

욕창과 물리치료적 접근에 관한 고찰

이현민 · 천송희 · 강종호 · 방현수 · 김진상¹

대구대학교 대학원 재활과학과 물리치료전공, 대구대학교 재활과학대학 물리치료학과¹

Pressure Ulcers Treatment in Physical Therapy

Hyun-min Lee, P.T., M.S, Song-hee Chun, P.T., M.S, Jong-ho Kang, P.T., Ph.D.,
Hyun-soo Bang, P.T., M.S., Jin-sang Kim, D.V.M., Ph.D.¹

Major in Physical Therapy, Department of Rehabilitation Science, Graduate School of Daegu University

¹Department of Physical Therapy, College of Rehabilitation Science, Daegu University

<Abstract>

Purpose : The purpose of this study was understanding the pressure ulcers and consider the physical therapy for pressure ulcers.

Methods : This is a literature study with books, articles and poster.

Results : We consider pressure ulcers can be treated with physical therapy which can promote healing process.

Conclusion : Physical therapy in patients with pressure ulcers is required and among various physical therapeutic approaches, the method of general coordinative manipulation is considered more necessary.

Key Words : Electric stimulation, Pressure ulcer, Physical therapy

I. 서 론

욕창은 뼈 돌출부와 외부의 물체와의 사이에서 피부 및 피하조직이 압박되어 장시간의 순환장애로 인한 허혈성 괴사를 일으킨 상태(대한간호학회, 1997)로서, pressure ulcer, pressure sore 또는 decubitus ulcer, bed sore 등 다양한 용어들이 사용되고 있다. decubitus, bed sore란 용어에서 볼 수 있듯이, 욕창은 흔히 침상에 기거하는 환자들에게서 발생되었기 때문에 이런 용어들로 불리워졌다. decubitus란 용어

는 라틴어의 누워있다(lying down)인 decumbere에서 기원되었고, 이것은 욕창이 장기간 침상기거에 의한 것이라는 것을 의미한다. 실제로 많은 압박 욕창(pressure ulcer)은 대부분의 경우 어떤 일정한 지속적인 체위로부터 발생되기 때문에 특별한 체위보다는 원인을 포함하는 용어를 사용하는 것이 보다 정확하고 유용하다는 것이 주장되기도 한다(김영경, 1996). 압박 욕창이라는 용어는 욕창의 원인이 과도 압박이며, 그 결과 국소빈혈과 궤사가 야기되고 결국에는 조직괴양을 일으킨다는 최근의 연구에서 기

인하며 따라서 과거의 decubitus-, bed-란 용어 대신에 pressure가 최근에는 많이 사용되고 있다(김영경, 1996).

미국에서 65세 이상 노인 인구의 5% 정도 욕창이 발생하고, 이환율은 단기치료병원(acute care hospital)에서 약 15%, 요양소(nursing home) 10%, 가정간호 환경(home care setting)에서 7%이고, 단기치료병원에서 가장 많이 발생한다. 특히 척수손상 환자(60%)와 움직일 수 없는 노인환자(66%)의 경우 입원기간이 늘어날수록 이환율은 증가한다(Lucas, 2000). 또한 욕창은 다른 의학적 상태를 동반하므로 욕창 치료비용을 정확히 파악할 수는 없지만 단기치료병원에서 50% 이상, 요양소와 가정간호환경에서 36% 이상 비용이 소요되고 있다(Pelham 등, 2007). 미국의 경우에 비추어볼 때 국내에서의 욕창 치료비용도 꽤 높을 것이라고 생각된다. 또한 노인인구가 증가함에 따라 치료비용은 급격히 증가할 것으로 예상된다.

의학과 기술의 발달에도 불구하고 욕창의 예방과 치료는 여전히 불확실하다. 심각한 통증과 고통을 야기하고 환자에게 심리적 및 신체적으로 악영향을 줄 수 있다. 뿐만 아니라 치료에 소요되는 비용과 시간, 환자 자신의 삶의 질에 많은 부담이 되고 있다.

