

<sup>1</sup> Katedra i Klinika Chirurgii Ogólnej i Gastroenterologicznej w Bytomiu, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach, ul. Żeromskiego 7, 41-902 Bytom

<sup>2</sup> AJPic – Aparatura Elektroniczna, Zabrze

## Własna metoda cyfrowej dokumentacji stanu miejscowego owrzodzeń żylnych podudzi

*The author's own method of digitally recording the local state of venous leg ulcers*

### **Streszczenie:**

Nieregularność kształtu owrzodzeń oraz ich umiejscowienie na zakrzywionej powierzchni goleni są przyczyną dużych trudności pomiarowych.

Celem pracy jest opracowanie własnej metody cyfrowej dokumentacji stanu miejscowego owrzodzeń żylnych goleni.

Opracowana metoda obejmuje własną technikę fotografowania rany, obróbki cyfrowej uzyskanych obrazów oraz własną metodę pomiaru pola powierzchni z przetworzonego cyfrowo obrazu przy pomocy programu „Pole”.

W pracy dokonano kontrolnej analizy dokładności odwzorowania owrzodzeń oraz dokładności pomiaru pola ich powierzchni zaproponowaną metodą własną.

Wyniki analizy wykazały wysoką precyzję pomiaru wielkości owrzodzenia naszą metodą oraz dowiodły, że umożliwia ona obiektywną ocenę zmian pola powierzchni i wyglądu rany.

### **Abstract:**

Venous ulcers are usually flat wounds of varying size and irregular shape. One of the important elements included in the documentation of venous ulcer treatment is the size of their surface area.

Consecutive measurements of the area are the basis for assessing progress in treatment.

The irregular shape and location of venous ulcers on a curved surface are the main causes of difficulties in their measurement.

The aim of the study was to elaborate the author's own method of digitally recording the local state of venous leg ulcers.

The elaborated method involves the author's own method of photographing the wound, digitally processing the obtained images, and the author's own method of measuring the surface area directly from the digitally processed image using the computer program "Field".

In the study an analysis of the imaging accuracy of a leg ulcer and the measuring accuracy of the surface area using the author's own method was carried out.

Results of the analysis proved the high precision of the author's own method of venous ulcers size measurement and showed that the method enables an objective assessment of the appearance of the wound and changes to the surface area.

**Słowa kluczowe:** owrzodzenie żylny, gojenie się ran, dokumentacja medyczna, fotografia – metody

**Keywords:** venous ulcer, wound healing, medical documentation, photography – methods

### **Wstęp**

Chorzy z owrzodzeniami żylnymi goleni stanowią poważny problem diagnostyczno-leczniczy, społeczny i ekonomiczny [1]. Leczenie ich jest długotrwałe i kosztowne.

W celu monitorowania postępów gojenia zaleca się prowadzenie regularnej kontroli i szczegółowej oceny rany.

Analizę uzyskanych efektów ułatwia dobrze prowadzona dokumentacja [2, 3]. Wygodnym sposobem umożliwiającym ocenę przebiegu i wyników leczenia jest cyfrowa dokumentacja i archiwizacja danych, w tym cyfrowa dokumentacja fotograficzna rany.

Owrzodzenie żylny najczęściej lokalizuje się nad kostką przysiodkową. Tworzą je z reguły płaskie rany o różnej

wielkości i nieregularnym kształcie. Powierzchnia ran jest nierówna, bruzdowata, czasami widoczne są w jej obrębie wyspy ziarniny. W skrajnych przypadkach owrzodzenie może objąć całą powierzchnię goleni tworząc tzw. „owrzodzenie okrężne”. Ze względu na warunki anatomiczne powstała rana przewlekła nie jest zbyt głęboka, a głównym wykładnikiem rozległości procesu chorobowego jest wielkość powierzchni owrzodzenia, mniejsze znaczenie ma jego głębokość, czy w końcu objętość ubytku. Poza tym w procesie naturalnego gojenia owrzodzenia naskórkują od brzegu rany. Stąd też jednym z ważnych elementów dokumentacji przebiegu leczenia owrzodzeń żylnych jest pomiar ich pola powierzchni, a ocena postępu gojenia opiera się na kolejnych pomiarach pola. W badaniach naukowych szybkość i skuteczność stosowanego leczenia ocenia się najczęściej właśnie na podstawie tego parametru [4, 5, 6]. Obiektywność oceny jest uzależniona od precyzji dokonanego pomiaru i powtarzalności jego wyników. Nieregularność kształtu owrzodzeń oraz ich umiejscowienie na zakrzywionej powierzchni goleni są przyczyną trudności pomiarowych. Z tego powodu powstało wiele metod pomiaru pola powierzchni owrzodzenia. Różnią się one dokładnością i powtarzalnością uzyskiwanych wyników, szybkością i łatwością wykonywania pomiarów, sposobem archiwizacji danych, dostępnością oraz kosztem.

Celem pracy jest opracowanie własnej metody cyfrowej dokumentacji stanu miejscowego owrzodzeń żylnych goleni. Założono, że powinna ona umożliwić obiektywną, łatwą i tanią ocenę postępu gojenia owrzodzeń oraz pozwolić na wygodną archiwizację danych, umożliwiając wykorzystanie ich do celów dydaktycznych i badawczych. Do metody tej zaproponowano dodatkowo stosowaną przez nas technikę fotografowania rany.

W pracy dokonano kontrolnej analizy dokładności odwzorowania owrzodzeń oraz dokładności pomiaru pola ich powierzchni zaproponowaną metodą własnego pomysłu.

