

ANALIZA IMAGISTICĂ A PARAMETRILOR FIZICI ÎN EVOLUȚIA UNUI CAZ DE ARSURĂ CHIMICĂ PE APROXIMATIV 2% DIN SUPRAFAȚA CORPORALĂ – PREZENTARE DE CAZ

IMAGING ANALYSIS OF PHYSICAL PARAMETERS IN THE EVOLUTION OF A CHEMICAL BURN CASE OF ABOUT 2% BODY SURFACE AREA - CASE PRESENTATION

GEORGETA BURLACU*,**, CĂTĂLIN CONSTANTIN ARMEANU****, SIMONA ILEANA ROMANESCU****, MĂDĂLINA RADU***,****, BOGDAN URSU*****, DAN MIRCEA ENESCU***,*****

Rezumat

Arsura reprezintă una dintre cele mai grave leziuni cutanate, arsura chimică, în cazul nostru, distruge de obicei toate straturile pielii. Arsurile dermale profunde și arsurile de orice grosime necesită excizie chirurgicală precoce și grefare tegumentară, deoarece în lipsa intervenției chirurgicale, vindecarea lor se extinde pe mai mult de 3 săptămâni și produce cicatrici vicioase, cheloide sau hipertrofice, cu sechele funcționale și estetice.

Stabilirea gradului de profunzime a unei arsuri reprezintă una din provocările chirurgului plastician. Diferențierea este de obicei făcută pe criterii clinice, iar acuratețea diagnostică în aceste cazuri nu depășește 76%.(1).

Prezentăm cazul unui pacient în vârstă de 72 ani, care a suferit o arsură chimică (substanță citostatică) la nivelul piciorului. Monitorizarea evoluției plăgii și a eficacității tratamentului a fost realizată prin intermediul fotografiilor efectuate la fiecare pansament. Acestea au fost analizate după formule specifice fizico-matematice. Elaborarea unui algoritm diagnostic bazat pe aceste formule a indicat

Summary

Burns are one of the most serious skin lesions, chemical burning, in our case, usually destroys all layers of the skin. The deep dermal burns and burns of all thickness require early surgical excision and tegumentary grafting, because in the absence of surgery, their healing extends for more than 3 weeks and produces vicious, keloid or hypertrophic scars with functional and aesthetic sequelae.

Determining the depth of burns is one of the challenges faced by the plastic surgeon. Differentiation is usually done on clinical criteria, and the diagnostic accuracy in these cases is not more than 76% (1).

We hereby present the case of a 72-year-old patient who suffered a chemical (cystostatic substance) burn in the foot level. Monitoring of wound development and treatment efficacy was achieved through photographs taken at each dress change. These were analyzed according to specific physico-mathematical formulas. The development of a diagnostic algorithm based on these formulas indicated the appearance of granulation tissue about 2 days prior to clinical degradation. The granulation tissue is an essential structure for grafting and wound healing. Using the

* UMF Carol Davila / UMF Carol Davila.

** Spitalul Clinic de Urgență București - Unitatea Primiri Urgențe -SMURD / Emergency Clinical Hospital Bucharest - Emergency Unit - SMURD

*** UMF Carol Davila / UMF Carol Davila.

**** Spitalul Clinic de Urgență București - chirurgie plastică / Bucharest Emergency Clinical Hospital - plastic surgery.

***** Denton Oncology Center @ Presbyterian Hospital Dallas-Medical Physics / Denton Oncology Center @ Presbyterian Hospital Dallas-Medical Physics

***** SC C&T BBG S.r.l.- dezvoltare soluții de proiecție a datelor, monitorizare / SC C & T BBG S.r.l- development of data projection solutions, monitoring

***** Spitalul Clinic de Urgență Copii - Grigore Alexandrescu - chirurgie plastică și arși / Clinical Emergency Hospital for Children - Grigore Alexandrescu - plastic surgery and burning

aparitia țesutului de granulație cu circa 2 zile înaintea decelării clinice. Țesutul de granulație reprezintă o structură esențială pentru priza greței și vindecarea plăgii. Utilizând algoritmul elaborat s-a putut urmări eficiența tratamentului aplicat și s-a stabilit momentul operator optim în vederea greșurii, rezultatele postoperatorii fiind foarte bune.

Fizica imagistică (analiza imaginilor) poate fi un instrument valoros de investigație medicală, atât pentru evaluarea corectă a profunzimii arsurii (gradul ei) cât și pentru stabilirea eficienței tratamentului aplicat și evidențierea apariției țesutului de granulație .

Cuvinte cheie: arsură chimică, țesut de granulație, fizică imagistică, Matlab.

Intrat în redacție: 16.10.2017

Acceptat: 21.11.2017

elaborated algorithm we could follow the efficiency of the applied treatment and set the optimum operator moment for grafting, the postoperative results being very good.

Imaging physics (the analysis of the images) can be a valuable tool for medical investigation, both for the proper assessment of the degree of burns (its degree) and for the determination of the effectiveness of the applied treatment and the appearance of the granulation tissue.

Key words: chemical burn, granulation tissue, imaging physics, Matlab.

Received: 16.10.2017

Accepted: 21.11.2017

Introducere

Arsurile sunt rezultatul contactului tegumentar cu agenții fizici (termici, electrice) sau chimici. Sunt printre cele mai frecvente cauze de accidente și determină probleme medico-chirurgicale, psihologice și sociale extreme de grave, cu risc vital și cu potențial invalidant.

Arsurile chimice reprezintă una din cele mai grave leziuni. Majoritatea agenților chimici produc o necroză de coagulare prin denaturarea proteinelor, determinând formarea unei escare care limitează penetrarea țesutului. Severitatea arsurii depinde de o serie de factori, inclusiv pH-ul agentului, concentrația, durata timpului de contact, volum și forma fizică a agentului.

Escara formată în urma contactului cu acidul împiedică procesul de vindecare și de aceea trebuie îndepărtată – de obicei chirurgical – sau prin deterție chimică sau enzimatică.

