

Обзор на съществуващите решения за анализ на състоянието и документиране на повърхностни наранявания

Борислав Банчев

Analysis of existing wound assessment and document tools: *In current paper is made an analysis of the existing tools and techniques utilized in wound assessment. Some of the most frequently cited methods are introduced and its negative and positive aspects are outlined. The survey includes most of the basic methods for wound assessment – ruler, planimetry, stereophotogrammetry, structured light.*

Key words: *Wound assessment, Wound documentation, Ruler-based, Stereophotogrammetry, Planimetry, Structured light.*

ВЪВЕДЕНИЕ

За да бъде правилно лекувана рана, трябва да се направи подходящ анализ, даващ възможност за задълбочено проучване и последваща експертна оценка. Съществуват два основни подхода за измерване на нараняване спрямо това дали измерването има пряк контакт с пациента: инвазивен и неинвазивен [13]. Първоначалното инвазивно измерване на раната, което е болезнено и свързано с риск от инфекции, е заменено със специализирани инструменти и усъвършенствани методологии на работа. Основен принос за това се дължи на развитието на цифровата обработка на изображения. Заснетите изображения служат като документация, както и за последваща обработка и анализ. Известни са редица доклади, разглеждащи нужната апаратура и техники за качествено заснемане [4],[2]. Освен техническото оборудване в литературата са представени редица методи за обработка на изображенията, включващи корекция на баланса на белия цвят и на цветовото представяне, корекция на ефекти като отблясъци и шум и др. [11].

Основната цел при използване на разгледаните инструменти е минимизиране на грешката и по-добро документиране на нараняването, заедно с всички допълнителни характеристики, оказващи влияние върху заздравяването. В зависимост от предмета на изследванията, различните решенията могат да бъдат подходящи в различна степен.

Оценката за точността рядко се дава при реална употреба, тъй като тя предполага предварително известни измервани стойности. Надеждността на оценките измежду отделните оценители (inter-rater reliability), и тази за всеки оценител поотделно (intra-rater reliability) е на база множество оценители. Преоценяването (repeatability) е на база последващата оценка и измерване на вариациите в резултата. Тези два статистически инструмента са по-често споменавани в литературата, отколкото данните за точността [14].

В този доклад са представени голяма част от известните в литературата методи за измерване и документиране на нараняването. Разгледани са литературни източници, представящи сравнителен анализ между някои от представените инструменти.

ИЗЛОЖЕНИЕ

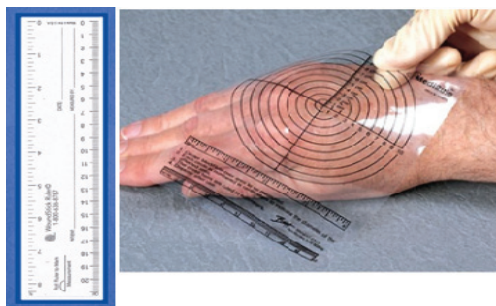
Съществуват няколко основни техники за инвазивен анализ на нараняване, които все още се използват – двумерни и тримерни, които според техниката на анализ се делят на допълнителни категории.

Един от основните инвазивни подходи е чрез линия за измерване на ширината и дължината. Точността на измерването зависи най-вече от формата на раната, дали областта е релефна, както и от точността на данните и преценката на измерващия. Може да се обобщи, че заради тези характеристики, методът е крайно ненадежден [12],[16] и данните за надеждността не могат да бъдат обобщени.

