

METODELE DE APRECIERE A CARACTERISTICELOR CICATRICELOR

**Ludmila Furtună¹ – med. ordin., Anatol Taran² – dr. hab. în șt. med., prof. univ.,
Viorel Nacu³ – dr. hab. în șt. med., prof. univ., E. Gaponenco³ – med. ordin.,
¹IMSP Spitalul Clinic de Traumatologie-Ortopedie, ²Catedra Ortopedie-Traumatologie,
IP USMF „Nicolae Testemițanu” ³Centrul Republican de Leziuni Termice
*e-mail: anatol_taran@yahoo.com, tel. 079432776***

Rezumat

Evaluarea cicatricelor prin metode obiective și subiective reprezintă încercarea de a obiectiviza evoluția acestora atât pentru lucru teoretic (elaborarea metodelor noi de tratament), cât și pentru cel practic (utilizarea acestor metode). În articol sunt analizate metodele de apreciere calitativă și cantitativă a calităților cicatricelor cu accentuarea avantajelor și dezavantajelor acestor metode.

Cuvinte-cheie: cicatrice, tratament, metode de apreciere, diagnostic

Summary. Methods of scar evaluation – literature review

Scar evaluation by objective and subjective methods represents the meaning to analyse the evolution of the scar, whi-

ch is important for both: theoretical work (development of new treatment methods) and for the practical work (implementing these methods). The article analyze qualitative and quantitative methods of scars qualities assessment, emphasizing the advantages and disadvantages of these methods.

Key words: scar, treatment, evaluation methods, diagnosis

Резюме. Метод определения оценки послеожоговых рубцов

Оценка качества рубцов объективными и субъективными методами объективизируют качества рубцов, что является важным как для теоретической деятельности (разработка новых методов лечения), так и для практической (введение в клиническую практику этих методов). В статье проанализированы качественные и количественные методы анализа характеристик рубцов, подчеркнуты достоинства и недостатки этих методов.

Ключевые слова: рубец, лечение, методы оценки, диагностика

Introducere

La orice leziune tegumentară, care penetrează membrana bazală, organismul reacționează prin formare de cicatrice. Etiologia cicatricelor poate fi diversă, însă cei mai mulți factori pot fi grupați în traumatici (arsuri, plăgi, mușcăături), boli inflamatorii ale pielii (cel mai frecvent – acne vulgaris) și iatrogeni (intervenții chirurgicale pentru diverse patologii). Cicatricile afectează toate grupurile sociale, ambele sexe, toate vârstele, indiferent de zona climaterică – de la extremul nord până la ecuator.

Din punct de vedere economic, cicatricile reprezintă cheltuieli, care pot fi directe, prin faptul că necesită tratament – îngrijirea corectă a plăgilor, tratamentul medicamentos al cicatricelor, presoterapia, tratamente cu LASER sau chirurgical. Pe lângă cheltuieli directe, există și cheltuieli indirecte, care sunt extrem de greu, dacă nu imposibil de cuantificat – aceste cheltuieli sunt determinate de scăderea productivității pacientului determinată de tare fizice și psihice asociate cicatricelor. La moment nu există studii, care ar calcula cheltuielile pentru tratamentul unui pacient cu cicatrice în Republica Moldova, însă în SUA, pentru tratamentul unui singur pacient se cheltuie aproximativ 100 000 dolari [1].

Progresele în tratamentul cicatricelor, înregistrate ultimul timp, apariția metodelor și dispozitivelor noi de tratament, oferă un îmbold substanțial perfectării metodelor de apreciere a cicatricelor, care ar trebui să permită nu doar evaluarea exactă și reproductibilă, dar să permită și documentarea evoluției în timp, în dependență de tratamentul aplicat.

