - 0.98). The correlation was also excellent with a Pearson coefficient (r) 0.99 (p <0.001). Compared to the reference measurement, +WoundDesk measures realize an overestimation of 13% (IC 1-35) of the surface.

Conclusion: The mobile technology used in the application +WoundDesk is easy to use and quick. The wound surface measurements performed with the mobile application +WoundDesk are reliable, repeatable and reproducible. The accuracy is good for small irregular wounds. The limit of the method is related to the form of the wound. By large rectangular wound the accuracy decreases. Further big scales studies are needed to confirm the first conclusions.

В условиях социально-демографических тенденций глобального старения населения растет распространенность хронических неинфекционных заболеваний. Это, в свою очередь, приводит к увеличению удельного веса хронических раневых процессов, создающих серьезную дополнительную проблему для системы здравоохранения. В процессе лечения для объективной оценки и мониторинга течения регенеративных про-

цессов проводятся регулярные измерения площади раневой поверхности. Наиболее часто используемым инструментом при этом в амбулаторных условиях является градуированная линейка [1]; это простой и быстрый, но относительно неточный метод. Современные мобильные телефоны имеют встроенные камеры и технологии обработки изображения-ми, что открывает новые возможности. Мобильные приложения, обеспечивающие воспроизводимые и надежные

вычисления площади раневой поверхности, могут быть инструментом прогнозирования течения регенеративных процессов и контроля эффективности проводимого лечения. Данный метод мониторинга также позволяет быстрее выявлять осложнения и сокращать время заживления [2-4]. Разработанное нами мобильное приложение «+WoundDesk» позволяет быстро осуществлять фотосъемку, определять границы раны и вычислять ее площадь; потенциально оно может быть инструментом амбулаторного мониторинга раневого процесса.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оценка надежности и точности цифрового полуавтоматического вычисления площади раневой поверхности с использованием мобильного приложения «+WoundDesk» (версия 0.06, digitalMedLab GmbH, Technoparkstrasse 2, Winterthur, Switzerland) в сравнении с цифровой планиметрией, являющейся одним из стандартных методов мониторинга динамики раневого процесса («золотым стандартом» [5]).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В экспериментальном сравнительном не-

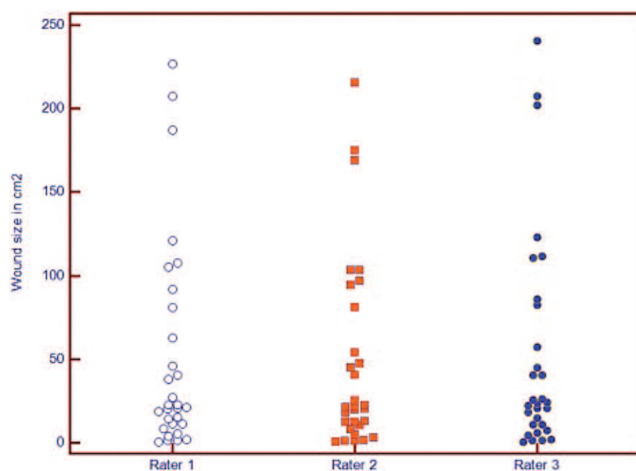


Рис.1. График измерений площади ран для каждого из 3-х исследователей

рандомизированном исследовании определяли достоверность и воспроизводимость вычислений площади раневой поверхности. Тридцать «фантомных» ран (изображений) анализировали двумя методами: при помощи мобильного приложения «+WoundDesk» и посредством цифровой планиметрии (последняя рассматривалась в качестве «золотого стандарта»). Воспроизводимость оценивали по параметрам внутри- и межэкспертной надежности. Точность характеризовали посредством корреляции Пирсона и стандартной ошибки среднего. Для полной оценки корреляции между двумя методами применяли графический метод Блэнда-Альтмана.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Установлено, что внутри- и межэкспертную корреляцию можно охарактеризовать как хорошие, со значениями внутриклассового коэффициента корреляции – 0,99 и 0,98 соответственно (рис.1-2, табл.). Коэффициент корреляции Пирсона (r) составил 0,99 ($p < 0,001$), зафиксирована также хорошая линейная корреляция (рис. 3). По сравнению с «золотым стандартом» вычисления в мобильном приложении «+WoundDesk» демонстрируют общую переоценку ►