현재 욕창환자에게 적용되고 있는 치료는 상처부위 드레싱과 체위변경 위주로 하고 있으며 욕창환자의 물리치료 적용은 드문 실정이다. 따라서 본 연구는 욕창에 대한 이해를 하고 욕창환자의 예방과 치료를 위한 물리치료적 접근이 필요하다고 생각되어 여러 문헌을 재조사하였다.

II. 본 론

1. 욕창의 병리

욕창의 원인은 개인의 주변 환경과 관련된 외적 또는 일차적 원인과, 압력이 가해졌을 시점의 환자의 신체적인 능력으로 내적 또는 이차적 원인으로 구분되며, 외적 원인은 주로 압력, 전단력, 마찰력이다. 이밖에 감각 감소(decreased sensation), 동맥순환 부족(poor arterial circulation), 근위축(muscular atrophy),

영양실조(malnutrition), 발한 또는 실금으로 인한 습기(moisture from perspiration or incontinence) 같은 다른 이차적인 원인들도 욕창 발생에 기여하고 있다(Thomas, 2006).

많은 욕창발생 위험인자가 있지만 그 중에서도 가장 중요한 외적인지는 직접 압박에 의한 압력 및 지지면과 평행한 방향으로 조직에 가해지는 전단력이다. 압력이 조직으로 가는 혈류를 감소시키고 괴사를 일으키는데 정확한 압력과 시간은 밝혀지지 않았지만, Parish와 Witokwski(1994)는 일반적으로 조직의 말단부 세동맥혈압(32 mmHg)의 두 배 압력(70 mmHg)으로 2시간 적용시 진피에 손상을 일으킬 수 있고, 80 mmHg 압력은 괴사를 초래한다고 하였다. 이것은 혈관이 폐색되면 세포 호흡과 유지에 필요한 영양분 공급 및 노폐물 제거 방해가 욕창 발달을 증가시키는 기전으로 설명이 된다(Smith, 2003).

압박이 지속적이고 반복적으로 가해질 경우 모세혈관은 허혈상태가 되면서 조직의 혈액순환 장애로 비가역적인 변화를 초래하게 된다. 피부는 비관류성 홍반으로 전환되고 검붉은 푸른색이나 자색을 띠며 손가락으로 눌러도 하얗게 되지 않는다. 표피조직에 계속 압력을 받게 되면 수포가 형성되고 주위조직까지 손상되면 괴사가 진행된다. 욕창이 작고 전신상태가 양호한 경우에는 상피화(epithelialization) 과정으로 상처가 치유될 수 있지만 욕창이 크고 전신상태가 쇠약한 경우에는 상처치유가 되지 않고 오히려 상처를 통하여 혈색소와 단백질이 빠져나가 빈혈과 저알부민혈증을 초래하게되고 악순환이 계속되어 상처치유가 지연되게 된다. 예를 들면, 마비 등으로 인한 부동(immobility), 저산소증으로 인한 조직 관류 감소와 수술시 고정된 자세에서 지속적인 압력으로 감소된 혈류량은 욕창 발달의 위험을 증가시킨다(Thomas, 2005). 또한 동맥경화(atherosclerosis), 당뇨(diabet)와 고혈압 같은 내피세포 환경의 악화는 산소 자유기(free oxygen radical)를 유리시키고, 청소세포(scavenger cell)의 감소로 반응성 혈관수축과 산소 및 영양분의 결핍이 발생 할 수 있지만 이와 관련한 신경성 조절과 잠재적 교감신경계의 기능이 초래하는 혈관운동은 잘 알려지지 않고 있다(Sanada 등, 1997). 이들 모든 요소들이 피하 조직으로 산소

와 영양분 공급에 영향을 미친다.