Prima scală de evaluare a cicatricelor, acceptată în practica clinică a fost introdusă în 1990 și, este Vancouver Scar Scale – Scala Cicatriceala Vancouver. De atunci au apărut mai multe dispozitive ce permit o apreciere obiectivă a cicatricelor și peste 10 scale de evaluare a cicatricelor. Dispozitivele permit aprecierea unor caracteristici obiective ale cicatricei (pliabilitate, grosime, culoare etc.), pe când scalele oferă o apreciere subiectivă (durere, prurit, aspect estetic) fie de pacient, fie de personal medical.

Odată cu perfectarea metodelor vechi și apariția metodelor noi de tratament a cicatricelor, devine tot mai evident, că scalele de evaluare, accesibile la moment și acele câteva dispozitive de apreciere obiectivă a caracteristicilor cicatricei devin insuficiente pentru o caracteristică adecvată și standardizată a tuturor trăsăturilor cicatricei.

Conceptul unei scale ideale de evaluare a cicatricei este un subiect, care poate fi discutat foarte mult timp, însă este foarte clar, că acesta trebuie să includă atât evoluția cicatricei în timp, cât și reacția acesteia la tratament. De asemenea, scala ideală ar trebui să includă atât dereglările fizice induse de cicatrice, cum ar fi diverse contracturi sau ulceratii, cât și dereglările psihosociale asociate cicatricelor, ultimele fiind întâlnite destul de frecvent. Totodată, evaluarea prin scala ideală trebuie să fie reproductibilă, iar caracteristicile cicatricelor - ușor de documentat. Un alt aspect – numărul de criterii analizate, care ar trebui să fie suficient de mare pentru a oferi o caracteristică suficient de amplă a cicatricei, însă să nu fie exagerat de mare, pentru că o scală ideală ar trebui să fie ușor de utilizat în practică. Datele colectate trebuie să permită atât cercetarea cicatricelor, cât și lucrul clinic practic.

Acest articol are ca scop trecerea în revistă a scalelor și dispozitivelor existente pentru a accentua avantajele și neajunsurile fiecărei.

Material și metode

Acest articol revelează literatura de specialitate cu privire la instrumentele disponibile și metodele de evaluare existente utilizate pentru a caracteriza în mod obiectiv și subiectiv cicatricile de diversă etiologie.

Rezultate și discuții

1. Dispozitivele de evaluare obiectivă a cicatricilor

Dispozitivele de evaluare a cicatricei trebuie să fie neinvazive, exacte, să ofere date reproductibile, să fie ușor de utilizat pentru a facilita colectarea de date și să posede o utilitate clinică. Dispozitive existente pot evalua așa parametri cum ar fi pliabilitatea,

fermitatea, culoarea, perfuzia, grosimea și, topografia tridimensională.

1.1. Pliabilitate

Au fost aplicate mai multe instrumente pentru evaluarea pliabilității: pneumotonometru și cutometru sunt printre cele mai populare. Pneumotonometru folosește presiunea aerului pentru a măsura obiectiv pliabilitatea pielii. Acesta este compus dintr-un senzor, o membrană și un sistem de flux de aer, care măsoară valoarea presiunii, necesară blocării sistemului [2]. Aplicarea Pneumotonometrului pentru măsurarea elasticității cutanate (Δ volum / Δ presiune) a demonstrat diferențe statistic semnificative în dependență de localizarea pielii pe corp și, a demonstrat per total o pliabilitate mai mică a cicatricilor postcombustionale independent de localizare, comparativ cu grupul de control [3]. Aceasta indică un potențial de aplicabilitate în evaluarea obiectivă a formării cicatricelor.

Cutometru este un dispozitiv neinvaziv de aspirare, care este aplicat la evaluarea obiectivă și cantitativă al elasticității pielii [4,5]. Dispozitivul măsoară viscoelasticitatea pielii prin analiza deformării verticale, ca răspuns la presiune negativă. Acesta a fost utilizat pentru a măsura eficiența tratamentului cicatricelor postcombustionale și pentru evaluarea maturității cicatricelor. Draaijers et al [6]. au aplicat Cutometru la măsurarea pliabilității cicatricelor, demonstrând că este un instrument fiabil pentru a măsura elasticitatea țesutului cicatriceal.