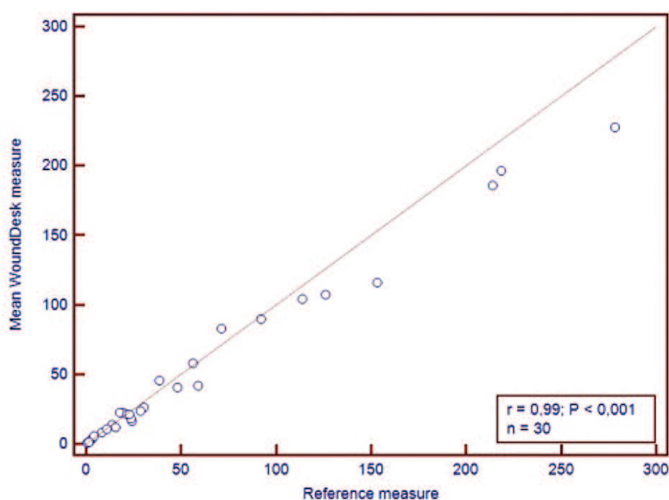


Рис.2. Корреляция между измерениями, сделанными с помощью «золотого стандарта» и посредством мобильного приложения «+WoundDesk» (где r – коэффициент Пирсона)

Таблица. Внутри- и межэкспертные внутриклассовые коэффициенты корреляции и доверительные интервалы (ДИ)

Внутриклассовый коэффициент корреляции (ВКК)	Исследователь 1	Исследователь 2	Исследователь 3	Межэкспертная надежность
Одиночные значения ВКК	0,9988 (ДИ 0,9977- 0,9994)	0,9970 (ДИ 0,9945- 0,9985)	0,9939 (ДИ 0,985- 0,996)	0,9854 (ДИ 0,9741- 0,9924)
Средние значения ВКК	0,9996 (ДИ 0,9992- 0,9998)	0,9990 (ДИ 0,9982- 0,9995)	0,9980 (ДИ 0,9963- 0,9990)	0,9970 (ДИ 0,9947- 0,9985)

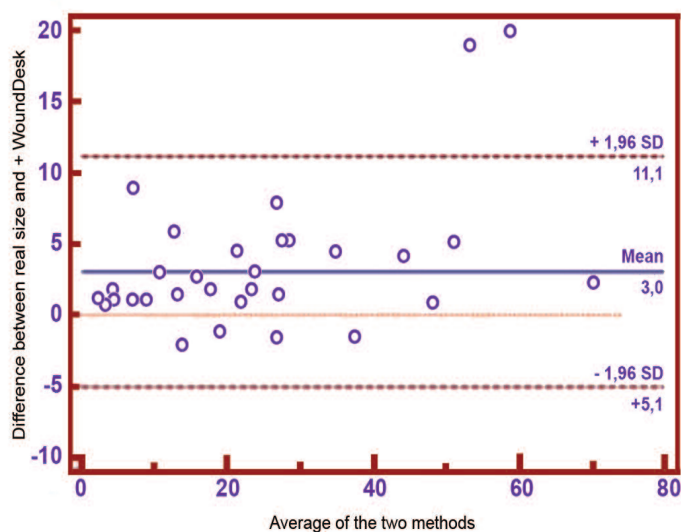


Рис. 3. График Блэнда-Альтмана, сравнивающий истинные размеры ран со значениями, полученными с помощью мобильного приложения

поверхности на 13,0%. Можно утверждать, что в условиях эксперимента использование мобильного приложения «+WoundDesk» для вычисления площади раневой поверхности было надежным и воспроизводимым. Алгоритмы вычислений, используемые мобильным приложением (при значениях внутри- и межэкспертной надежности $>0,98$), дают результаты в целом эквивалентные получаемым посредством других методов. Для которых, в свою очередь, показатели надежности превышают 0,96, что трактуется как отличное значение [5-8]. Тем не менее, вычисления, сделанные мобильным приложением, демонстрируют общее отклонение на 13,0% по сравнению с «золотым стандартом». В целом, это согласуется с данными литературы, так как ожидаемое отклонение при измерениях площади раневой поверхности по цифровым фотографиям составляет 21,0-28,0% [8].