### **Własna metoda cyfrowej dokumentacji stanu miejscowego owrzodzeń żylnych goleni**

Do odwzorowywania owrzodzeń w badaniu korzystano z aparatu cyfrowego Canon PowerShot G9, który pozwalał na uzyskanie dobrej jakości fotografii cyfrowych wysokiej rozdzielczości. W celu uzyskania jak najwierniejszego odwzorowania powierzchni owrzodzenia opracowano odpowiednią technikę fotografowania rany [7].

### **Technika fotografowania rany**

Zdjęcie w proponowanej technice wykonuje się z dowolnej odległości. Na fotografowaną powierzchnię przykładają się wzorzec o znanych wymiarach (miarkę centymetrową), na podstawie którego na obrazie cyfrowym można

utworzyć kwadrat o znanym boku. Umieszczenie sfotografowanego obiektu w centrum kadru zbliża uzyskany obraz do obrazu ortoskopowego [8]. Efekt dystorsji [8, 9] niwelowany jest dodatkowo poprzez fotografowanie owrzodzenia z możliwie dużej odległości, z wykorzystaniem dłuższej ogniskowej obiektywu aparatu.

Wykorzystanie statywu ułatwia ustawienie aparatu prostopadle do osi podłużnej owrzodzenia, dzięki czemu unika się zafalszowania rozmiaru i kształtu owrzodzenia spowodowanego transformacją obrazu trójwymiarowego na dwuwymiarowy (rycina 1).



Rys. 1. Wykorzystanie statywu ułatwiające ustawienie aparatu prostopadle do osi podłużnej owrzodzenia

Nóżki statywu tworzą wówczas trójkąt równoramienny, na którego wierzchołku umieszczony jest aparat (rycina 1). Oś optyczna aparatu skierowanego na owrzodzenie tworzy kąt zbliżony do prostego z osią podłużną owrzodzenia. W przypadku fotografowania mniejszych owrzodzeń umiejscowionych na płaskiej powierzchni wyznacznikiem prostopadłego umiejscowienia aparatu względem poprzecznej osi owrzodzenia jest odbicie refleksu lampy błyskowej w środkowej części rany (warunkiem jest tu wykorzystanie wbudowanej lampy błyskowej umiejscowionej blisko osi optycznej obiektywu).

## Obróbka cyfrowa obrazu

Do obróbki cyfrowej obrazu wykorzystywano program Adobe Photoshop CS3 Extended. Opis obsługi programu Photoshop CS3 znajduje się w materiałach pomocy programu. W analogiczny sposób można wykorzystać inny program umożliwiający pracę na warstwach (np. GIMP).

W pracy przedstawiamy jedynie opis etapów wykonywania zdjęcia cylindrycznego [10] na przykładzie połączenia dwóch fotografii. Dla lepszego zobrazowania procesu łączenia, zamiast fotografii owróżnienia, posłużono się wydrukowaną fotografią głowy dziecka nałożoną na gołęi dorosłej kobiety.

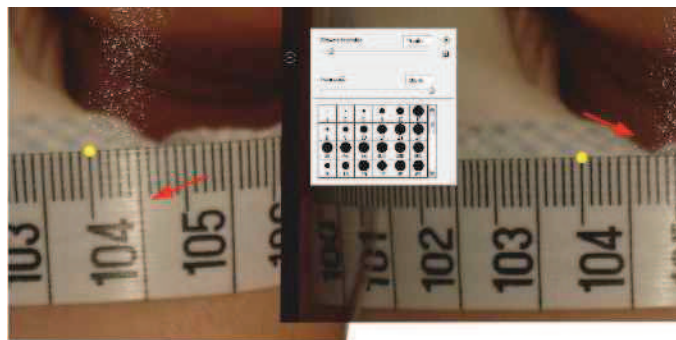
### Opis łączenia dwóch zdjęć w celu uzyskania odwzorowania cylindrycznego fotografowanej powierzchni

Otwieramy zdjęcia programem Photoshop, następnie tworzymy nowy dokument, któremu nadajemy tę samą rozdzielczość i tryb kolorów co łączone pliki. Interesujące nas fragmenty obu fotografii przenosimy do nowego dokumentu. Nowy obraz składa się teraz z trzech warstw (tło, warstwa pierwszego fragmentu, warstwa drugiego fragmentu), które możemy swobodnie względem siebie przemieszczać i przekształcać (rycina 2).



Rys. 2. Obraz składający się z warstwy tła oraz dwóch fragmentów zdjęcia cylindrycznego, które w następnym etapie zostaną ze sobą połączone

W prezentowanym przykładzie drugi fragment zdjęcia będzie łączony z pierwszym od strony prawej. W celu połączenia obu fragmentów należy w tożsamych miejscach zaznaczyć punkty orientacyjne (rycina 3). Zaznaczamy je na górnej i dolnej miarce.



Rys. 3. Wyznaczenie punktów orientacyjnych na obu łączonych fragmentach zdjęcia. Strzałki oznaczają refleksy światła lampy błyskowej na zdjęciach

Oba łączone fragmenty muszą częściowo na siebie nachodzić. Na obu fotografiach należy wybrać fragment maksymalnie prostopadły do osi optycznej aparatu. Miejsce to na zdjęciu można rozpoznać po podłużnym refleksie lampy błyskowej utworzonym na szczycie wypukłości fotografowanego obiektu, dobrze widocznym na obu miarkach centymetrowych (na rycinie 3 zostało ono zaznaczone strzałkami). Drugim wyznacznikiem prostopadłości osi optycznej aparatu względem fotografowanej powierzchni jest kształt podziałek miarek centymetrowych. Należy wybrać fragment zdjęcia, na którym podziałki te nie są zniekształcone geometrycznie przez zakrzywienie powierzchni – sąsiadujące podziałki powinny być takich samych kształtów i wielkości (boczenie od części centralnej ulegają zwężeniu z powodu zakrzywienia powierzchni — patrz rycina 4).