압력은 표면과 접하는 체중지지 부분에 집중하는데, 욕창은 대개 뼈돌출 부분 위의 이들 체중지지 부분인 천골부(sacrum), 좌골결절(ischial tuberosity), 대퇴골 대전자부(greater trochanter), 발뒷꿈치(heel), 정강이부(pretibial), 무릎(patella), 팔꿈치(elbow), 후두부(occiput), 견갑골(scapula) 등에 발생한다. 오랫동안 침상에 누워있는 환자에게는 천골부에 욕창이 잘 발생하며 휠체어를 사용하는 하반신마비 환자에게는 좌골부에 잘 발생한다. 욕창의 95%는 하지에 발생하고 대부분 천골, 미골, 좌골결절, 대전자 부분에서 발생하는데(Vasconez, 1977), 천골(36%)이 가장 빈번하게 발생하고, 다음으로 뒤꿈치(30%)가 많이 차지한다(Meehan, 1994).

욕창에서 가장 심각한 합병증은 패혈증(septicemia)이며 다른 감염성 합병증으로 감염된 욕창이 관절막이나 근막을 침습하게 되면 화농성 관절염이나 근막염이 발생된다. 욕창이 치유되지 않으면 봉소염(cellulitis), 만성감염, 골수염을 일으킬 수 있으며 속발성 아밀로이드증(amyloidosis)은 만성욕창의 합병증이 될 수 있다.

욕창은 한번 발생하면, 지금까지 알려진 어떠한 치료에도 치유하기가 어렵다. 단기치료병원에서는 오직 13%만이 2주내에 치료가 된다(Allman 등, 1987). 장기환자의 경우 욕창의 정도에 따라 다르지만, 3단계(stage 3) 욕창은 59%는 6개월 내로 치료되고, 나머지는 1년 이상 치료기간이 소요되며, 4단계 욕창 환자의 경우 6개월 내에 1/3만이 치료되고 절반 이상이 사망에 이르게 된다(Robson 등, 1992). 욕창의 치료기간이 증가 할수록 통증, 치료기간, 치료비용 및 사망률이 증가하기 때문에 욕창 관리에 있어 예

방 및 치료가 중요하다.

2. 욕창의 평가

욕창 평가와 욕창발생위험 사정척도는 여러 가지 도구들이 사용되고 있지만 일반적으로 욕창의 평가는 NPUAP의 피부사정도구가 이용되고, 욕창발생위험 사정척도는 Braden의 사정척도가 많이 사용되고 있다.

욕창의 정도를 사정하기 위하여 Shea Scale이 수정된 National Pressure Ulcer Advisory Panel(1989)이 제시한 피부사정도구가 가장 널리 사용되고 있는데 피부 상태의 변화를 0~IV단계로 구분 짓는다. NPUAP의 욕창발생 측정도구는 다음과 같다(표 1).

욕창발생 위험을 사전에 예방하기 위한 욕창발생 위험 사정척도는 Braden 등(1987)이 발전시킨 것으로서 특이성과 민감도가 높아 많이 이용되고 있다. 이 척도는 감각인지, 습기, 활동, 운동성, 식이섭취 및 마찰과 전단력의 위험을 사정하는 6개의 항목으로 구성되어 있다. 도구의 각 문항은 감각인지, 습기, 활동, 운동성, 식이섭취 영역에서 각 4단계로 구분되고 1~4점으로 평가하게 되어있고, 마찰과 전단력의 항목은 3단계로 1~3점으로 평가하게 되어있다. 사정도구의 최고점은 23점, 최하점은 6점으로서 점수가 낮을수록 욕창발생의 위험성이 클 것으로 간주된다.

3. 욕창의 치료

욕창의 치료는 압력 감소(reducing pressure), 국소 상처 관리(local wound care), 세균성 감염 관리

Table 1. National Pressure Ulcer Advisory Panel

등급	기	술
0	홍반 없음. 피부상한 곳 없음 혹은 홍반이 있어도 손가락을 가볍게 눌렀다 때면 하얗게 탈색되었다가 다시 발강해 됨.	
I	홍반만 있음. 손가락을 가볍게 눌렀다 때도 계속적으로 홍반이 지속됨.	
II	표피와 진피층까지 침범된 피부손상. 수포가 생긴다든지 피부 상한 곳이 있음.	
III	피하조직층에 피사가 침범한 두꺼운 피부의 상실.	
IV	광범위한 손상과 조직피사를 포함한 피부의 상실. 피부 공동	

(managing bacterial contamination), 영양분 결핍 보충(correcting nutritional deficits)으로 나눌 수 있다.