Объяснить данное отклонение можно следующим образом. В алгоритмах мобильного приложения для оценки раневой поверхности используется формула вычисления площади эллипса ($0,785 \cdot \text{высота} \cdot \text{длина}$) [1,5]. Согласно литературным данным данная формула не вполне точна и ведет к переоценке на 10,0-25,0% [9]. Мы установили, что отклонения в вычислении площади поверхности (как пере- так и недооценка) тесно связаны с формой раны. Действительно, формула для эллипса относительно более точна применительно к округлым и овальным ранам, отклонение при этом не превышает 5,0%. Напротив, для ран неправильной или веретенообразной формы отклонение составляет 25,0%. В

случаях, если раневая поверхность обширна и наиболее подобна прямоугольнику погрешность измерений может достигать 35,0%.

Оценка динамических изменений площади раневой поверхности является важным прогностическим фактором, позволяющим своевременно корректировать схему лечения, профилактировать осложнения и рационально организовывать процесс медицинской помощи. Согласно руководствам Общества Заживления Ран: «если язва не уменьшится на 40% и более за 4 недели лечения, стоит пересмотреть тактику и выбрать иную терапию» [10]. Действительно, процент уменьшения площади раневой поверхности через 4 недели лечения является важным предиктором выздоровления через 12 недель [11]. Это подтверждается ретроспективным исследованием, показывающим, что уменьшение площади длительно существующей раны на 40,0% и больше за первые 4 недели лечения является позитивным предиктором выздоровления [12]. В практическом здравоохранении принято считать, что сокращение на 50,0% площади раневой поверхности спустя 6 недель является достоверным прогностическим признаком полного выздоровления через 12 недель (чувствительность метода составляет 93,0%) [4, 8]. Мобильное приложение «+WoundDesk» позволяет выполнять последовательные вычисления площади раневой поверхности, сохранять результаты, представлять их в виде наглядных графиков. Благодаря этому, медицинский работник может получать достоверную информацию об эволюции регенеративного процесса, эффективности схемы лечения и общем прогнозе.

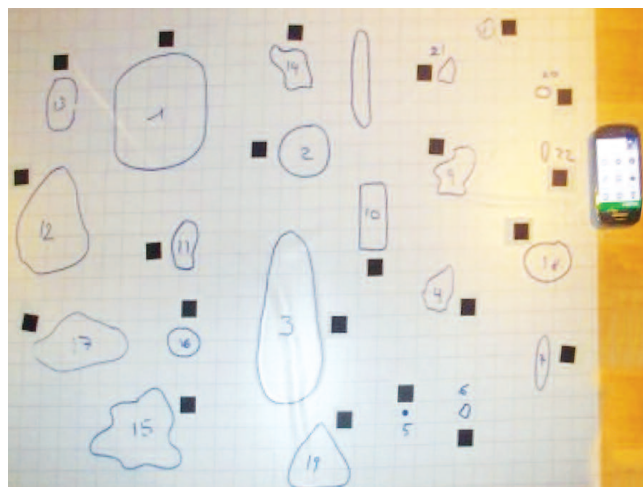


Рис. 4. Изображения «фантомных» ран, измеряемых в процессе исследования

■ ВЫВОДЫ

Вычисления площади раневой поверхности, проведенные с использованием мобильного приложения «+WoundDesk», являются надежными, стабильными и воспроизводимыми. Точность измерений достаточно высока для небольших ран неправильной формы, но снижается в случае с прямоугольными ранами.

Необходимо провести дальнейшие исследования для подтверждения предварительных результатов.