Prezentare de caz

PC*, pacient de sex masculin în vârstă de 72 ani, cu diagnosticul : Neoplasm bronhopulmonar centriohilar dr.T4NxM1PUL bilateral, BPOC. Boala renală cr. Std. III. Arteriopatie obliterantă std IVFontaine mmb inf bilateral. Status post amputație mmb inf stg. HTAE., în tratament de specialitate-PCHt-Docetaxel 80 mg, și care prezintă o plagă la nivelul antepiciorului stâng. Examinarea clinică a permis stabilirea diagnosticului de: Arsură chimică (citostatic) grad

Introduction

Burns are the result of tegumentary contact with physical (thermal, electrical) or chemical agents. They are among the most common causes of accidents and cause extreme medical, surgical, psychological and social problems of vital, potentially invalid nature.

Chemical burns are one of the most serious injuries. Most chemical agents produce a clotting necrosis by protein distortion, causing the formation of an eschar limiting tissue penetration. The severity of the burn depends on a number of factors, including the agent's pH, concentration, duration of contact time, volume and physical form of the agent.

The eschar formed by contact with the acid prevents the healing process and should therefore be removed - usually surgically - or by chemical or enzymatic detergers.

Case presentation

PC *, male patient aged 72 years, diagnosed with: Bronchopulmonary Centriohilar Neoplasm right T4NxM1PUL bilateral, BPOC. Kidney Disease Cr. Std.III. Arteriopathy obliteranta std IVFontaine inferior member bilateral. Post amputation status inferior member left, Essential Hypertension, in the treatment of specialty-PCHt-Docetaxel 80 mg, showing a wound in the left pre-leg. Clinical examination allowed the diagnosis of: Chemical (cytostatic) grade IIB-

IIB - parcelar III, față dorsală antepicior stâng, raze digitale I-IV, aproximativ 2% suprafață corporală.

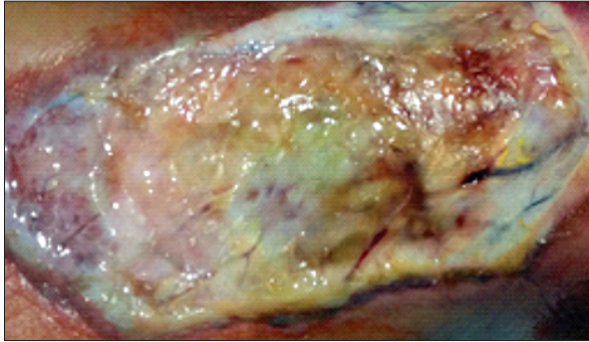


Fig. 1. Aspectul inițial al plăgii arse
Fig. 1. The initial aspect of the burned wound

S-a instituit într-o primă etapă lavajul abundent cu ser fiziologic (pentru îndepărtarea agentului chimic) și apoi s-a efectuat debridarea mecanică a țesutului necrozat de la nivelul plăgii.

S-a realizat apoi aplicarea în strat subțire (spray) de sulfadiazină de argint și acid hialuronic. Pentru a menține mediul umed la nivelul plăgii, s-a folosit un pansament hidroactiv cu antiseptic (polihexamethlen biguanide și soluție Ringer).

De la primul pansament s-a putut observa remisiunea fenomenelor inflamatorii și apariția lizereului hiperemic perilezional. Detersia chimică a continuat în următoarele zile și se constată formarea mugurilor de granulație.

Pansamentul a fost schimbat o dată la 3 zile, realizându-se debridarea biologică în circa 9 zile.

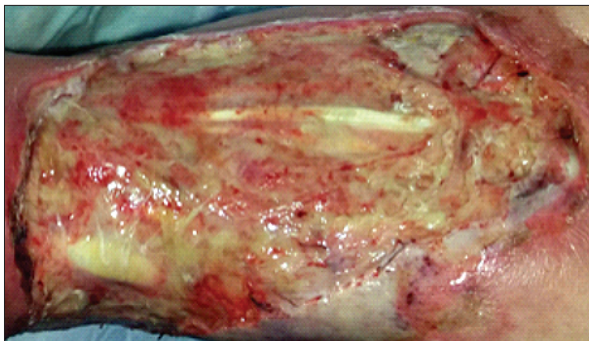


Fig. 3. Aspectul plăgii la pansamentul din ziua 3
Fig. 3. The wound aspect at the 3rd day

parcel III, front dorsal left pre-leg, digital films I-IV, about 2% body surface area.

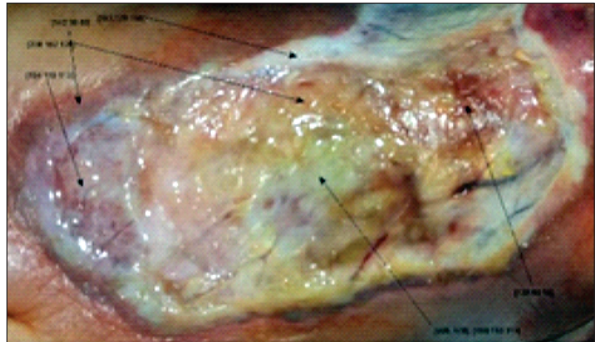


Fig. 2. Analiza digitală a imaginii
Fig. 2. Digital analysis of the picture

First, was established an abundant lavage with physiological saline (to remove the chemical agent) and then was performed a mechanical debridement of the necrotic tissue from the wound.

Afterwards, Sulfadiazine Silver and Hyaluronic acid were sprayed in a thin layer (spray). To keep wet the wound environment, it was used a hidroactive dress with antiseptic (polyhexamethylene biguanides and Ringer solution).

Starting with the first dress we could see the remission of the inflammatory phenomena and the appearance of the perilesional hyperemic line. The chemical cleaning continued in the following days, and formation of granulation buds was observed.

The dress was changed every 3 days, the biological debridement being done in about 9 days.