1.2. Fermitate

Durometru aplică pe cicatrice o sarcină în sens vertical pentru a măsura duritatea țesuturilor. Dispozitivul a fost inițial descris pentru utilizare în sclerodermie [7], însă ulterior a fost aplicat pentru analiza durității cicatricelor postcombustionale, deși, rezultatele înregistrate demonstrează o variabilitate mare observator dependentă [8].

1.3. Culoare

Au fost dezvoltate și instrumente pentru a măsura în mod obiectiv culoarea cicatricelor. Chromammetru (Minolta, Tokyo, Japonia), DermaSpectrometer (cyberDERM, Inc, Media, PA, Statele Unite ale Americii), Mexameter (Courage-Khazaka, Köln, Germania), și colorimeter tristimulus sunt printre cele mai frecvent aplicate dispozitive [9]. Aceste dispozitive utilizează analiza spectrofotometrică a culorii pentru a calcula gradul de eritem și indicele de melanină. Draaijers et al. [10] au comparat dispozitivele disponibile utilizate pentru măsurarea și evaluarea culorii cicatricelor: colorimetru tristimulus, DermaSpectrometer și Chromammetru. Ei au ajuns la concluzia că aceste dispozitive evaluează vascularizarea și pigmentarea mai bine decât scalele subiective de evaluare, totodată ajungând la concluzia că DermaSpectro-

metru este mai ușor de utilizat decât Chromammetru, remarcând fiabilitatea bună a ambelor dispozitive.

1.4. Grosime

Scanerele cu ultrasunete, cum ar fi sistemul de palpate ultrasonoră a țesutului (TUPS), sunt utilizate pentru a cuantifica grosimea cicatricelor. Fong et al. [5]. au comparat ultrasonografia cu cutometru în vederea măsurării obiective a maturizării cicatricelor și au ajuns la concluzia că aceasta este mai sensibilă și mai specifică decât analiza prin propria lor scală de evaluare clinică în termeni de culoare și consistență. Rezultatele analizei prin TUPS au fost comparate cu cele obținute prin Scala Vancouver (VSS), una dintre cele mai aplicate scale de evaluare clinică a cicatricelor (discutată în continuare); TUPS a demonstrat o corelație moderată în ceea ce privește fiabilitatea [11]. TUPS are și dezavantaje, pentru că necesită o pregătire tehnică și experiență în interpretarea imaginilor, fiind și costisitoare, în comparație cu alte modalități de investigare.

1.5. Perfuzie

Vizualizarea perfuziei prin Laser Doppler este o tehnică bine studiată în măsurarea perfuziei la nivelul plăgilor postcombustionale. Aceasta ajută la stabilirea din timp a profunzimii arsurilor și la planificarea tratamentului ulterior [12]. Prin construirea de hărți a microperfuziei tisulare, vizualizarea perfuziei prin Laser Doppler oferă o alternativă neinvazivă biopsiei plăgii arse. Sarov și Stewart [13] au comparat această tehnică cu o metodă mai nouă bazată pe Laser, care utilizează modele de interferență a fotonilor pentru a obiectiviza fluxul sanguin la nivelul țesuturilor. Autorii au demonstrat o corelație statistic semnificativă între cele 2 metode de cartografiere aceluiași schimbări relative în fluxul sanguin tisular; corelații statistic semnificative s-au remarcat, de asemenea, între ambele metode și la diferiți parametri clinici observați (pigmentarea, vascularizarea, pliabilitatea, și înălțimea cicatricei).