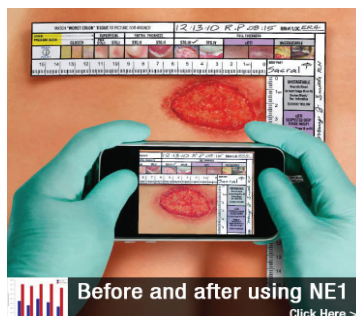
Подобряване на измерването се получава при заснемане и осредняване на няколко дължини/ширини [7]. Изчисляването на площта за неравномерни рани е прието да се осреднява до правоъгълник ($A = a.b$) или елипса ($A = a.b.\pi / 4$). Освен двумерно измерване (2D) в зависимост от типа рана се налага и измерване на дълбочина. За целта се използват инструменти като *Kundin gauge*, тампон за измерване на дълбочина [5], *WoundStick® Tunneler* и др. Тези процедури са болезнени и може да доведат дори до инфекции. Методът с линия се използва основно в класическият анализ на нараняванията, където не се прави цифрова обработка.

Основна насока за подобряване на този модел е посредством използване на шаблон, даващ информация за размер/площ/стадии. Примери за такива шаблони са *MediRule*, *WoundStick Ruler* (Фигура 1), както и NE1 (Фигура 2). Съществуват и множество други инструменти, които се използват в зависимост от предмета на изследванията.

MediRule представлява прозрачен слой с разграфени области за измерване на дължина и площ. По този начин частично е разрешен проблемът с грешното изчисляване, тъй като разграфените области са нанесени върху тънък и гъвкав материал, следващ извивките на тялото. Това позволява да се използва и като част от планиметричен подход за анализ, при който тримерен обект се преобразува до подходящ двумерен обект. След това могат да се използват инструменти като планиметър за изчисляване на площта или да се преброят заетите от нараняването разграфени области [14]. Основните предимства на тези подходи са, че не са скъпи и могат да се използват в случаите, когато прецизността, както и риска от инфекция и болка не са решаващи.



Фиг. 1 – Ляво - *WoundStick® Ruler*; Дясно - *Briggs® MediRule*



Фиг. 2 – *NE1 Wound Assessment Tool*

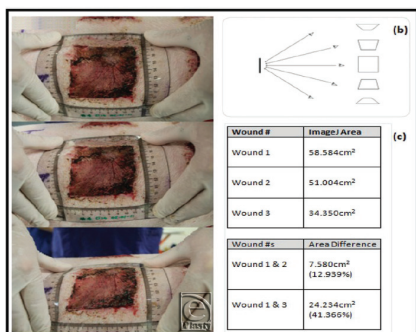
NE1 представлява Г-образна плоскост с разграфени области за измерване на дължина, както и помощни сектори за документацията ѝ и по-добрия анализ на състоянието. На бланката могат да се отбележат типа, стадия на нараняване и други характеристики, които се заснемат заедно с нараняването. Допълнителната обработка може да се извърши с помощта на програми като KLONG, ImageJ, MIPAV.

ePlasty представлява шаблон наложен около нараняване. Той служи единствено за включване на информация за размера при заснемането на цифрово изображение, като се избягва прекия контакт с засегнатата област. Получената снимка с шаблон се анализира с помощта на ImageJ.

Съществуват и модели за анализ с ръчно очертаване контура на раната (tracing) върху прозрачен слой (acetate sheet) наложен върху областта на нараняване. По този начин се очертават границите на раната върху листа. Основен представител на този метод е продукта Visitrak (Фигура 4). При него след

първоначалното очертаване на контура се прави второ очертаване върху специализиран таблет, който изчислява точната площ. Процесът е чисто планиметричен и предполага възможност за грешка, както и субективност в анализа. Въпреки това в литературния източник [7] е представен резултат от 98.3% точност, получен при проучване измежду 25 специалисти и използване на референтни данни. Процесът е по-бавен от стандартното планиметрично изчисление, но води до подобрения в точността. Като недостатък се счита ефекта на 'замъгляване' (fogging) на раната, породен от принципа на налагане на прозрачен филм върху областта на измерване. В публикацията на Chang [3] е направен сравнителен анализ между Visitrak и ePlasty (Фигура 3). Направено е заключение, че няма съществена разлика в получените резултати при използването на двата продукта (ICC=0.971), но на графика за грешките при изследваните случаи се виждат и по-съществени отклонения.