Rys. 4. Pokrycie tożsamych punktów kontrolnych dwóch łączonych fragmentów zdjęcia

W celu zaznaczenia miejsca styku obu fragmentów wybieramy narzędzie Ołówki. Nanosimy barwne punkty na obu miarkach. Im bliżej części centralnej obrazu naniesiemy punkty kontrolne, tym mniejszy będzie błąd związany z dystorsją obrazu na krawędziach (rycina 3).

Na palecie Warstwy uaktywniamy warstwę drugiego obrazu (warstwa 2) i zmniejszamy jej krycie do około 50%. Przy pomocy narzędzia Przesunięcie (V) przesuwamy półprzezroczystą warstwę 2 nad warstwę 1 tak, aby pokryła się jedna para punktów orientacyjnych (w przykładzie zaczynamy od pokrycia punktów dolnych), (rycina 4). Następnie

klikamy na zakładkę Edycja > Przekształcanie swobodne (Ctrl+T). Na pasku opcji klikamy na ikonkę Połącz, aby zachować proporcje obrazu podczas przekształcania. Punkt odniesienia z centrum obrazu przemieszczamy nad dolną parę nałożonych na siebie punktów orientacyjnych, dzięki czemu staje się on osią, wokół której możemy swobodnie obracać warstwę 2 poprzez uchwycenie jednego z jej rogów. Unikamy w ten sposób przemieszczania się względem siebie pary punktów kontrolnych (rycina 5).



Rys. 5. Pokrywanie drugiej pary punktów kontrolnych (górna miarka) poprzez rotację warstwy drugiej względem warstwy pierwszej

W przypadku niedokładnego pokrycia obu par punktów orientacyjnych należy ustawić je w jednej linii i wypośredkować tak, aby uzyskać dobre pokrycie obu fragmentów w części centralnej obrazu, co będzie widoczne jako zwiększenie ostrości obrazu tego obszaru. Zatwierdzamy przekształcenie.



Rys. 6. Scalanie obu warstw obrazu

Z warstwy 2 usuwamy lewy fragment obrazu mniej więcej do linii łączącej oba punkty orientacyjne (np. przy pomocy

narzędzia Gumka). Zwiększamy krycie warstwy 2 do 100%. Następnie scalamy obie warstwy (rycina 6).

Dla zobrazowania dokładności wyżej opisanej metody, przedstawiono zdjęcie cylindryczne powstałe poprzez połączenie dziewięciu zdjęć nałożonych na powierzchnię goleni fotografii głowy dziecka (rycina 7) oraz oryginalną fotografię głowy dziecka (rycina 8)



Rys. 7. Fragmenty dziewięciu zdjęć nałożonej na goleni fotografii przedstawiającej głowę dziecka



Rys. 8. Oryginalna fotografia głowy dziecka (z lewej) oraz zdjęcie cylindryczne powstałe poprzez połączenie dziewięciu zdjęć tej samej nałożonej na powierzchnię goleni fotografii głowy dziecka (z prawej)

### Obliczanie powierzchni odwzorowanego owrzodzenia programem „Pole”

Pole powierzchni owrzodzeń obliczamy metodą cyfrową przy pomocy programu komputerowego „Pole” napisanego w programie Turbo Pascal 7.0. Program „Pole” pracuje z plikami w formacie BMP (bitmapa).

Program „Pole” w pliku BMP oblicza liczbę pikseli czarnych (RGB — 0,0,0), które są przypisane do pola mierzonej powierzchni oraz liczbę pikseli czerwonych (RGB — 255,0,0), które są przypisane do pola wzornika. Dlatego na obrazie należy pozostawić tylko piksele obliczanego pola i pola wzornika, a usunąć pozostałe piksele, które mogłyby zafałszować wynik. W celu przygotowania fotografii do

obliczania pola powierzchni wykorzystany został program Photoshop. Podczas zapisywania obrazu w opcjach BMP należy zaznaczyć głębokość 24-bitową.

Na rycinie 9 przedstawiono obraz przygotowany do obliczenia pola powierzchni przy pomocy programu „Pole”.



Rys. 9. Przygotowanie zdjęcia owrzodzenia do obliczenia jego pola powierzchni przy pomocy programu „Pole”. Kolor czarny – pole obliczanej powierzchni, kolor czerwony – pole wzornika

Bitmapa, inaczej mapa bitowa, to plik wykorzystujący rastrowy sposób reprezentacji komputerowej grafiki dwuwymiarowej, polegający na określeniu położenia każdego piksela obrazu oraz przypisaniu mu wartości bitowej określającej kolor w danym trybie koloru.

Grafika rastrowa to reprezentacja obrazu za pomocą pionowo-poziomej siatki odpowiednio kolorowanych pikseli [11]. Jeśli kolory w mapie bitowej zostaną zapisane w modelu RGB, wówczas kolor każdego piksela jest zapisany w postaci różnej kombinacji trzech barw podstawowych (R – czerwonego, G – zielonego, B – niebieskiego). Czysta biel powstaje, gdy wszystkie składowe mają wartość 255 (RGB – 225, 225, 225), natomiast kolor czarny powstaje, gdy wszystkie składowe mają wartość 0 (RGB – 0, 0, 0). Czystą czerwień można zapisać jako R – 255, G – 0, B – 0 (RGB – 225, 0, 0), [12].

Taka struktura obrazu umożliwia obliczenie pola powierzchni na podstawie zliczenia pikseli danego koloru. Jeśli utworzymy wzornik w postaci kwadratu o znanej długości boku i nadamy mu dany kolor, następnie wypełnimy obliczaną powierzchnię innym kolorem o znanej wartości i policzymy ilość tych pikseli, to na zasadzie proporcji będziemy mogli obliczyć pole badanej powierzchni. Pole badanej powierzchni jest liczone na podstawie wzoru  $A = A1 \cdot B / B1$  (gdzie A1 to liczba pikseli mierzonego pola, B to powierzchnia wzornika, B1 – ilość pikseli wzornika).