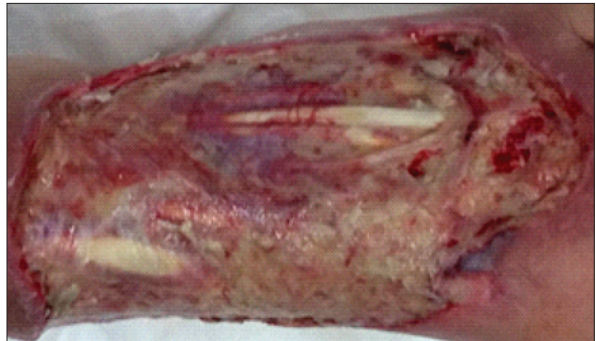


Fig. 4. Aspectul plăgii la următorul pansament
Fig. 4. The wound aspect at the next dress



Fig. 5. Aspectul plăgii în ziua a 10-a
Fig. 5. The wound aspect 10th day

În ziua a 10-a se constată remisiunea completă a fenomenelor inflamatorii, cu persistența unor focare de necroză, în curs de detersie la nivelul articulațiilor metatarsofalangiene IV-V.

După eliminarea țesutului devitalizat și apariția țesutului de granulație s-au folosit pansamente parafinate, cu 0,5 acetat de clorhexidina, peste care s-a aplicat crema cu acid hialuronic. Pentru a absorbi excesul de fluide s-a aplicat un pansament cu silicon, care a permis și diminuarea senzației de disconfort a pacientului.



Fig. 7. Plaga pregătită pentru greșare
Fig. 7. The wound ready for graft

La pansamentul din ziua 15 se constată o plagă granulară cu muguri de epitelizare marginală prezenți pe circa 65% din suprafața tendonului tibial anterior și a tendonului extensor de deget III.

Apariția țesutului de granulație a permis realizarea la 18 zile postarsură a autogrefării. Evoluția locală a fost favorabilă, grefa fiind viabilă și cu priză de 100% (integrată). Considerăm că rezultatul postoperator obținut, atât cel funcțional cât și cel estetic, a fost foarte bun.

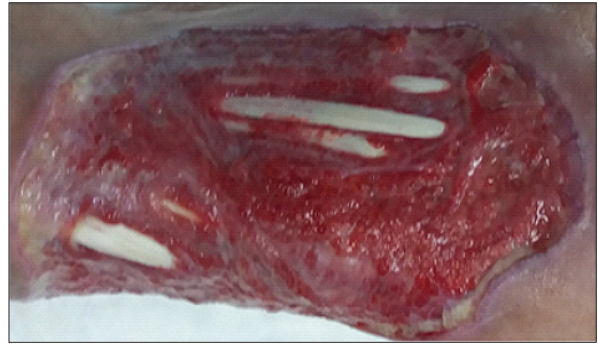


Fig. 6. Se observă apariția țesutului de granulație
Fig. 6. The appearance of granulation tissue is observed

On the 10th day there is a complete remission of inflammatory phenomena, with the persistence of necrosis outbreaks, which are being disrupted at the IV-V metatarsalphalangeal joints.

After the removal of the devitalized tissue and the appearance of the granulation tissue, were used paraffin ointments with 0.5 chlorhexidine acetate, over which was applied hyaluronic acid cream. To absorb excess fluid, a silicone dress was applied which also allowed the patient's discomfort to be diminished.



Fig. 8. Aspectul final al plăgii (ziua 29)
Fig. 8. The final aspect of the wound (day 29)

At the dress from the 15th day, a granular wound with marginal epithelial buds is found on about 65% of the anterior lower-leg tendon surface and the finger extensor tendon III.

The appearance of granulation tissue allowed at 18 days post-injury, the self-graft. The local evolution was favorable, the graft being viable, 100% attached (integrated). We consider that the obtained postoperative result, both functional and aesthetic, was very good.

Analiza imagistică

Noțiuni Generale

Matlab (prescurtarea de la Matrix Laboratory) reprezintă unul dintre cele mai importante medii de programare în analiza imagistică. O imagine digitală este formată din pixeli, fiecare corespunzând unei nuanțe de culoare. Culoarele digitale rezultă din combinarea RGB (red-roșu, green-verde, blue-albastru) și tonuri de gri. Fiecărei combinații i se alocă o valoare numerică.

Acesta este un program folosit în beneficiul omului dar și a animalelor, cu ajutorul Matlab s-a putut studia comportamentul animalelor de laborator (10). Inginerul biomedical David Meaney folosește șoricelul de laborator să studieze fiziopatologia și deficitul de comportament cauzate de leziunile traumatice craniene ajutat de programul în cauză. (10).

Programul **Matlab** permite citirea unei imagini ca o matrice formată din valorile numerice alocate fiecărui pixel. Analiza parametrilor statistici ai unei imagini reprezintă urmărirea repetării unor pixeli și a vecinilor lor, respectiv a valorilor numerice corespunzătoare.

Primul parametru calculat este media. **Media aritmetică** a valorilor numerice a tuturor pixelilor din imagine permite calcularea celorlalți parametrii. **Deviația standard** se aplică pe imagini în care culorile au fost schimbate în tonuri de gri (**Matlab** poate recunoaște 65000 astfel de tonuri) și exprimă variația intensității culorii gri în jurul mediei. **Skewness** (simetria) analizează repartiția simetrică a valorilor pixelilor în jurul mediei. **Kurtosis** reprezintă măsura în care valorile pixelilor imaginii sunt acute peste sau sub medie. **Entropia** unei imagini este caracterizată de repetarea unei culori în imagine. Entropia maximă este atunci când o culoare nu se repetă. **Energia** reprezintă repetiția în imagine a unei perechi de pixeli. Energia maximă este atunci când avem o distribuție constantă a perechilor de pixeli sau când perechile de pixeli se repetă periodic. **Omogenitatea** se referă la apropierea perechilor de pixeli care se repetă în imagine.

Parametri statistici se urmăresc în funcție de o variație, în cazul de față **timpul**, respectiv numărul de zile de tratament. Reprezentarea

Imagistic analysis

General Notions

Matlab (abbreviated from the Matrix Laboratory) is one of the most important programming environments in imaging analysis. A digital image is composed of pixels, each corresponding to a color shade. Digital colors result from the combination of RGB (red, green, blue) and grayscale. Each combination is assigned a numeric value.

This is a program used for the benefit of both humans and animals, with the help of Matlab it was possible to study the behavior of laboratory animals (10). David Meaney, biomedical engineer, uses lab mice to study the pathophysiology and behavioral deficits caused by the traumatic head injuries aided by the program. (10).