1.6. Topografierea tridimensională

Sistemele tridimensionale sunt atractive prin capacitatea lor de a capta caracteristicile suprafeței cicatriceale în definiție și reproductibilitate înalte. Roques et al. [14] au folosit un sistem 3D (Primos) pentru a genera o reprezentare topografică de înaltă rezoluție a cicatricelor, ajungând la concluzia că este un instrument eficient pentru a descrie caracteristicile cicatricelor. Taylor et al. [15] au aplicat un aparat digital 3-dimensional în studiul său pe cheloizi, pentru a măsura volumul cicatricei și răspunsul acesteia la tratament. Volumul cicatricei scanate a fost comparabil cu evaluarea fizică măsurată prin VSS (discutată în continuare). Ei au remarcat o corelație statistic semnificativă între volumul cheloidului măsurat și

scorul cicatricial. În timp ce aceste metode imagistice avansate oferă perspective mari în analiza obiectivă a cicatricelor patologice, costul lor le face aplicabile mai mult pentru cercetare, decât pentru evaluare clinică de rutină și monitorizarea tratamentului [16].

2. Scalele de evaluare a cicatricelor

2.1. Scala de evaluare a cicatricelor Vancouver (Vancouver Scar Scale-VSS) și Scala modificată de evaluare a cicatricelor Vancouver

Introdusă în 1990, Scala de evaluare a cicatricelor Vancouver (VSS) a fost prima scală de evaluare a cicatricelor validată și aplicată pe larg în practica clinică. VSS se aplică pentru evaluarea cicatricelor post-combustionale și rămâne una dintre cele mai frecvent utilizate până în prezent [17].

Această scală se bazează pe patru parametri: înălțimea și grosimea cicatricii, pliabilitatea, vascularizarea și pigmentarea. Scala generează un scor de la 0 la 13 puncte. VSS a creat un precedent în evaluarea sistematică a cicatricelor, ea a permis o abordare semicantitativă a caracteristicilor subiective. Cu toate acestea, VSS are și dezavantaje. Multiplele studii au demonstrat că VSS are doar dovezi inexacte în materie de reproductibilitate și fiabilitate, în special, în cazul cicatricelor mari sau neregulate [18,19]. Pe lângă aceasta, VSS nu ține cont de anumite simptome cum ar fi durerea și pruritul, sechelele funcționale și psihologice ale cicatricelor.

Datorită acestor limitări, în literatura de specialitate au fost propuse mai multe modificări a scalei Vancouver. De exemplu, versiunea originală a VSS include caracteristica de pigmentare cu valorile normale, hipopigmentat și, hiperpigmentat cu, respectiv, 0, 1, și 2 puncte [17].

Deci, în versiunea originală a scalei, o cicatrice hipopigmentată ar avea un scor total mai mic decât o cicatrice hiperpigmentată, cu condiția egalității altor parametri. Prin urmare, a fost introdusă o modificare, care a înlocuit acest parametru, cu gradații de la pigmentare normală, la hiper- sau hipopigmentare severă [20,21]. O altă modificare importantă de Nedelec et al. a fost adăugarea parametrilor cum sunt durerea și pruritul [22]. Forbes-Duchart et al. au descris fiabilitatea scăzută al VSS atunci, când se evaluează cicatrici la pacienți cu nivel diferit de pigmentare a pielii și au sugerat o modificare spre deschis, mediu, sau întunecat la pacienții de culoare [23]. Aceste modificări ar putea oferi unele avantaje suplimentare comparativ cu scala originală. Cu toate acestea, o analiză sistematică de Tyack et al. nu a găsit nici o îmbunătățire în termeni de valabilitate și fiabilitate [19]. Pe lângă aceasta, alți parametri subiectivi, în afară de durere și prurit, nu sunt luate în calcul de VSS sau modificările acesteia.