Като допълнение на планиметричните модели за анализ, тримерен анализ може да се осъществи и с помощта на физиологичен разтвор. Течността запълва изцяло раната и е възможно да се изчисли обема. Методът е приложим при по-дълбоки и хронични наранявания [6],[9].



Фиг. 3 – ePlasty и ImageJ анализ на резултати при различна гледна точка - [3]

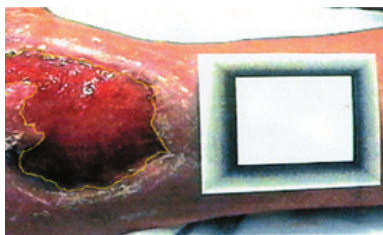


Фиг. 4 – Visitrak – работна решетка и цифров таблет - [7]

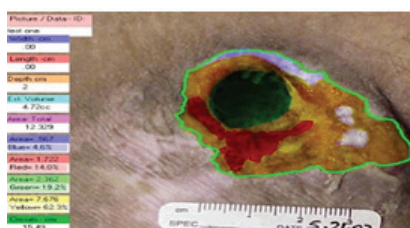
VeV (Verge Videometer) (Фигура 5) е фирмен продукт, базиран отново на планиметричен подход, при който се използва квадратна форма за корекция на изместването (parallax). Възможна е употребата на видео или обикновена фотокамера. Към продукта се предлага и софтуер, който чрез параметричен алгоритъм изчислява площта на раната, след ръчно очертаване на нараняването в заснетото изображение. Като допълнение е включена и възможност за документация.

В [7] са представени случаи на проверка на грешката при други инструменти за анализ на нараняванията, като референтните изчисления са извършени в VeV.

PictZag подобно на VeV е фирмен и базиран на планиметрия инструмент. Работи с независима цифрова камера и поддържа изчисляване на дължина, ширина, площ на повърхността, както и възможност за допълнително въвеждане на данни като дълбочина. Системата за документация е пълна и предоставя възможност за отчети, като се поддържат системите *PUSH* и *Braden Scale* за попълване на данните. Не са представени резултати за относителната грешка.



Фиг. 5 – VeV – снимка с ръчно въведен контур

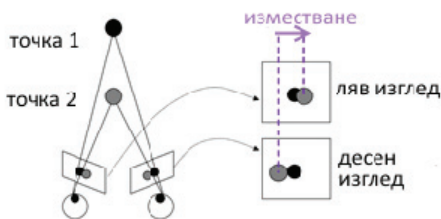


Фиг. 6 – PictZar – снимка с изчислени параметри на ръчно очертано нараняване

MAVIS II е разработен в университета *Glamorgan*, като част от изследванията на сформиранията група за компютъризиран анализ на медицински изследвания. Основната идея е да се използва изместването на точки (displacement) при заснети едновременно стереоскопични изображения и чрез него да се изчислят разстоянията в изображението [10]. Оборудването не е много скъпо и е лесно преносимо, което е основно предимство [6]. Състои се от камера и адаптер за стереоскопично заснемане, както и от софтуер за изчисленията. Принципът на стереоскопично заснемане предполага калибриране за точните разстояния (dimensional calibration); калибриране на цвета с помощта на GretagMacbeth ColorChecker, който е основен инструмент за анализ на грешките в цветовото представяне. Като част от калибрирането е представен регресионен модел на база CIELab за изчисляване на разликата в цветовете $\Delta E_{ab}^* = \sqrt{\left[(\Delta L)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2\right]}$, което води до коректно цветово представяне. Авторите дават грешка в рамките на 4% за измерване на площи и 8% за измерване на обем, като относителната грешка варира за наранявания с различна площ. Като основен недостатък се изтъква нуждата да се снима от една точка. Друг недостатък е, че системата за документиране на случаите не е много развита и предоставя само базови операции.