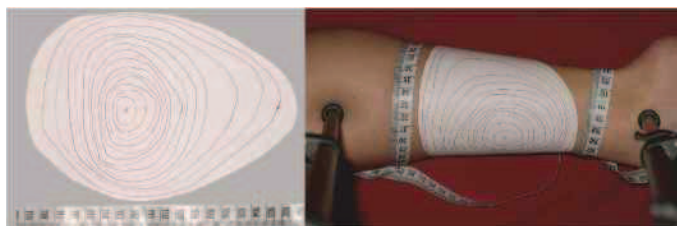
Program „Pole” zlicza ilość pikseli obszaru wyznaczonego oraz obszaru wzornika i znając pole powierzchni wzornika oblicza pole powierzchni obszaru wyznaczonego.

**Analiza kontrolna dokładności odwzorowania owrzodzeń oraz dokładności pomiaru pola ich powierzchni dokonanego zaproponowaną metodą własnego pomysłu**

**Sprawdzenie dokładności odwzorowania pola powierzchni owrzodzenia na zdjęciu cylindrycznym**

W celu oceny, czy zdjęcie cylindryczne dokładnie odzwierciedla rzeczywiste pole powierzchni owrzodzenia umiejscowionego na zakrzywionej płaszczyźnie, na arkuszu papieru zaznaczono markerem obszar przypominający rozmiarem i kształtem owrzodzenie goleni. Na arkusz naniesiono skalę, a następnie obraz zeskanowano skanerem hp scanjet 2400, uzyskując wierne odwzorowanie kształtu i proporcji obrazu. Ze skanu programem Adobe Photoshop CS3 Extended przy pomocy funkcji Analiza obliczono pole powierzchni zaznaczonego obszaru. Ten sam arkusz papieru z zaznaczonym obszarem naklejono na podudzie w miejscu typowym dla występowania owrzodzeń żylnych. Następnie opisaną powyżej techniką wykonano zdjęcie cylindryczne zaznaczonego obszaru, a następnie ze zdjęcia tego obliczono programem Adobe Photoshop CS3 Extended pole powierzchni.

Opisane czynności powtórzono dziesięciokrotnie zaznaczając 10 obszarów o różnych kształtach i rozmiarach (przedział powierzchni: 2,1-170,7cm<sup>2</sup>), naklejając je każdorazowo na inną goleń. Na rycinie 10 przedstawiono zdjęcia ukazujące opisaną tu metodę kontrolną.



Rys. 10. Metoda sprawdzenia zależności pomiędzy polem wzorcowym i polem powierzchni obliczonym ze zdjęcia cylindrycznego. Zeskanowany arkusz z zaznaczonym obrysem stanowiący pole wzorcowe (z lewej). Ten sam arkusz z zaznaczonym obrysem naklejony na goleń (z prawej)

Wyniki pomiarów poddano analizie statystycznej porównując pola powierzchni obliczone z zeskanowanego arkusza papieru (pole wzorcowe) z polami powierzchni obliczonymi na podstawie zdjęć cylindrycznych.

## Porównanie wyników pomiaru pola powierzchni wykonanego przy pomocy programu „Pole” i programu Adobe Photoshop CS3 Extended

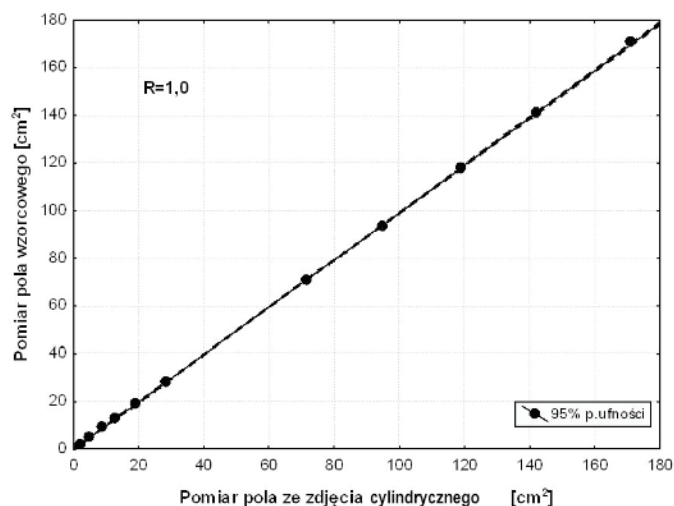
Program „Pole” liczy piksele obrazu o danej wartości RGB, natomiast program Photoshop zlicza piksele znajdujące się w zaznaczonym obszarze obrazu.

Do porównania wybrano 10 obrazów owrzodzeń w formacie BMP przygotowanych do obliczenia pola powierzchni przy pomocy programu „Pole”. Każdy z obrazów zawierał zaznaczony na czarno obszar (RGB – 0, 0, 0) oraz wzorcowy kwadrat koloru czerwonego (RGB 255, 0, 0). Tło obrazu miało kolor biały (RGB 255, 255, 255). Następnie z tego samego pliku wykonano pomiar pola powierzchni czarnego obszaru przy pomocy programu „Pole”.

Zależności pomiędzy wynikami pomiaru pola powierzchni wykonanego za pomocą różnych technik badawczych analizowano z zastosowaniem testu korelacji Pearsona. Wyniki dla poszczególnych metod badawczych porównywano z zastosowaniem testu Wilcoxon.