1) 압력 감소

압력을 완화시키는 방법으로 직접 체위변경과 쿠션, 에어 매트리스, 점탄성 폴리우레탄 발포체 매트리스(viscoelastic polyurethane foam mattress)와 같은 기구를 이용한 방법으로 나눌 수 있다. 압력, 마찰력, 전단력을 감소시키는 방법으로 환자의 신체정렬을 바꾸는 체위변경이 가장 단순한 방법이다. 피부와 피하조직으로의 압력에 노출되는 시간을 제한하여 뼈 돌출부위의 조직으로 공급되는 혈액이 감소되는 것을 예방한다(Defloor 등, 2005). AHCPR(Agency for Health Care Policy and Research)은 침상에 누워있는 환자는 매 2시간마다 체위변경을 권장한다.

에어 매트리스 또는 점탄성 폴리우레탄 매트리스 매트리스는 압력을 감소시키는데, 일반 매트리스에 비하여 경계면의 압력을 낮추어 뼈 돌출부의 압력을 감소시킨다. Defloor(2000)는 일반 매트리스와 최근에 많이 사용되고 있는 점탄성 폴리우레탄 매트리스(viscoelastic polyurethane foam mattress)를 비교한 연구에서 20~30%의 압력 감소를 보고하였다.

2) 국소 상처 관리

욕창환자의 관리에서 가장 중요한 것은 매일(적어도 일주일에 한번) 피부상태를 관찰하는 것이다. 특히 뼈 돌출 부위를 주의 깊게 관찰하고 욕창이 발생하면 즉시 치료한다. 또한 치유를 저해하는 상처 변연부의 괴사조직과 감염된 조직을 제거한다. 드레싱은 변연절제술(debridement) 후 moist wound healing 환경에서 육아조직 형성을 촉진시킨다. 세균 감염이나 상처가 치유되지 않으면 부가적인 변연절제술이나 항생제를 사용할 수 있다(Brem과 Lyder, 2004).

3) 세균성 감염관리

욕창이 주위 조직에 퍼져 감염이 될 때 봉소염이 발생 할 수 있다. 봉소염은 치료가 효과적으로 되지 않을 때 빈번하게 발생하는 합병증으로서, 습성 봉대(moist dressing), 항생제 또는 외과적 수술 등으로

반드시 제거해야 한다. 또한 감염의 잠재적 징후인 배액(drainage)을 제거한다. 봉소염의 결과 진균(fungus)이 발생하는데, 국소 항진균제(topical antifungal agent)를 사용하여 치료한다. 5일 이내 반응이 없으면 경구용 항진균제 치료를 한다(Brem과 Lyder, 2004).

4) 영양분 결핍 보충

좋은 영양상태는 욕창 치유에 필수적이기 때문에, 전문가에 의해 욕창 환자는 영양상태를 평가받아야 한다. 당(glucose), 비타민(vitamin), 단백질(protein)을 포함하는 총체적인 평가를 통해 환자 개개인에 맞춰 식이요법을 시행한다. 적절한 영양공급이 유지되는지 확인하기 위해서 혈액검사와 체중을 정기적으로 측정한다(Mechanick과 Brett, 2002).

4. 욕창환자의 물리치료

욕창환자 중 외상(bed-bound)환자 또는 장애를 가진 환자들에게 물리치료는 중요하다. 물리치료는 구축 방지, 심부정맥혈전증(deep vein thrombosis) 방지, 호흡기 합병증 예방, 지력(mental acuity) 증가에 있어서 중요하다(Brem과 Lyder, 2004). 또한 욕창 치유를 위하여 레이저, 초음파, 전기치료기와 같은 여러 가지 전기생리학적 인자(electrophysical agents)들이 이용되고 있다.