The **Matlab** program allows reading an image as a matrix consisting of the numerical values assigned to each pixel. Analyzing the statistical parameters of an image is to track the repetition of some pixels and their neighbors, respectively the corresponding numerical values.

The first calculated parameter is the average. **The arithmetic average** of the numeric values of all the pixels in the image allows the calculation of the other parameters. **The standard deviation** applies to images in which the colors have been changed to grayscale (**Matlab** can recognize 65,000 such tones) and express the variation in gray intensity around the average. **Skewness** (symmetry) analyzes the symmetric distribution of pixel values around the average. **Kurtosis** is the extent to which image pixel values are high above or below average. **The Entropy** of an image is characterized by the repetition of a color in the image. Maximum entropy is when a color does not repeat. **Energy** is the repetition of a pixel pair in the image. The maximum energy is when we have a constant distribution of pixel pairs or when pairs of pixels repeat periodically. **Homogeneity** refers to the approximation of pixel pairs that is repeated in the image.

Statistical parameters are tracked according to a variation, in this case **the time**, respectively the number of days of treatment. The graphical

grafică a parametrilor permite sesizarea oricărei schimbări în textura imaginilor.

Analiza imagistică a plăgilor poate evidenția tranzițiile între fazele de vindecare. Cunoscând valoarea numerică a culorii care reprezintă starea de sănătate a unei plăgi, se poate observa respectiva valoare ori de câte ori se repetă în imagine, pixel cu pixel. Programul **Matlab** permite reprezentarea grafică a valorilor parametrilor analizați și stabilirea unui algoritm evolutiv și terapeutic.

Analiza statistică a imaginilor

O imagine sau textura $I(i, j)$ de dimensiuni m -cu- n este o matrice bidimensională compusă din m pixeli în direcție verticală și n pixeli în direcția orizontală (i și j reprezintă coordonatele orizontale și verticale ale imaginii). Numărul total de pixeli din matricea de imagine la nivelul de gri este, prin urmare, $m \cdot n = N$, $1 \leq i \leq m$, $1 \leq j \leq n$.

Parametrii statistici care se pot folosi sunt:

1. Valoarea medie μ , adică nivelul mediu al valorilor intensității imaginii sau textura $I(i, j)$: Utilizând formula corespunzătoare, graficul obținut în funcție de zilele de tratament arată ca în figura următoare:

$$\mu = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n I(i, j)$$

Formula de calcul a valorii medii
Calculation formula for the medium value

representation of the parameters allows you to notice any change in the texture of the images.

Wound imaging analysis can highlight transitions between the healing phases. Knowing the numeric value of the color that represents the health of a plague, it can be seen that value whenever pixel by pixel is repeated in the image. The **Matlab** program allows graphical representation of the value of the analyzed parameters and the establishment of an evolutionary and therapeutic algorithm.

Statistical analysis of the images

An image or texture $I(i, j)$ with dimensions m -with- n is a two-dimensional matrix composed of m pixels in vertical direction and n pixels in horizontal direction (i and j represent the horizontal and vertical coordinates of the image). The total number of pixels in the image matrix at the gray level is therefore $m \cdot n = N$, $1 \leq i \leq m$, $1 \leq j \leq n$.

The statistical parameters that can be used are:

1. The medium value μ , meaning the medium level of the intensity values of the image or texture $I(i, j)$: Using the appropriate formula, the chart obtained according to the treatment days looks like in the following figure:

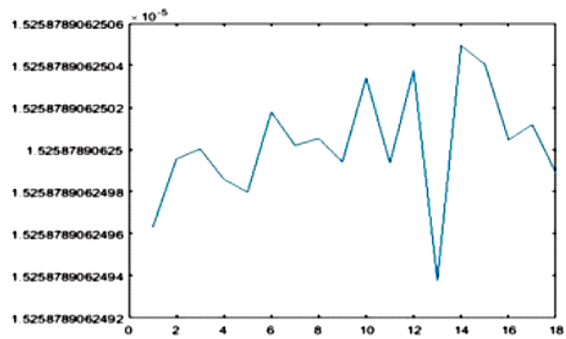
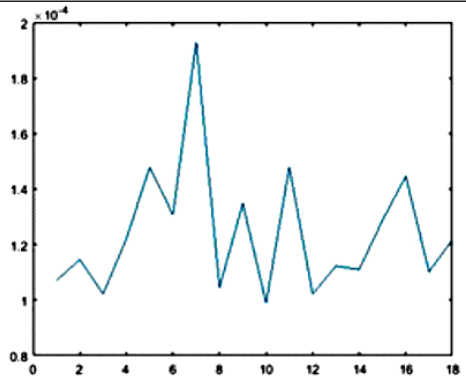


Fig. 1. Graficul obținut pentru valorile medii
Fig. 1. The chart obtained for the medium values

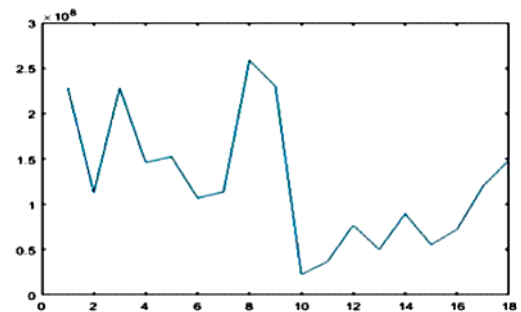
2. Abateră (deviația) standard S a intensității nivelului de gri este definită ca rădăcina pătrată a varianței. Dacă valoarea varianței este mai aproape de medie, deviația standard este mai mică:

2. The standard S irregularity (deviation) of the gray level is defined as the square root of the variation. If the value of the variation is closer to average, the standard deviation is lower:

$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (I(i,j) - \mu)^2}{N-1}}$	
<p>Formula de calcul a deviației standard Calculation formula for the standard deviation</p>	<p>Fig. 2. Graficul obținut pentru deviația standard Fig. 2. The chart obtained for the standard deviation</p>

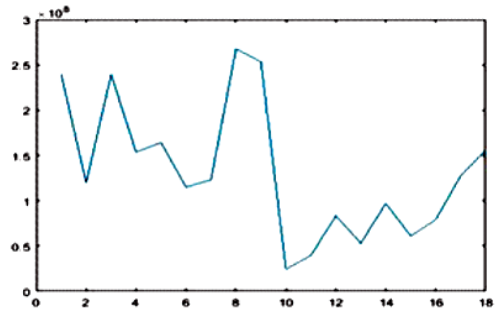
3. Asimetria este o caracteristică fizică sau matematică a unui sistem care rămâne ne schimbată sub acțiunea unui transfer.