2.2. Scala Seattle (Seattle Scar Scale - SSS)

Scala Seattle a fost elaborată în 1997 de către Yeong et al. ca o scală fotografică de evaluare a cicatricelor cu o fiabilitate mai mare [24]. Scala Seattle utilizează o scală numerică, în care sunt evaluați mai mulți parametri, cum ar fi suprafața, grosimea, înălțimea și, pigmentarea. Aprecierea se bazează pe 24 fotografii color standard. Deși, scala Seattle posedă o concordanță îmbunătățită, designul său permite valori negative pentru anumiți parametri, cum ar fi hipopigmentarea sau atrofia. În timp ce valorile negative ajută la distingerea diferitor tipuri de cicatrici, ele, de asemenea, au condus la „îmbunătățirea” scorului total și, respectiv, o obiectivizare mai proastă a severității cicatricii [25]. Această limitare și neinclusiunea simptomelor subiective au împiedicat o adoptare largă a Scalei Seattle.

2.3. Scala de evaluare a cicatricelor Manchester (Manchester Scar Scale, MSS)

Beausang et al. au introdus Manchester Scar Scale (MSS), în 1998, cu scopul de a evalua cantitativ cicatricile pe baza trăsăturilor clinice, fotografice și histologice [26]. Sunt studiate caracteristicile individuale, care includ culoarea, conturul, luciul, textura și deformarea. Ele sunt combinate cu o scală vizuală analogică pentru a determina un scor general proporțional severității procesului cicatricial. Autorii au constatat o corelație statistic semnificativă între evaluarea MSS și rezultatele studiului histologic. Cu toate acestea, MSS a fost criticată pentru o adaptare la evaluarea cicatricelor liniare și pentru lipsa criteriilor ce ar evalua parametrii subiectivi [25].

2.4. Scala Hamilton (Hamilton Scale)

Scala Hamilton este o scală mai puțin cunoscută, care a fost dezvoltată tot în 1998, ca un instrument specific de evaluare fotografică a cicatricelor [27]. Observatorii trebuie să aprecieze mai mulți parametri, inclusiv neregularitatea suprafeței, grosimea, culoarea și, vascularizarea numai pe baza fotografiilor. Un avantaj al acestei scale de evaluare a cicatricelor este fiabilitatea înaltă, chiar și atunci, când este utilizată de către observatori fără experiență. Fiabilitatea interobservațională este de 0.66 - 0.90, iar fiabilitatea testare-retestare a variat de la 0.73-0.89.15. În pofida fiabilității înalte, scala Hamilton se bazează pe fotografii și nu pe cicatrici reale, ceea ce ar putea denatura evaluarea [25]. În afară de aceasta, ca și scalele menționate anterior, scala Hamilton nu ia în calcul simptomele subiective.

2.5. Scala de Evaluare a cicatricelor pentru pacient și observator (Patient and Observer Scar Assessment Scale - POSAS)

Introducerea Scalei POSAS, în anul 2004, a fost un punct de cotitură în evaluarea de cicatrici prin uti-

lizarea scalelor [28]. POSAS a fost prima scală, care a luat în considerare atât aprecierea pacientului, cât și a observatorului, incluzând atât o scală de evaluare a cicatricei de către pacient (P-SAS), cât și o scală de evaluare a cicatricei de către observator (O-SAS). În plus, față de evaluarea caracteristicilor fizice ale cicatricei (cum ar fi vascularizarea, pigmentarea, grosimea, relieful și pliabilitatea) POSAS cere pacienților de a evalua durerea și pruritul asociat cicatricelor pe o scală de la 1-10 [28]. Draaijers et al. au comparat fiabilitatea și validitatea POSAS cu cea mai frecvent folosită scală, VSS, și au demonstrat o variabilitate mai mică și o fiabilitate mai mare [16]. Deși scala ia în considerație caracteristicile subiective, acestea sunt limitate la durere și prurit, ignorând alte aspecte, cum ar fi deficitul funcțional și impactul psihologic. În 2005, a fost introdusă scala modificată POSAS pentru a oferi o evaluare subiectivă suplimentară a impactului cicatricei asupra activităților zilnice a pacienților [29].