■ ОГРАНИЧЕНИЯ И КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Проведено первое исследование, проведенное с относительно небольшим количеством «фантомных» ран (n=30). Это были плоские искусственные объекты с легко определяемыми краями. На практике, раны редко бывают плоскими; они часто локализируются на изгибах тела, что вызывает дополнительный фактор ошибки. Конфликт интересов: так как один из авторов является разработчиком данного приложения, есть риск личной заинтересованности. █

РЕЗЮМЕ

Оценка динамических изменений площади раневой поверхности является важным средством прогнозирования, оценки эффективности лечения, профилактики осложнений. В экспериментальном сравнительном нерандомизированном исследовании определяли надежность и воспроизводимость вычислений площади раневой поверхности посредством мобильного приложения «+WoundDesk» и цифровой планиметрии. Полученные данные внутри- и межэкспертной корреляции можно охарактеризовать как хорошие, со значениями внутриклассового коэффициента корреляции – 0,99 и 0,98 соответственно. Коэффициент корреляции Пирсона (r) составил 0,99 (p<0,001), зафиксирована также хорошая линейная корреляция. Вычисления площади раневой поверхности, проведенные с использованием мобильного приложения, являются надежными, стабильными и воспроизводимыми. Точность измерений достаточно высока для небольших ран неправильной формы (13,0%), но снижается для ран неправильной, веретенообразной (25,0%) или прямоугольной (35,0%) формы; в соответствии с данными литературы допустимая погрешность подобных измерений достигает 21,0-28,0%.

Ключевые слова: раны, мобильное здоровье, планиметрия, травма, медицинские приложения, цифровая фотосъемка.

Key words: wounds, mhealth, planimetry, trauma, medical apps, digital picture.

ЛИТЕРАТУРА

- Little C, McDonald J, Jenkins MG, McCarron P. An overview of techniques used to measure wound area and volume. *J Wound Care*. 2009 Jun;18(6):250-3.
- Gethin G, Cowman S. Wound measurement comparing the use of acetate tracings and Visitrak digital planimetry. *J Clin Nurs*. 2006 Apr;15(4):422-7.
- Flanagan M. Wound measurement: can it help us to monitor progression to healing? *J Wound Care*. 2003 May;12(5):189-94.
- Flanagan M. Improving accuracy of wound measurement in clinical practice *Ostomy Wound Manage*. 2003 Oct;49(10):28-40.
- Goldman RJ, Salcido R. More than one way to measure a wound: an overview of tools and techniques. *Adv Skin Wound Care*. 2002; vol.15:236–243.
- Richard JL, Daures JP, Parer-Richard C et al. Reproducibility and Accuracy of a Novel Planimetry Program. *Wounds*. 2000;12(6).- <http://www.medscape.com/viewarticle/407562>. Last check 06.10.2015.
- Duckworth M, Patel N, Aditya J et al. A Clinically Affordable Non-Contact Wound Measurement Device. *RESNA Annual Meeting*, 2007:1-3.
- Wendelken ME, Berg WT, Lichtenstein P et al. Wounds Measured From Digital Photographs Using Photo-digital Planimetry Software: Validation and Rater Reliability. 2011 Sep;23(9):267-75.
- Shaw J, Hughes CM, Lagan KM et al. An Evaluation of Three Wound Measurement Techniques in Diabetic Foot. *Diabetes Care*. 2007 Oct; 30(10):2641-2.
- Franz MG, Robson MC, Steed DL et al. Guidelines to aid healing of acute wounds by decreasing impediments of healing. *Wound Repair Regen*. 2008 Nov-Dec;16(6):723-48. doi: 10.1111/j.1524-475X.2008.00427.x.
- Sheehan P, Jones P, Caselli A, Giurini JM, Veves A. Percent change in wound area of diabetic foot ulcers over a 4-week period is a robust predictor of complete healing in a 12-week prospective trial. *Diabetes Care*. 2003 Jun;26(6):1879-82.
- Van Rijswijk L. Full-thickness leg ulcers: patient demographics and predictors of healing. *Multi-Center Leg Ulcer Study Group*. *J Fam Pract*. 1993 Jun;36(6):625-32.