### Wyniki

Ocena zależności pomiędzy wzorcowym polem powierzchni i polem powierzchni obliczonym ze zdjęcia cylindrycznego (rycina 11) wykazała pełną korelację (współczynnik korelacji Pearsona  $R = 1,0$ ;  $p < 0,001$ ). Średnia różnica pomiędzy wzorcowym polem powierzchni i polem powierzchni obliczonym ze zdjęcia cylindrycznego wynosi 1,46% (odchylenie standardowe  $SD = 0,92\%$ ).



Rys. 11. Ocena zależności pomiędzy wzorcowym polem powierzchni i polem powierzchni obliczonym ze zdjęcia cylindrycznego

Porównanie wyników pomiędzy wzorcowym polem powierzchni i polem powierzchni obliczonym ze zdjęcia cylindrycznego przedstawia tabela 1. Pomimo, że różnice

pomiędzy wynikami są minimalne istnieje błąd systematyczny, tj. wyniki uzyskiwane ze zdjęcia są większe.

Tab. 1. Porównanie wzorcowego pola powierzchni z polem powierzchni obliczonym ze zdjęcia cylindrycznego

Pole wzorcowe (cm <sup>2</sup> )	Pole ze zdjęcia (cm <sup>2</sup> )	P
60,9 (±61)	61,4 (±61,4)	0,05
27,9 (2,1-170,7)	28,5 (2,1-170,9)	

Wyniki wyrażono jako średnia (±SD) oraz mediana (zakres).

Porównanie pomiaru pola powierzchni przy pomocy programu „Pole” i programu Adobe Photoshop CS3 Extended wykazało, że liczba pikseli policzona programem „Pole” i programem Photoshop była identyczna dla każdego pomiaru. Wynik pomiaru pola powierzchni czarnego obszaru był w przypadku każdego pomiaru identyczny dla obu metod (z dokładnością do dwóch liczb po przecinku – dokładność pomiarowa programu „Pole”).

### Omówienie metod dokumentacji stanu miejscowego owrzodzeń żylnych podudzi

Do najbardziej popularnych sposobów odwzorowania pola powierzchni owrzodzenia należy obrysowanie konturu rany na przyłożonym bezpośrednio do owrzodzenia przezroczystym materiale, takim jak pergamin, kalka techniczna czy folia. Jest to prosta, tania i łatwo dostępna metoda, która umożliwia wiarygodne odtworzenie płaszczyzny owrzodzenia, jednak posiada wiele wad. Jest metodą stykową – konieczność przyłożenia folii bezpośrednio do rany i obrysowywanie jej jest źródłem dyskomfortu dla pacjenta. Dodatkowym utrudnieniem jest konieczność zastosowania do tego celu wysterylizowanych materiałów. W przypadku ran z dużą ilością wydzieliny i tkanek martwiczych wykonanie pomiaru jest trudne ze względu na przemieszczanie się folii podczas obrysowywania. Problem stanowi też konieczność przeniesienia uzyskanego obrysu na materiał umożliwiający pomiar i archiwizację (np. papier milimetrowy, skaner). Rozwiązaniem może być wykonanie fotografii uzyskanego obrysu.

Zdecydowanie bardziej komfortową dla pacjenta i badacza metodą odwzorowania pola powierzchni owrzodzenia jest posługiwanie się technikami bezstykowymi. Najprostsza z nich to fotografia analogowa lub cyfrowa, wykorzystuje się też metody bardziej zaawansowane technologicznie, jak na przykład skanowanie za pomocą lasera. Metody bezstykowe pozwalają uniknąć opisanych wyżej niedogodności, posiadają jednak pewne ograniczenia związane z odwzorowaniem płaszczyzny z przestrzeni trójwymiarowej na obraz dwuwymiarowy oraz błędy związane z aberracją geometryczną układów optycznych zastosowanych urządzeń.

Odwzorowane pole powierzchni owrzodzenia można mierzyć wieloma sposobami. Najczęściej wykorzystuje się papier milimetrowy, obliczając pole powierzchni owrzodzenia poprzez sumowanie kratek. Inną metodą jest pomnożenie wymiarów dwóch prostokątów do siebie maksymalnych średnic owrzodzenia oraz liczby  $\pi$ , a następnie podzielenie tego iloczynu przez liczbę 4. W ten sposób powierzchnię owrzodzenia sprowadza się do powierzchni elipsy [13, 14], ( $P = a \cdot b \cdot \pi / 4$ , gdzie  $a$  i  $b$  to prostokątnie do siebie maksymalne średnice owrzodzenia). Wynik obarczony jest jednak dużym błędem pomiaru. Pole powierzchni owrzodzenia można policzyć przy pomocy planimetru geograficznego.

Dużym udogodnieniem stało się rozpowszechnienie komputerów osobistych i postęp technologii informatycznej. Umożliwiło to wykorzystywanie w celach obliczeniowych rozmaitych urządzeń (np. Visitrak [15]) i programów komputerowych, czemu sprzyja coraz większa dostępność skanerów oraz dynamiczny rozwój fotografii cyfrowej. Gorin i wsp. [4] skanowali wykonywane wcześniej obrysy owrzodzeń, następnie przy pomocy programu komputerowego NIH Image dokonywali pomiaru pola powierzchni.

Samad i wsp. [16] porównali szybkość, dokładność i powtarzalność pomiaru owrzodzeń goleni przy pomocy obrazów cyfrowych i tradycyjnego kontaktowego kopiowania kalką. Pomiar wykonywane były czterokrotnie przez różne osoby. Ich zdaniem pomiar powierzchni owrzodzeń goleni z zastosowaniem techniki cyfrowej jest dokładniejszy i szybszy, niż pomiar kontaktowy.