1) 저강도 레이저(Low-level laser therapy)

1960년대 후반부터, 저강도 레이저는 세포 기능, 동물 및 사람을 대상으로 연구되고 있는데, 특히 사람을 대상으로 하는 연구에서는 연부조직의 상처 치유에 관한 연구가 많이 이루어지고 있다. 레이저는 상처주위 조직의 섬유모세포(fibroblast), 비만세포(mast cell)와 탈과립(degranulation)의 증가와 함께 숙신산 탈수소효소(succinic acid dehydrogenase)의 활동을 증가시킨다. 또한 프로스타글라딘(prostaglandin)과 상피세포 활동을 증가시킨다. 그러므로 세포 증식(proliferation)이나 세포 이동(migration)을 향상시켜 연부조직의 상처를 치유할 수 있다(James, 1994; Conlan 등, 1996).

레이저를 욕창 치료에 이용한 초기 연구들에서는

치료효과를 확인하였지만, Lucas 등(2000)의 연구에서는 욕창환자들을 대상으로 Ga-As 레이저를 이용한 치료 결과 유의한 효과가 없다고 보고하였다. 그러나 최근의 Taly 등(2004)은 Ga-Al-As 레이저로 모든 욕창환자에서 치료효과를 볼 수 없었지만, III·IV단계 욕창에서 II단계로 감소시키는데 제한적인 효과를 보고하였다.

2) 초음파(Therapeutic ultrasound)

초음파의 효과는 열효과와 비열효과 두 가지로 나눌 수 있는데, 욕창의 치료에는 저장도 초음파에 의한 비열효과가 이용되고 있다. 초음파는 내피세포와 섬유아세포를 자극하여 염증기 진행을 도와 증식기를 촉진시켜 창상치유가 빨리 일어나도록 도와준다. 또한 모세혈관의 확장과 투과성을 증가시켜 창상부위로 혈류량을 증가시키고 대식세포에서 성장인자와 주화성인자를 방출시켜 새로운 조직의 형성을 도와 창상치유를 촉진시킨다. 반흔조직에서는 콜라겐 함량을 증가시켜 조직의 탄력성을 높여준다(Dyson, 1987). 여러 실험연구에서 초음파는 조직의 치유를 촉진시킨다고 하였으나 초음파의 효능에 대한 결과는 일관성이 없는 실정이다.

3) 전기치료(Electrotherapy)

창상이 있는 조직에 전류를 가하면 염증과정에 필요한 세포들이 이주 하는데 영향을 미친다. 전기 자극은 조직의 삼출물 속에 호중구 수를 증가시키고 대식세포를 이동시켜 창상치유를 촉진시킨다. 또한 전기자극은 비정상적인 섬유성 치유에 관여하는 비만세포의 이동을 억제하여 반흔조직을 감소시키고, 육아조직을 형성하는 기질 및 콜라겐 합성에 중요한 섬유아세포를 자극한다. 전기자극은 창상조직에 혈류와 림프순환을 촉진시켜 대사활동을 증진시키고, 원활한 혈액순환은 창상부위에 산소와 영양공급을 증가시켜 치유를 촉진시킨다(Weiss, 1990). Kehinde(2006)의 문헌 연구에서 III·IV단계 욕창환자의 전기치료 적용이 전통적인 치료보다 15~27% 치유가 빠르고, III단계 욕창환자는 1.5~2.5배 빠르다고 하였다.

일반적인 욕창환자의 전기치료는 직류(direct current)

를 이용하여 욕창부위에 (+) 전극을 욕창 주위의 정상 피부에 (-) 전극을 배치하여 욕창 치료 과정이 향상됨을 확인할 수 있었다(Karba 등, 1997; Adunsky와 Ohry, 2005). 최근에는 척수손상 환자에서 대둔근의 NMES나 FES의 적용의 부수적인 효과로 욕창이 감소됨을 확인하고 치료에 이용하고 있다(Liu 등, 2006).