3. The asymmetry is a physical or mathematical characteristic of a system that remains unchanged under the action of a transfer.

<p>Asimetria The asymmetry = $\frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (I(i,j) - \mu)^3}{(N-1) \times S^3}$</p>	
<p>Formula de calcul a asimetriei Calculation formula for asymmetry</p>	<p>Fig. 3. Graficul obținut pentru simetrie Fig. 3. The chart obtained for asymmetry</p>

4. **Kurtosis** este indicator folosit în analiza distribuției unei serii de date pentru a indica gradul de aplatizare sau de ascuțire a unei distribuții.

4. **Kurtosis** is an indicator used to analyze the distribution of a series of data to indicate the degree of flattening or sharpening of a distribution.

<p>Kurtosis = $\frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (I(i,j) - \mu)^4}{(N-1) \times S^4}$</p>	
<p>Formula de calcul pentru Kurtosis Calculation formula for Kurtosis</p>	<p>Fig. 4. Graficul obținut pentru Kurtosis Fig. 4. The chart obtained for Kurtosis</p>

În continuare, parametrii statistici de ordinul doi sunt calculați din matricea **Cooccurrence** nivelului de gri (GLCM) al texturii. Matricea Cooccurrence este o matrice de probabilitate care măsoară de cât de multe ori apare un cuplu de pixeli din imagine. Astfel, se calculează:

5. **Entropia** este măsura dezordinii nivelelor de gri dintr-o imagine. Entropia unei imagini se calculează prin calcularea probabilității P a unui anumit nivel de valoare gri găsit în acea imagine:

$$\text{Entropie} \\ \text{Entropy} = - \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n P(i, j) \log P(i, j)$$

Formula de calcul pentru entropie
Calculation formula for Entropy

Next, the second order statistical parameters are calculated from the Cooccurrence matrix of the Gray level (GLCM) of the texture. The Cooccurrence matrix is a probability matrix that measures how many times pair of pixel appears in the image. Thus, it is calculated:

5. The **Entropy** is the measure of the disruption of Gray levels in an image. The Entropy of an image is calculated by calculating the probability P of a particular Gray value found in that image:

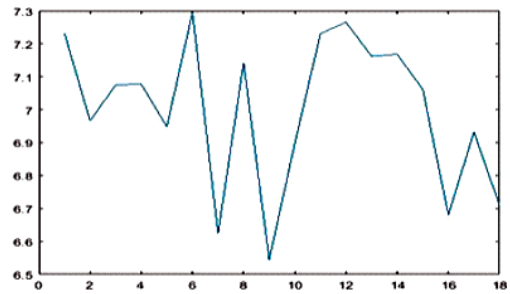


Fig. 5. Graficul obținut pentru entropie
Fig. 5. The chart obtained for Entropy

6. **Energia** măsoară uniformitatea textural, adică repetările de pixeli pereche. Energia maximă a texturii sau a imaginii se produce atunci când distribuția nivelului de gri este fie constantă sau periodică uniformă:

$$\text{Energia} \\ \text{The Energy} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (GLCM(i, j))^2$$

Formula de calcul pentru energie
Calculation formula for Energy

6. The **Energy** measures textural uniformity, i.e. pixel pairs repetitions. The maximum texture or image energy occurs when the Gray level distribution is either constant or periodically uniform:

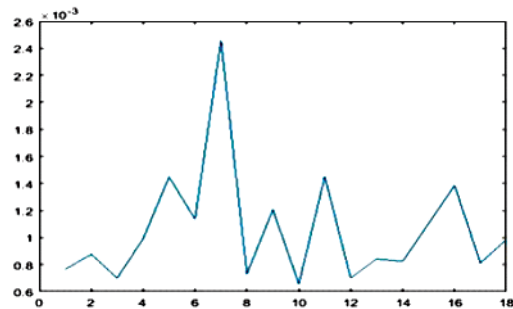


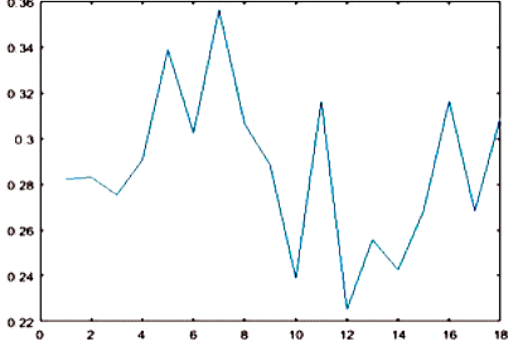
Fig. 6. Graficul obținut pentru energie
Fig. 6. The chart obtained for Energy

7. **Omogenitatea** măsoară gradul de apropiere al distribuției valorilor în GLCM. Este un mediu material care se definește în raport cu cel puțin o caracteristică (marime) fizică, ea neavând caracter absolut, adică este posibil ca un mediu (sistem) să fie omogen în raport cu un parametru

7. The **Homogeneity** measures the degree of approximation of the distribution of values in GLCM. It is a material environment that is defined in relation to at least one physical characteristic (dimension), it does not have an absolute character, that is, it is possible that a

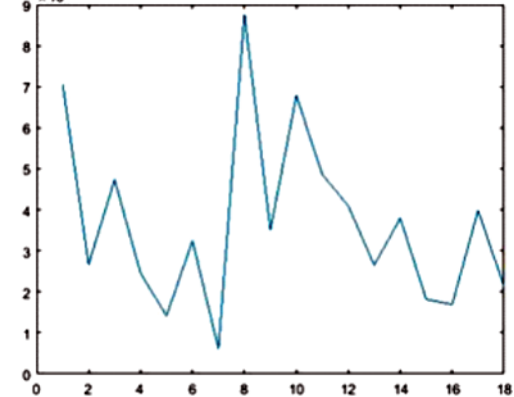
și să fie eterogen în raport cu unul sau mai mulți parametrii.

environment (system) to be homogeneous with respect to a parameter and that it is heterogeneous with respect to one or more parameters.