2.6. Scala de apreciere comparativă a cicatricei și fotografiiei (Matching Assessment of Scars and Photographs - MAPS)

Dezvoltată în 2005, scala de apreciere comparativă a cicatricei și fotografiiei este o modificare a Scalei Seattle, concepută pentru a ajuta la cuantificarea evoluției unei cicatrice pe termen lung [18]. Similar Scalei Seattle, MAPS utilizează o scală fotografică de evaluare a cicatricei, care se bazează pe cinci parametri, inclusiv înălțimea marginii, grosime, culoare/pigmentare, suprafață, și localizare. MAPS a îmbunătățit scala Seattle prin introducerea fotografiilor de referință și o tehnică de localizare pentru a îmbunătăți fiabilitatea [30]. Analiza fiabilității datelor a produs rezultate mixte: bune la evaluarea înălțimii marginii, grosimii, și a culorii (0.55 - 0.81), însă doar satisfăcătoare la aprecierea corectă a suprafeței (0.25 - 0,40) [19,30] MAPS oferă avantaje semnificative comparativ cu scala Seattle, însă suferă de unele limitări similare acesteia.

2.7. Scala de evaluare a cicatricelor Stony Brook (Stony Brook Scar Evaluation Scale - SBSES)

Dezvoltată în 2007 de către Singer et al., Scala de Evaluare a Cicatricelor Stony Brook (SBSES) se bazează pe cinci parametri, care includ lățimea, înălțimea sau depresia, culoarea, urmele de suturi sau capse și aspectul de ansamblu [31]. Fiecare parametru este evaluat pe o scală de la 0 până la 5, și apoi adăugat pentru a crea un scor final. Fiabilitatea este bună, variind de la 0.73-0.85 [31]. Cu toate acestea, SBSES nu include parametri subiectivi, ceea ce limitează utilitatea sa clinică.

2.8. Scala cicatriceală a Universității din Carolina de Nord „4P” (University of North Carolina „4P” Scar Scale - UNC4P)

Scala cicatriceală a Universității din Carolina de Nord „4P” (UNC4P) a fost dezvoltată pentru a crește calitatea evaluării calitative, în colaborare cu scalele cicatriceale existente. Cei „4P” ai UNC4P includ durere (pain), parestezii, prurit, și pliabilitate, parametri evaluați pe o scală de la 0 la 12 [32,33]. Deși, UNC4P recunoaște importanța simptomaticei subiective, acesta nu a fost proiectată pentru a fi utilizată în mod independent. În studiile efectuate de Hultman et al., care compară caracteristicile cicatricelor înainte și după tratament cu Laser, UNC4P a fost utilizată ca adjuvant la VSS tradițională [32,33]. În afară de aceasta, fiabilitatea UNC4P încă urmează de a fi confirmată prin studii clinice.

Concluzii

1. În timp ce instrumente de evaluare cicatrice au demonstrat precizie și fiabilitate în studii comparative, există încă o lipsă de consens în ceea ce privește instrumentul de evaluare cel mai adecvat și aplicabil. Progresul metodelor de evaluare a cicatricelor va facilita analiza exactă a rezultatelor tratamentului și va spori posibilitățile de studiu a procesului cicatriceal.