Kecelj-Leskovec i wsp. [17] porównali precyzję urządzenia opartego na trójwymiarowym pomiarze przy pomocy lasera z komputerową planimetrią fotografii. Pomiar wykonywało dwóch niezależnych badaczy. Precyzja pomiaru obwodu i powierzchni nie różniła się znacząco pomiędzy badanymi metodami.

Majeske [18] porównał cztery różne metody pomiarów pola powierzchni owrzodzeń żylnych: poprzez wielokrotny pomiar długości i szerokości owrzodzenia przy pomocy miarki, za pomocą zliczania kraterów na papierze milimetrowym, przy użyciu planimetru geograficznego oraz za pomocą metody cyfrowej. Obraz owrzodzenia każdorazowo uzyskiwano poprzez obrysowanie jego konturu na przezroczystej sterylnej folii przyłożonej bezpośrednio do rany. Badanie wykazało wysoką skuteczność wszystkich czterech metod. Autor poleca technikę z wykorzystaniem papieru milimetrowego klinicytom, którzy nie mają dostępu do planimetru i metod cyfrowych, jako narzędzie tanie i proste w użyciu.

Kałuża i wsp. [5] przedstawiają własną metodę pomiaru powierzchni pola z zastosowaniem programu komputerowego Area Tracer. U wszystkich pacjentów objętych badaniami wykonano planimetryczny pomiar pola powierzchni owrzodzenia w oparciu o fotografię cyfrową. Otrzymane

zdjęcia, jako mapy bitowe w formacie JPEG, poddane zostały obróbce cyfrowej. Metoda użyta do estymacji pola powierzchni owrzodzenia stanowiła połączenie manualnego zaznaczania konturu mierzonej powierzchni i precyzyjnego pomiaru pola opartego na zliczaniu pikseli w przestrzeni kratkowej obrazu. Wyznaczone pole, dzięki możliwości wprowadzenia skali dla każdego zdjęcia, podawane było w jednostkach metrycznych. Autorzy nie wyjaśniają jednak sposobu nanoszenia skali, która nie jest widoczna na prezentowanych fotografiach. Nie sposób wywnioskować, co oznacza liczba przedstawiona w fotografii okna programu jako skala, czy była ona podana np. na podstawie odległości aparatu od fotografowanego obiektu? Badacze nie wyjaśniają również w jaki sposób fotografowali owrzodzenie, którego powierzchnia wynosiła  $348 \text{ cm}^2$ . Tak dużej powierzchni nie można obliczyć na podstawie jednej fotografii, gdyż tak rozległe owrzodzenie musi obejmować większą część obwodu goleni.

W badaniach Huńki-Żurawińskiej [19] naklejano na podudzie sterylną, przezroczystą folię i obrysowywano obwód owrzodzenia oraz miejsca ziarninujące. Folię przenoszono następnie na arkusz kalki technicznej i odwzorowywano zaznaczone na folii obszary. Uzyskany na kalce technicznej rysunek skanowano w skali 1:1 i zapisywano w formacie bit mapy. Mierzone powierzchnie zaczerniano i następnie przygotowany plik poddawano sprawdzeniu przez program komputerowy. Napisany w Turbo Pascalu na potrzeby tych badań program wykorzystuje właściwości obrazów zapisanych w formacie bitmapy 256 kolorowej o rozdzielczości 320 x 200. Ponieważ każdemu punktowi obrazu odpowiada konkretna wartość, program zlicza wszystkie piksele po kolei. Pole powierzchni wylicza dzieląc liczbę czarnych pikseli przez 1464, tj. liczbę pikseli w jednym centymetrze kwadratowym. Do odwzorowywania owrzodzeń posłużono się aparatem cyfrowym, który umożliwił uzyskanie dobrej jakości fotografii wysokiej rozdzielczości. Wykorzystanie statywu ułatwiało ustawienie aparatu prostopadłe do powierzchni owrzodzenia, dzięki czemu zminimalizowano zafałszowania rozmiaru i kształtu owrzodzenia spowodowanego transformacją obrazu trójwymiarowego na dwuwymiarowy. Umieszczenie fotografowanego obiektu w centrum kadru zbliżało uzyskany obraz do obrazu ortoskopowego [8]. Efekt dystorsji [8, 9] niwelowało dodatkowo fotografowanie owrzodzenia z większej odległości, z wykorzystaniem dłuższej ogniskowej obiektywu aparatu.

W przypadku owrzodzeń położonych na zakrzywionej płaszczyźnie goleni lub obejmujących większą część obwodu goleni (owrzodzenie okrężne) konieczne jest wykonanie kilku fotografii, z których każda przedstawia kolejny fragment owrzodzenia. Aparat musi być ustawiony prostopadłe do każdego fotografowanego fragmentu powierzchni. Połączenie poszczególnych fragmentów programem do edycji daje cylindryczny obraz całej

plaszczyny owrzodzenia, umożliwiającą dokładne obliczenie pola powierzchni.

Program „Pole” został tak zaprojektowany, aby możliwe było obliczanie pola powierzchni z obrazu cyfrowego wykonanego dowolnym aparatem (lub skanerem) fotograficznym z dowolnej odległości, której wartości nie musimy znać. Obraz musi być zapisany w formacie BMP (mapa bitowa) z modelem kolorów RGB i paletcie kolorów 16, 256 lub 16.7M kolorów. Zamianę uzyskiwanego aparatem fotograficznym formatu JPG na format BMP można wykonać większością programów do edycji zdjęć, np. programem Microsoft Paint będącym składnikiem systemu Windows.

Zaletą programu „Pole” jest jego niewielki rozmiar (11,4 KB), brak konieczności instalacji oraz obsługiwanie plików o dowolnej rozdzielczości. Program nie obciąża systemu operacyjnego komputera, szybko wykonuje obliczenia, podając wynik w  $\text{cm}^2$ . Do zalet należy też uruchamianie programu z wiersza poleceń, dzięki czemu możliwe jest budowanie skryptów przyspieszających obliczenia oraz możliwość prostej edycji kodu; w ten sposób program może zostać poszerzony o nową funkcjonalność. Uruchamianie programu z wiersza poleceń może być jednak dla mniej zaawansowanych użytkowników komputera niedogodnością.