Фиг. 7 – Mavis II Ляво - оборудване и инструменти за калибриране; дясно - принцип на стереофотограметрията (SPG)

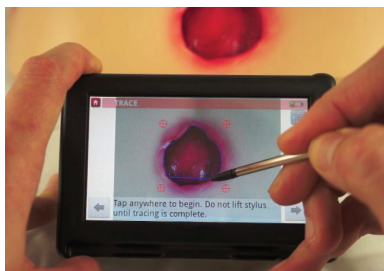


Друг представител на стереоскопичното заснемане е MEDPHOS [9]. Той е оборудван с четири камери разположени в кръг и задействани синхронно. В центъра е разположен уред за проектиране на шаблон, като той служи за изчисляване на релефа. Авторите предлагат нов подход за намиране на сходните точки в

изображенията, което е основен проблем в стереоскопичното заснемане.

В определени случаи преносимостта е от решаващо значение. Въпреки по-ниското качество на снимките съществуват редица инструменти разчитащи на портативни устройства и дори камери на мобилни телефони (*WoundSmart*, *WoundRight* и други). Тъй като мобилните технологии се развиват през последните години с висок темп, тези приложения набират повече популярност.

WoundZoom и *SilhouetteMobile* са преносими устройства, снабдени с лазери, като и в двата случая лазерите предоставят информация за реалните координати на изображението. Допълнителната обработка се извършва с помощта на математическите модели заложи в продуктите. Разликата между двата инструмента, е че първият е самостоятелен продукт, докато вторият е разширение на система и служи за по-бързо и лесно заснемане.

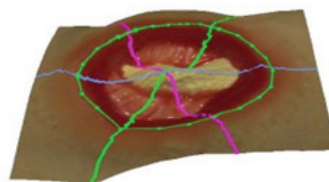


Фиг. 8 – Wound Zoom – PDA устройство с четири лазера



Фиг. 9 – SilhouetteMobile – PDA устройство с модул за структурирана светлина [12]

Silhouette [1] е платен фирмен продукт, който предоставя пълен набор от инструменти за анализ и проследяване развитието на дадено нараняване. Функциите му включват заснемане, тримерно измерване на обем и дълбочина, изчисляване темпа на заздравяване, поддръжка на досие на пациент. Изображенията са 3MP 2048x1536 и с файлов размер около 700KB. Съхраняват се на общ централизиран сървър, като по този начин информацията е достъпна между отделни институции.



Фиг. 10 – Silhouette ляво - заснемане на нараняване; дясно - резултат от анализа

Поддържаната база данни включва и информация за пациентите като етническа принадлежност, местоживеене и др., които понякога оказват влияние върху процеса на заздравяване. Самото заснемане се извършва с камера, свързана

с компютър, която проектира показания на Фигура 10 шаблон. Когато трите линии са пресекат в една точка, фокусното разстояние е перфектно и заснемането може да се извърши. Очертаването на контура на раната се извършва ръчно след заснемането, което може да се счита като недостатък. Резултатите, които са представени за грешката са в рамките на 2% за площ, 1% за периметър, 5% за средна дълбочина и 5% за обем. Измерванията са извършени върху диск представен като плоскост, издупчина, вдлъбнатина и върху цилиндър.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В литературата съществуват редица сравнителни анализи, както между отделните продукти, така и между различните подходи за анализ на нараняванията. *St-Supery* прави обобщение на двадесет и девет метода за анализ [15], а в труда на *Langemo* [8] са представени анализи на четири метода за измерване – измерване с линия, планиметрични, стереоскопичен анализ (SPG) на дължина и ширина, стереоскопичен анализ на площ.

Можем да направим заключение, че достатъчно надежден е само методът с измерване на площ. Това се потвърждава и от книгата на *Jensen* и *Sussman* [16], като в нея са представени и специфичните случаи, за които другите методи са по-бързи. В последните години развитието на анализа е насочено към използването на структурирана светлина под формата на шаблон (structured light) за по-точен анализ и автоматично намиране на размерите на нараняването.