2. Studii, care ar compara critic instrumente de evaluare subiectivă a cicatricei cu instrumente de măsurare obiectivă prin dispozitive emergente, lipsesc. Elucidarea argumentelor pro și contra pentru fiecare modalitate ar facilita, în mare măsură, utilizarea acestora de către clinicieni. În plus, cele mai multe studii actuale, scheme de clasificare și metode de evaluare a cicatricelor sunt elaborate și cercetate pe cicatrici postcombustionale. Cicatricile patologice par a avea o prevalență mai mare după arsuri, decât după intervenții chirurgicale sau după traumatisme. Cu toate acestea, puține studii până în prezent au descris și au analizat dinamica cicatricelor patologice postcombustionale și postoperatorii [34]. În ceea ce privesc strategiile de tratament, numărul mic de metode obiective și universale pentru evaluarea răspunsului cicatricelor la tratament a împiedicat progresul metodelor de tratament. Pe lângă aceasta, baza moleculară a raportului între profunzimea leziunii și formarea de cicatrice rămâne prost elucidată. Selectarea modalității adecvate de tratament pentru tipul de cicatrice evaluată, continuă să reprezinte o provocare.

Bibliografie

1. Sánchez J.L., Perepérez S.B., Bastida J.L., Martínez M.M. *Cost-utility analysis applied to the treatment of burn patients in a specialized center.* Arch Surg. 2007;142(1):50- 57; discussion 57.
2. Spann K., Mileski W.J., Atilas L., et al. *Use of a pneumatonometer in burn scar assessment.* J Burn Care Rehabil. 1996;17:515-7.
3. Spann K., Mileski W., Atilas L., et al. *The 1996*