<p>Omogenitate Homogeneity = $\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n GLCM(i, j) \frac{1}{1+(i-j)^2}$</p>	
<p>Formula de calcul pentru omogenitate Calculation formula for Homogeneity</p>	<p>Fig. 7. Graficul obținut pentru omogenitate Fig. 7. The chart obtained for Homogeneity</p>

8. Corelația imaginilor – coeficientul de corelație este o metrică care exprimă similaritatea (nivelul de potrivire) dintre două semnale, de

8. Correlation of images – the correlation coefficient is a metric that expresses the similarity

<p>Corelație Correlation = $\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \frac{\{i \times j\} \times P(i, j) - \{\mu_x \times \mu_y\}}{\sigma_x \times \sigma_y}$</p>	
<p>Formula de calcul pentru corelație Calculation formula for Correlation</p>	<p>Fig. 8. Graficul obținut pentru corelație Fig. 8. The chart obtained for Correlation</p>

aceea, este foarte des folosit pentru căutarea șabloanelor.

(level of matching) between two signals, so it is very often used to search for patterns.

În formula de mai sus, μ_x , μ_y și σ_x , σ_y sunt media și abaterile standard ale probabilității matricei P de-a lungul rândului înțepit (P_x) și pe coloane (P_y), iar corelația nu se referă la două obiecte diferite, este o corelație pixel internă.

In the above formula, μ_x , μ_y and σ_x , σ_y are the average and the standard deviations of the matrix probability P along the wise row (P_x) and on columns (P_y), and the correlation does not refer to two different objects, it is a internal pixel correlation.

Discuții și Concluzii

Arsura reprezintă probabil cea mai severă formă de traumă pe care o poate suferi ființa umană. Există două etape distincte în tratamentul unei arsuri:

- Etapa acută, în care eforturile sunt concentrate pe supraviețuirea pacientului și pe efectuarea procedurilor chirurgicale de urgență, cu viză funcțională în primul rând.
- Etapa postacută, în care sunt necesare tratamente chirurgicale și de recuperare, pentru corectarea sechelelor post-combustionale, îmbunătățirea funcției și a aspectului estetic.

Orice plagă parcurge spre vindecare patru faze: hemostază, inflamație, proliferare și maturare (remodelare). În evoluția locală a unei plăgi arse, fenomenele principale sunt reprezentate de eliminarea (detersia) țesutului neviabil, urmată de apariția țesutului de granulație (suprafață aptă pentru grefare) și în final epitelizarea. Pe măsură ce are loc vindecarea, țesutul de granulație (format din muguri de culoare roșie) este epitelizat, acoperit cu țesut mai deschis la culoare. În final se formează cicatricea, care în cazurile cu evoluție favorabilă este apropiată de culoarea tegumentului.

Grefa cutanată aplicată pe un țesut de granulație este inițial de culoare albă (palidă), hrănindu-se prin imbițiție. Odată cu penetrarea vaselor sangvine, grefa viabilă devine inițial violetă (cianotică) apoi în timp ajunge la culoarea roz, apropiindu-se de cea a tegumentului adiacent. În cazul în care grefa nu este viabilă (a pierdut contactul cu țesutul subiacent, nu a fost vascularizată corespunzător etc) diferențele de culoare devin tot mai evidente, de la persistența albului (lipsa de vascularizație) la culoarea neagră a țesutului necrozat.

Ca urmare, variațiile de culoare care pot fi observate la nivelul plăgii arse evoluează de la culoare alb-gri sau chiar neagră a țesutului neviabil sau necrozat, prin diferite nuanțe de roz-roșu odată cu apariția țesutului de granulație spre o culoare apropiată de cea a tegumentului normal.

Profunzimea plăgii arse – așa-numitul grad de arsură – reprezintă factorul determinant al potențialului său de vindecare (care rezultă din țesuturile profunde sau din cele adiacente ne-

Discussions and Conclusions

The burns is probably the most severe form of trauma the human being can suffer. There are two distinct steps in the treatment of burns:

- Acute stage where efforts are focused on patient survival and emergency surgical procedures with a functional first-line priority.
- Postoperative stage in which surgical and recovery treatments are required to correct post-injury sequelae, improve aesthetic function and appearance.

Every wound undertakes to healing four phases: haemostasis, inflammation, proliferation and maturation (remodeling). In the local evolution of a burned wound, the main phenomena are the removal of the nonviable tissue, followed by the appearance of granulation tissue (surface suitable for grafting) and finally epithelization. As the healing takes place, the granulation tissue (made up of red buds) is epithelized, covered with lighter tissue. Finally, the scar is formed, which in the case of favorable evolution is close to the color of the skin.

The cutaneous graft applied to a granulation tissue is initially white (pale), nourished by imbibitions. Once with the penetration of blood vessels, the viable graft becomes initially violet (cyanotic), then over time becomes pink, approaching that of the adjacent skin. If the graft is not viable (lost contact with the underlying tissue, it was not properly vascularized etc.), the color differences become more apparent, from the white persistence (lack of vascularization) to the black color of the necrotic tissue.

As a result, the variations in color that can be observed in the burned wound evolve from white to gray or even black of non-viable or necrotic tissue through different pinkish reds with the grain tissue being applied to a color close to that of normal skin.

The depth of the burned wound – the so-called degree of burning – is the determining factor of its healing potential (resulting from deep or adjacent tissues unaffected by the causative agent). The operative or conservative treatment decision (surgery or abstinence) is primarily

afectate de agentul cauzant). Decizia de tratament operator sau conservator (intervenția chirurgicală sau abținerea) este influențată în primul rând de gradul și tipul de arsură, deoarece aceștia determină evoluția locală.