Бъдещите проучвания ще продължат с инструменти, използващи структурирана светлина или такива със стереоскопично заснемане, тъй като тези методи дават най-малка грешка, а изследванията са безболезнени и безопасни за пациентите.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. ARANZMedical, Silhouette™ - Better Wound Documentation. Advanced Wound Assessment and Management System. Available at: <<http://www.aranzmedical.com/>>. [Accessed: 02.2014].
- [2]. Berriss, W.P., Acquisition of skin wound images and measurement of wound healing rate and status using colour image processing., 2000.
- [3]. Chang, A., B. Dearman, J. Greenwood, A comparison of wound area measurement techniques: Visitrak versus photography, *Eplasty*, vol. m, 2011.
- [4]. Hamilton, A., Digital Photography in Wound Management. *WoundsWest*, 2010, p. 14.
- [5]. Hani, A., Surface Imaging for Biomedical Applications. CRC Press, 2014, p. 333.
- [6]. Jones, C., P. Plassmann, Good Practice Guide to the use of MAVIS II, 2006.
- [7]. Keast, D.H., C.K. Bowering, a W. Evans, G.L. Mackean, C. Burrows, L. D'Souza, MEASURE: A proposed assessment framework for developing best practice recommendations for wound assessment., *Wound Repair Regen.*, vol. 12, no. 3 Suppl, 2003, pp. S1–17.
- [8]. Langemo, D.K., H. Melland, D. Hanson, B. Olson, S. Hunter, S.J. Henly, Two-dimensional wound measurement: comparison of 4 techniques., *Adv. Wound Care*, vol. 11, no. 7, pp. 337–43.
- [9]. Malian, A., A. Azizi, F. a. Van Den Heuvel, Medphos: A new photogrammetric system for medical measurement, *Int. Arch. ...*, vol. 35, 2004, pp. 929–933.
- [10]. Photometrix Imaging, MAVIS-II Wound Measurement Device. Available at: <<http://www.photometrix.co.uk/CaseStudies/Wounds.html>>. [Accessed: 02.2014].
- [11]. Van Poucke, S., Y. Vander Haeghen, K. Vissers, T. Meert, P. Jorens, Automatic colorimetric calibration of human wounds., *BMC Med. Imaging*, vol.10, no.1, Jan.2010, p.7.
- [12]. Rogers, L.C., G. Andros, Digital planimetry results in more accurate wound measurements: a comparison to standard ruler measurements, *J. Diabetes Sci. Technol.*, vol. 4, no. 4, 2010, pp. 799–802.

[13].Shetty, R., H. Sreekar, S. Lamba, A.K. Gupta, A novel and accurate technique of photographic wound measurement., Indian J. Plast. Surg., vol. 45, no. 2, May 2012, pp. 425–9.

[14].Sprigle, S., M. Nemeth, A. Gajjala, Iterative design and testing of a hand-held, non-contact wound measurement device., J. Tissue Viability, vol. 21, no. 1, Feb. 2012, pp. 17–26.

[15].St-Supery, V., Y. Tahiri, J. Sampalis, J.-P. Brutus, P.G. Harris, A. Nikolis, Wound Healing Assessment: Does the Ideal Methodology for a Research Setting Exist?, Ann. Plast. Surg., vol. 67, no. 2, 2011.

[16].Sussman, C., B.M. Bates-Jensen, Wound Care: A Collaborative Practice Manual for Health Professionals, Fourth. Lippincott Williams & Wilkins, 2011.

За контакти:

маг. инж. Борислав Банчев, катедра Компютърни системи и технологии,
Русенски Университет „Ангел Кънчев“, E-mail: bbanchev@ecs.uni-ruse.bg

Докладът е рецензиран.