- clinical research award. *Use of a pneumatometer in burn scar assessment*. J Burn Care Rehabil. 1996;17(6, Pt 1):515-17.
4. Enomoto D., Mekkes J., Bossuyt P., et al. *Quantification of cutaneous sclerosis with a skin elasticity meter in patients with generalized scleroderma*. J Am Acad Dermatol. 1996;35:381-7.
 5. Fong S., Hung L., Cheng J. *The cutometer and ultrasonography in the assessment of postburn hypertrophic scar: a preliminary study*. Burns. 1997;23(1):S12-18.
 6. Draaijers L.J., Botman Y.A., Tempelman F.R., et al. *Skin elasticity meter or subjective evaluation in scars: a reliability assessment*. Burns. 2004;30(2):109-14.
 7. Falanga V., Bucalo B. *Use of the durometer to assess skin hardness*. J Am Acad Dermatol. 1993;29(1):47-51.
 8. Magliaro A., Romanelli M. *Skin hardness measurement in hypertrophic scars*. Wounds. 2003;15:66-70.
 9. Haudenschild D.R., Nguyen B., Chen J., et al. *Rho kinase-dependent CCL20 induced by dynamic compression of human chondrocytes*. Arthritis Rheum. 2008;58:2735-42.
 10. Draaijers L.J., Tempelman F.R., Botman Y.A. *Colour evaluation in scars: tristimulus colorimeter, narrow-band simple reflectance meter or subjective evaluation?* Burns. 2004;30:103-7.
 11. Lau J.C., Li-Tsang C.W., Zheng Y.P. *Application of tissue ultrasound palpation system (TUPS) in objective scar evaluation*. Burns. 2005;31:445-52.
 12. Bray R., Forrester K., Leonard C., McArthur R., Tulip J., Lindsay R. *Laser Doppler imaging of burn scars: a comparison of wavelength and scanning methods*. Burns. 2003;29:199-206.
 13. Sarov M., Stewart A.F. *The best control for the specificity of RNAi*. Trends Biotechnol. 2005;23:446-8.
 14. Roques C., Téot L., Frasson N., et al. *PRIMOS: an optical system that produces three-dimensional measurements of skin surfaces*. J Wound Care. 2003;12(9):362-4.
 15. Taylor B., McGrouther D., Bayat A. *Use of a non-contact 3D digitizer to measure the volume of keloid scars: a useful tool for scar assessment?* JPRAS. 2007;60:87-94.
 16. Roques C., Teot L. *A critical analysis of measurements used to assess and manage scars*. Int J Lower Extrem Wounds. 2007;6(4):249-53.
 17. Sullivan T., Smith J., Kermode J., McIver E., Courtemanche DJ. *Rating the burn scar*. J Burn Care Rehabil. 1990;11(3):256-260.
 18. Roques C., Teot L. *A critical analysis of measurements used to assess and manage scars*. Int J Low Extrem Wounds. 2007; 6(4):249-253.
 19. Tyack Z., Simons M., Spinks A., Wasiak J. *A systematic review of the quality of burn scar rating scales for clinical and research use*. Burns. 2012;38(1):6-18.
 20. Nedelec B., Correa J.A., Rachelska G., Armour A., LaSalle L. *Quantitative measurement of hypertrophic scar: intrarater reliability, sensitivity, and specificity*. J Burn Care Res. 2008;29(3):489-500.
 21. Nedelec B., Correa J.A., Rachelska G., Armour A., LaSalle L. *Quantitative measurement of hypertrophic scar: interrater reliability and concurrent validity*. J Burn Care Res. 2008;29(3):501-11.
 22. Nedelec B., Shankowsky H.A., Tredget E.E. *Rating the resolving hypertrophic scar: comparison of the Vancouver Scar Scale and scar volume*. J Burn Care Rehabil. 2000;21(3):205-212.
 23. Forbes-Duchart L., Marshall S., Strock A., Cooper J.E. *Determination of inter-rater reliability in pediatric burn scar assessment using a modified version of the Vancouver Scar Scale*. J Burn Care Res. 2007;28(3):460-467.
 24. Yeong E.K., Mann R., Engrav L.H., et al. *Improved burn scar assessment with use of a new scar-rating scale*. J Burn Care Rehabil. 1997;18(4):353-355; discussion 352.
 25. van der Wal M.B., Verhaegen P.D., Middelkoop E., van Zuijlen P.P. *A clinimetric overview of scar assessment scales*. J Burn Care Res. 2012;33(2):e79-e87.
 26. Beausang E., Floyd H., Dunn K.W., Orton C.I., Ferguson M.W. *A new quantitative scale for clinical scar assessment*. Plast Reconstr Surg. 1998;102(6):1954-1961.
 27. Crowe J.M., Simpson K., Johnson W., Allen J. *Reliability of photographic analysis in determining change in scar appearance*. J Burn Care Rehabil. 1998;19(2):183-186.
 28. Draaijers L.J., Tempelman F.R., Botman Y.A., et al. *The patient and observer scar assessment scale: a reliable and feasible tool for scar evaluation*. Plast Reconstr Surg. 2004;113(7):1960-1965; discussion 1966-1967.
 29. Fearmonti R.M., Bond J.E., Erdmann D., Levin L.S., Pizzo S.V., Levinson H. *The modified Patient and Observer Scar Assessment Scale: a novel approach to defining pathologic and nonpathologic scarring*. Plast Reconstr Surg. 2011;127(1):242-247.
 30. Masters M., McMahon M., Svens B. *Reliability testing of a new scar assessment tool, Matching Assessment of Scars and Photographs (MAPS)*. J Burn Care Rehabil. 2005;26(3):273-284.
 31. Singer A.J., Arora B., Dagum A., Valentine S., Hollander J.E. *Development and validation of a novel scar evaluation scale*. Plast Reconstr Surg. 2007;120(7):1892-1897.
 32. Hultman C.S., Friedstat J.S., Edkins R.E., Cairns B.A., Meyer A.A. *Laser resurfacing and remodeling of hypertrophic burn scars: the results of a large, prospective, before/after cohort study, with long-term follow-up*. Ann Surg. 2014;260(3):519-529; discussion 529-532.
 33. Hultman C.S., Edkins R.E., Lee C.N., Calvert C.T., Cairns B.A. *Shine on: Review of Laser- and Light-Based Therapies for the Treatment of Burn Scars*. Dermatol Res Pract. 2012;2012:243651.
 34. Deitch E., Wheelahan T., Paige Rose M., et al. *Hypertrophic burn scars: analysis of variables*. J Trauma. 1983;23(10):895-8.