Stabilirea diferenței dintre arsurile superficiale și cele profunde este extrem de importantă din punct de vedere al conduitei terapeutice. Încă din secolul trecut s-a stabilit că evoluția unei plăgi arse este mult mai bună și vindecarea are loc mai rapid și cu mai puține sechele funcționale și estetice dacă în arsurile profunde se îndepărtează rapid țesutul ars (escara). Intervenția chirurgicală este necesară pentru a reduce inflamația locală și a permite țesutului sănătos să asigure acoperirea defectului creat (asigurând epitelizarea din profunzime și dinspre marginile plăgii). Diferențierea între arsurile profunde (care nu au o vascularizație și rezerve suficiente care să permită vindecarea) și cele superficiale (la care vindecarea chiar fără intervenție exterioară are loc cam în trei săptămâni) este deosebit de importantă pentru a nu pierde momentul operator esențial într-o arsură profundă și pentru a evita intervențiile chirurgicale inutile într-o plagă superficială.

De aceea, de multă vreme s-a simțit nevoia unei metode obiective care să determine cât mai corect profunzimea arsurilor. Au fost create mai multe dispozitive care fac o estimare a perfuziei tisulare la nivelul plăgii arse, știind că vascularizația tisulară mai redusă este de obicei rezultatul unei arsuri mai profunde.

Standardul de aur în stabilirea profunzimii arsurilor este evaluarea histologică, dar aceasta necesită biopsierea plăgii, iar rezultatele se obțin în minim 24–48 de ore.

Flowmetria Laser-Doppler și monitorizarea Laser-Doppler a perfuziei tisulare funcționează pe principiul modificării frecvenței razei laser prin reflexia undelor luminoase la contactul cu eritrocitele aflate în mișcare. Modificarea frecvenței este proporțională cu vascularizația țesutului respectiv. Metoda a fost aprobată de FDA și permite diferențierea arsurilor superficiale de cele profunde în proporție de 90–99. (2)

Imagistica termală se numește pe scurt termografie. Se bazează pe corelația dintre temperatura tisulară, vascularizația tisulară și profunzimea arsurii. În mod esențial, cu cât arsura este mai profundă, fiind mai slab vascularizată,

influențată de gradul și tipul de arsură, este determinată dezvoltarea locală.

Determinarea diferenței dintre arsurile superficiale și cele profunde este extrem de importantă din punct de vedere al conduitei terapeutice. A fost stabilită încă din secolul trecut că evoluția unei plăgi arse este mult mai bună și vindecarea are loc mai rapid și cu mai puține sechele funcționale și estetice dacă în arsurile profunde se îndepărtează rapid țesutul ars (escara). Intervenția chirurgicală este necesară pentru a reduce inflamația locală și a permite țesutului sănătos să asigure acoperirea defectului creat (asigurând epitelizarea în profunzime și dinspre marginile plăgii). Diferențierea între arsurile profunde (care nu au o vascularizație și rezerve suficiente care să permită vindecarea) și cele superficiale (în care vindecarea chiar fără intervenție exterioară are loc cam în trei săptămâni) este deosebit de importantă pentru a nu pierde momentul operator esențial într-o arsură profundă și pentru a evita intervențiile chirurgicale inutile într-o plagă superficială.

Prin urmare, a fost simțită nevoia unei metode obiective care să determine cât mai corect profunzimea arsurilor. Au fost create mai multe dispozitive care fac o estimare a perfuziei tisulare în rana, știind că vascularizația tisulară mai redusă este de obicei rezultatul unei arsuri mai profunde.

Standardul de aur în stabilirea profunzimii arsurilor este evaluarea histologică, dar aceasta necesită biopsierea plăgii, iar rezultatele se obțin în minim 24–48 de ore.

Flowmetria Laser-Doppler și monitorizarea Laser-Doppler a perfuziei tisulare funcționează pe principiul modificării frecvenței razei laser prin reflexia undelor luminoase la contactul cu eritrocitele aflate în mișcare. Modificarea frecvenței este proporțională cu vascularizația țesutului respectiv. Metoda a fost aprobată de FDA și permite diferențierea arsurilor superficiale de cele profunde în proporție de 90–99%. (2)

Imagistica termală se numește pe scurt termografie. Este bazată pe corelația dintre temperatura tisulară, vascularizația tisulară și profunzimea arsurii. În mod esențial, cu cât arsura este mai profundă, fiind mai slab vascularizată,

Lawson a fost primul care a folosit termografia pentru a evalua profunzimea arsurilor la câini, în 1961.(9.) În 1966, Mladick a folosit imagistica termală pentru a evalua plăgile arse la pacienți umani.(8.)

Hacket a demonstrat, printr-un studiu clinic, că termografia evaluează corect profunzimea arsurilor în 90% din cazuri, în timp ce examinarea clinică reușește acest lucru în 67% din cazuri. %. (1)

Analiza imagistică a unei plăgi permite evoluției acesteia, respectiv monitorizarea îndepărtării țesuturilor necrozate și apariției mugurilor de granulație. După fotografierea cu ocazia fiecărui pansament și utilizarea programelor statistice (**Matlab**) pentru a determina variația culorii pixelilor a fost posibilă analiza anumitor parametri care reflectă distribuția pixelilor și modificarea în evoluție a culorii lor.

În evoluția plăgii din prezentarea noastră, s-a putut constata că:

- Graficul mediei a ajuns de la o valoare numerică ce reprezintă starea de boală (necroza) la o altă valoare numerică ce reprezintă starea de sănătate.
- Simetria valorilor pixelilor în jurul mediei a evoluat de la asimetric la simetric.
- Kurtosis a pornit de la valori acute față de medie, iar în evoluția spre starea de sănătate nu au mai apărut valori acute.
- Entropia unei plăgi vindecate a devenit minimă.
- Energia plăgii a crescut, devenind maximă.
- În același timp, omogenitatea a devenit mai evidentă, odată cu vindecarea

În afara parametrilor statistici prezențați mai sus, mai pot fi urmăriți în evoluție și parametrii dinamici ai unei imagini: viteza, accelerația și energia cinetică. Viteza și accelerația unei imagini reprezintă diferența dintre valorile a doi pixeli alăturați. Cu cât diferența între valori este mai mare, cu atât viteza crește. Energia cinetică reprezintă modificarea valorilor pixelilor între prima imagine de la începutul evoluției și imaginea finală.