Bardzo dobrym i wygodnym rozwiązaniem jest wykorzystanie do edycji zdjęć oraz obliczeń programu Adobe Photoshop Extended (wersja CS3 oraz nowszych). Program Photoshop to profesjonalne narzędzie do cyfrowej obróbki obrazów. W wersji Extended został wyposażony w funkcje umożliwiające pomiary dowolnych obszarów (również obszarów o nieregularnym kształcie) zaznaczanych za pomocą szybkich i wygodnych narzędzi. Pomiary mogą dotyczyć wysokości, szerokości, pól i obwodów — zarówno na jednym, jak i na wielu obrazach. Wyniki pomiarów są przechowywane na paletce „Dziennik pomiarów”, można je eksportować do pliku tekstowego, co ułatwia archiwizację danych. Ograniczeniem może być jednak wysoka cena programu.

Przedstawione w niniejszej pracy sposoby odwzorowywania owrzodzeń i dokonywania obliczeń są wygodną formą dokumentacji danych. W dobie fotografii cyfrowej i coraz lepszych aparatów stanowiących zintegrowaną część telefonów komórkowych dobrej jakości zdjęcie owrzodzenia można wykonać właściwie zawsze i wszędzie.

Należy podkreślić, że fotografie owrzodzenia służyć mogą nie tylko naukowym celom obliczeniowym. Posługiwanie się nimi w praktyce klinicznej niesie wiele innych korzyści. Na podstawie zdjęć można oceniać stan rany - ilość i jakość ziarniny, występowanie martwicy, kolor wydzielin, ilość włókniaka, brzegi owrzodzenia, szerokość pasa nowonarodniętego naskórka. Fotografia uwidacznia

również wygląd otaczającej owrzodzenie skóry – zmiany wypryskowe, zabarwienie, obrzęk (skóra napięta, błyszcząca), łuszczenie lub zmacerowanie skóry, obecność zmian charakterystycznych dla niewydolności żyłnej. Na fotografii mogą być też widoczne charakterystyczne podłużne zmarszczenia skóry, obecne zwłaszcza w początkowym okresie skutecznie stosowanej kompresjoterapii. Wszystkich tych wymienionych cech nie sposób ocenić na podstawie innych metod odwzorowywania, np. na podstawie obrysu owrzodzenia wykonanego na przezroczystej folii. Fotograficzna dokumentacja gojenia owrzodzeń może też być ważnym czynnikiem motywacyjnym dla sceptycznie nastawionych, niechętnych do współpracy chorych (możliwość zaprezentowania choremu postępów leczenia np. w postaci pokazu slajdów).

Obliczenia i notatki wykonywane przy użyciu technologii informatycznej pozwalają na łatwe przetwarzanie i wygodne przechowywanie danych. Obrazy cyfrowe ułatwiają wymianę informacji między placówkami i ośrodkami służby zdrowia. Zgromadzony materiał cyfrowy może być wykorzystywany do celów dydaktycznych i badawczych.

### **Omówienie zależności pomiędzy wzorcowym polem powierzchni i polem powierzchni obliczonym ze zdjęcia cylindrycznego**

Średnia różnica dla pomiarów wykonanych na podstawie skanu obszaru wzorcowego oraz zdjęcia cylindrycznego tego samego obszaru przyklejonego na podudzie wyniosła 1,46%. Ze względu na to, że porównywano pola o powierzchni od 2,1  $\text{cm}^2$  do 170,9  $\text{cm}^2$  różnicę w pomiarach można uznać za minimalną. Wynik ten wskazuje, że zastosowana metoda jest precyzyjna.

Wynoszący średnio 1,46% błąd pomiaru wynika ze zniekształceń obrazu związanych z perspektywą i transformacją obrazu trójwymiarowego na dwuwymiarowy. Na błąd pomiaru wpływa precyzja wykonania zdjęć i dokładność łączenia poszczególnych fragmentów obrazu. Większe wartości powierzchni obliczone prezentowaną metodą wynikają najprawdopodobniej z błędów powstałych podczas składania obrazu.

### **Porównanie pomiaru pola powierzchni przy pomocy programu „Pole” i programu Adobe Photoshop CS3 Extended**

Program „Pole” liczy piksele obrazu o danej wartości RGB, natomiast Photoshop liczy piksele znajdujące się w zaznaczonym obszarze obrazu. W obu przypadkach dokładność pomiaru uzależniona jest od precyzji zaznaczenia obszaru owrzodzenia na fotografii. Należy podkreślić, że program „Pole” przeznaczony jest jedynie do obliczania pola powierzchni, natomiast w przygotowaniu fotografii do obliczeń należy posłużyć się takim programem do



edycji zdjęć, który umożliwił dobrać kolorów zgodnie z wartościami kolorów RGB (np. Adobe Photoshop).

## Wnioski

Opracowana przez nas metoda cyfrowej dokumentacji stanu miejscowego owrzodzeń żylnych podudzi umożliwia obiektywną ocenę zmian pola powierzchni i wyglądu rany. Jest wygodna i bezpieczna, gdyż nie wymaga bezpośredniego kontaktu z raną. Pozwala na łatwą i wygodną archiwizację materiału cyfrowego, który może być wykorzystywany do celów dydaktycznych i badawczych, a także może być ważnym czynnikiem motywacyjnym dla sceptycznie nastawionych, niechętnych do współpracy chorych.

Kontrola dokładności odwzorowania oraz dokładności pomiaru powierzchni programem „Pole” wykazała wysoką precyzję pomiaru wielkości owrzodzenia naszą metodą.

## LITERATURA

- [1] Bioliński G., Kostyra J., Nowakowski P., Kuczmik W., Ziąja D., Ziąja K., Zespół pozakrzepowy — aktualny stan wiedzy na temat patomechanizmu choroby i nowych aspektów leczenia. *Chir Pol* 2006; 8 (2): 156-163.
- [2] Jawień A., Rybak Z., Cencora A., Szewczyk M.T., Górkiewicz-Petkowska A., Oszkinis G., Wytyczne Polskiego Towarzystwa Leczenia Ran w sprawie gojenia owrzodzeń żylnych goleni. *Leczenie Ran* 2006; 3 (4): 103-112.
- [3] Sibbald R.G., Williamson D., Orsted H.L., et al., Preparing the Wound Bed — Debridement, Bacterial Balance, and Moisture Balance. *Ostomy Wound Manage* 2000; 46 (11): 14-22, 24-8, 30-5.
- [4] Gorin D.R., Cordts P.R., LaMorte W.W., Manzoian J.O., The influence of wound geometry on the measurement of wound healing rates in clinical trials. *J Vasc Surg* 1996; 23 (3): 524-528.
- [5] Kałuża G., Rybak Z., Pupka A., Jurkiewicz P., Patrzalak D., Langer M., Szyber P., Własna metoda oceny skuteczności leczenia owrzodzeń żylnych golenia na podstawie zmian ich pola powierzchni. *Prz Flebol* 2003; 11 (2): 51-55.
- [6] Martin M., Dynamic wound healing profile of venous ulcer cruris. *Vasa* 1994; 23 (3): 228-33.
- [7] Buda K. Doświadczenia własne w leczeniu rozległych, przewlekłych, żylnych owrzodzeń podudzi. Rozprawa doktorska. Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach, Zabrze 2009.
- [8] [http://www.optyczne.pl/62.4-Test\\_aparatu-Canon\\_PowerShot\\_G9\\_Optyka.html](http://www.optyczne.pl/62.4-Test_aparatu-Canon_PowerShot_G9_Optyka.html).
- [9] Cyprian T., Fotografia — technika i technologia. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne; Warszawa 1968.
- [10] [http://en.wikipedia.org/wiki/Cylindrical\\_projection#Cylindrical](http://en.wikipedia.org/wiki/Cylindrical_projection#Cylindrical).
- [11] Składniewicz M. Format BMP okiem hakera. *Hacking* 2008; 2: 2-8. (<http://ozzy.kgb.pl/hackin9/FBOH.pdf>).
- [12] [http://help.adobe.com/pl\\_PL/Photoshop/11.0](http://help.adobe.com/pl_PL/Photoshop/11.0).
- [13] Nicolaides A.N., Investigation of chronic venous insufficiency. A consensus statement. *Circulation* 2000; 102 (20): E126-163.
- [14] Stacey M.C., Burnand K.G., Layer G.T., Pattison M., Browse N.L., Measurement of the healing of venous ulcers. *Aust N Z J Surg* 1991; 61 (11): 844-848.
- [15] [http://wound.smith-nephew.com/ca\\_en/node.asp?NodeId=3053](http://wound.smith-nephew.com/ca_en/node.asp?NodeId=3053).
- [16] Samad A., Hayes S., French L., Dodds S., Digital imaging versus conventional contact tracing for the objective measurement of venous leg ulcers. *J Wound Care* 2002; 11 (4): 137-140.
- [17] Kecelj-Leskovec N., Jezersek M., Mozina J., Pavlović M.D., Lunder T., Measurement of venous leg ulcers with a laser-based three-dimensional method: comparison to computer planimetry with photography. *Wound Repair Regen* 2007; 15 (5): 767-771.
- [18] Majeske C., Reliability of wound surface area measurements. *Phys Ther* 1992; 72 (2): 138-141.
- [19] Huńka-Żurawińska W., Ocena wyników leczenia owrzodzeń podudzi pochodzenia żylnego laserem CO<sub>2</sub>. Rozprawa doktorska. Śląska Akademia Medyczna, Katowice 1999.

PATRICIA DOBRÍKOVÁ, KATARÍNA BLAŽOVÁ, MIRIAM ŠRAMATÁ

Trnavská univerzita, Fakulta zdravotníctva a sociálnej práce

## Burnout of healthcare workers at inpatient facilities

*Zespół wypalenia zawodowego pracowników służby zdrowia w placówkach szpitalnych*

### Abstract:

*Nearly every individual faces stressful events in his personal and professional life, but each of us has a unique ability to cope with such situations. The need to tackle the high demands at work or in one's personal life over the long term can lead to the mental, physical and emotional exhaustion known as burnout. Its occurrence has been tracked in research studies and surveys in different professions, but the predominant focus of this article is on the helping professions, such as the work of healthcare workers.*

*Our goal was to determine the degree of professional burnout among health professionals working at inpatient facilities in Slovakia. We focused on the relation between burnout and dissatisfaction with the choice of profession, workplace equipment and financial evaluation. We surveyed the dependence of burnout on the age and gender of the workers. To identify burnout, we used a standardized questionnaire MBI with three dimensions — emotional exhaustion (EE), depersonalization (DP) and personal accomplishment (PA). The sample included 315 healthcare workers from 11 hospitals in Slovakia.*

*We assert that burnout occurs when an individual scores 2-3 times in the third stage, which was found in 33% of the workers. In the EE subscale a high degree of burnout was achieved by 46% of the workers, in the DP subscale by 29% and in the PA subscale by 45% of the workers. We confirmed a significant relationship between burnout and dissatisfaction*