Lawson was the first to use the thermography to assess the depth of burns in dogs in 1961. (9.) In 1966, Mladick used thermal imaging to assess burns in human patients.(8.)

Hacket has demonstrated in a clinical study that thermography correctly evaluates the depth of burns in 90% of cases, while clinical examination succeeds in 67% of cases. %. (1.)

The imaging analysis of a wound enables its evolution, i.e. the monitoring of the removal of necrotic tissues and the appearance of the granulation buds. After photographing with each ointment and using statistical programs (**Matlab**) to determine the color variation of the pixels, it was possible to analyze certain parameters reflecting the distribution of pixels and their changing color.

In the evolution of the wound in our presentation, it was found that:

- The average chart has reached a numerical value that represents the disease state (necrosis) at another numerical value representing the state of health.
- The symmetry of pixel values around the average has evolved from asymmetrical to symmetrical.
- The Kurtosis ranged from acute to moderate values, and in the evolution to health no more acute values occurred.
- The Entropy of a healed wound has become minimal.
- The Energy of the wound increased, becoming the maximum.
- At the same time, Homogeneity became more evident with healing.

In addition to the statistical parameters presented above, the dynamic parameters of an image can also be traced: speed, acceleration and kinetic energy. The speed and acceleration of an image is the difference between the values of two pixels joined. The higher the difference between the values, the higher the speed. The kinetic energy is the change in pixel values between the first image at the beginning of the evolution and the final image.

În cazul nostru algoritmul analizei imagistice ne-a permis să evaluăm țesutul necrozat și apariția granulației cu mai multă precizie. Am folosit aparatul de fotografiat Nikon cu lentile speciale atașate, efectuând imagini de control ale evoluției clinice cu ocazia fiecărui pansament.

Analiza computerizată a imaginilor digitale a oferit posibilitatea de a vizualiza variațiile de culoare ale țesutului, care în mod normal nu sunt vizibile ochiului.

Stabilirea mai exactă prin analiza imagistică a zonelor lipsite de viabilitate, diferențierea lor de cele cu viabilitate incertă și de cele care evoluează favorabil a permis adaptarea tratamentului la evoluția clinică. Prezența zonelor cu o colorație apropiată de cea a zonelor sănătoase, corelată cu repartiția acestora și cu mărimea teritoriilor în care persistă necroza a fost monitorizată în permanentă și înregistrată în programul **MatLab**. Pansamentele au fost continuate până în momentul în care imaginile au dovedit că omogenitatea și energia plăgii permit realizarea unei grefe cutanate.

Implementarea algoritmului de analiză fizică imagistică în evoluția arsurilor permite pe de o parte aprecierea mai corectă a profunzimii structurilor afectate și a viabilității țesuturilor. Utilizând programul de statistică, se poate monitoriza mai corect evoluția plăgii, ceea ce va duce la stabilirea conduitei terapeutice în funcție de fazele evolutive.

Analiza imagistică, prin digitalizarea imaginilor și statistică reprezintă o modalitate de studiere a datelor de la distanță, este reproductibilă, controlată computerizat și cu eficiență maximă. Un avantaj important este posibilitatea de monitorizare a evoluției unei plăgi prin sistemul de telemedicină.

In our case, the algorithm of imaging analysis has allowed us to evaluate necrotic tissue and the appearance of granulation with more precision. I used the Nikon camera with special attached lenses, taking pictures of the clinical evolution of each ointment.

Computerized digital imaging analysis has provided the ability to visualize tissue color variations, which are normally not visible to the eye.

Determining more accurately via imaging analysis of areas lacking viability, differentiating them from those with uncertain viability and those that evolve favorably allowed the adaptation of treatment to clinical evolution. The presence of areas with a close proximity to healthy areas, correlated with their distribution and the size of the areas where necrosis persists, was permanently monitored and recorded in the **MatLab** program. The dress were continued until the images showed that homogeneity and wound energy allow a cutaneous grafting.

The implementation of the imaging physical analysis algorithm in the evolution of burns allows, on the one hand, a more accurate appreciation of the depth of the affected structures and the viability of the tissues. By using the statistical program, it is possible to monitor the wound evolution more correctly, which will lead to the establishment of the therapeutic course according to the evolutionary phases.

The image analysis, by image digitization and statistics is a way of studying remote data, is reproducible, computerized, and maximally effective. An important advantage is the possibility of monitoring the development of a wound through the telemedicine system.

Bibliografie/Bibliography

1. Hackett MEJ. – The use of thermography in the assesment of burn and blood supply of flaps withe preliminary reports on its use in Dupuytren s contracture and tretement of varicose ulcers.*Br J Plast surg.* 1974;27:311-317.)
2. Jaskill AD, Ramella-Raman JC, Shupp JW, Jordan MH, Jeng JC – Critical review of burn depth assessment techniques: part ii. Review of laser Doppler technology. *J Buurn Care Res.* 2010 Jan-Feb; 31(1): 151-7).
3. R. Mutihac – Imagistica medicală, Editura Universității din București, 2011
4. S. Curteanu, Inițiere în Matlab, Editura Polirom, 2008

5. R. Gonzales, R. Woods, S. Eddins – Digital Image Processing Folosind Matlab, Pearson Education, 2004
6. Chemical Burns – Robert D Cox, MD, 2015 – Medscape
7. Skin Anatomy – Bardia Amirlak, MD, 2015 – Madscape
8. Maldrick R, Georgiade N, Thornr F. – A clinical evolution of use of thermography in determining degree of burn in injury. *Plast Reconstr Surg.* 1966; 38: 512-518.
9. Lawoson RN, Wladek Cb, Webster DR. – Thermographic assesment of burns and frost bite. *Can Med Assoc J* 1961;84:1129-113.
10. The Scientist/November 1, 2016. Assessing the Behavior of Lab Animals.

Conflict de interese
NEDECLARATE

Conflict of interest
NONE DECLARED

Adresa de corespondență: Georgeta Burlacu
UMF Carol Davila, Spitalul Clinic de Urgență București
e-mail: georgetaflorea77@yahoo.com

Correspondance address: Georgeta Burlacu
UMF Carol Davila Emergency Clinical Hospital Bucharest
e-mail: georgetaflorea77@yahoo.com