4) 수치료(Hydrotherapy)

수치료는 오염된 창상에서 괴사조직의 찌꺼기와 세균을 용이하게 제거하기 위하여 사용된다. 욕창환자의 수치료는 윙풀(whirlpool) 등을 이용한 침수치료와 창상 주변에 적용하는 국소적인 방법으로 나눌 수 있다. Burke 등(1998)은 III·IV단계 욕창환자에게 하루에 20분씩 윙풀을 적용한 결과 유의한 효과가 있음을 보고하였고, Ho 등(2005)은 골반에 III·IV단계 욕창이 있는 척수손상환자에게 생리식염수를 이용하여 박동성 세척(pulsatile lavage)을 적용한 결과 치유가 향상됨을 보고하였다. 그러나 욕창환자에 수치료 적용은 몇 가지 제한점이 있어 신중하게 적용해야 한다. 첫째, 물의 거센 움직임은 환부를 침연시킬 수 있고 상피세포의 이주나 육아조직에 손상을 일으킬 수 있기 때문에 창상을 관찰하고 평가하는 것이 중요하다. 둘째, 욕조 치료시 욕조를 철저히 소독하는 것이 어렵게 때문에 환자가 교차 감염을 일으킬 수 있는 위험이 있다. 셋째, 욕조물에 소독제를 첨가하기도 하지만 이 약제들이 세균을 억제시키는 것과 독성을 일으키는 것 중 어느 것이 유익한지 고려해야 한다. 마지막으로, 수치료는 순환을 강화시키기 보다는 하지의 혈액 정체와 정맥압 상승을 일으킨다는 보고가 있어 하지에 있는 욕창을 치료할 때 욕조 치료는 금기이다(유형준 등, 2002).

III. 결 론

노인 인구의 증가와 함께 매년 욕창 환자의 발생 비율은 늘어가는 추세이고, 이로 인한 사회적, 경제적 비용이 증가하고 개인의 삶의 질이 저하되고 있다. 현재 욕창의 치료는 드레싱, 외과적 처치에만

국한되어 있고, 욕창 치료를 위한 물리치료는 미흡한 실정이다. 상처 수복을 위한 여러 가지 물리치료 접근법이 있지만 치료효과에 대해서는 일치하지 않고 있다. 앞으로 욕창환자 물리치료 적용에 있어 다양하고 체계적인 접근이 필요하다고 생각된다.

참 고 문 헌

- 대한간호학회. 간호학대사전, 서울, 한국사전연구소, 1997:1131.
- 김영경. 욕창 발생 위험인자 확인. 간호과학. 1996;8(1):29-48.
- 유형준, 김종현, 박명환. 새로운 창상치료, 고려의학, 2002.
- Adunsky A, Ohry A. Decubitus direct current treatment (DDCT) of pressure ulcers: Results of a randomized double-blinded placebo controlled study. Archives of Gerontology and Geriatrics. 2005;41:261-269.
- Allman RM, Walker JM, Hart MK. Air-fluidized beds or conventional therapy for pressure sores: A randomized trial. Ann Intern Med. 1987;107:641-648.
- Brem H, Lyder C. Protocol for the successful treatment of pressure ulcer. The American Journal of Surgery. 2004;188:9-17.
- Burke DT, Ho CH, Saucier MA. Effects of hydrotherapy on pressure ulcer healing. Am J Phys Med Rehabil. 1998;77(5):394-398.
- Conlan MJ, Rapley JW, Cobb CM. Biostimulation of wound healing by low energy laser irradiation. A review. J Clin Periodontol. 1996;23:492-496.
- Defloor T. The effect of position and mattress on interface pressure. Applied Nursing Research 2000;13:2-11.
- Defloor T, De Bacquer D, Grypdonck MHF. The effect of various combination of turning and pressure reducing devices on the incidence of pressure ulcers. International Journal of Nursing Studies. 2005;42:37-46.
- Dyson M. Mechanisms involved in therapeutic ultrasound. Physiotherapy 1987;73:116-20.
- Ho CH, Bogie KM, Banks PG. Pulsatile Lavage as an Adjunct Hydrotherapy Treatment for Pressure Ulcers: A Randomized Controlled Trial. Arch Phys Med Rehabil. 2005;86:E38.
- James J. Laser therapy on trial Primary Health Care. 1994;4:18-20.
- Karba, Šemrov D, Vodovnik L. DC electrical stimulation for chronic wound healing enhancement. Part 1. Clinical study and determination of electrical field distribution in the numerical wound model. Bioelectrochemistry and Bioenergetics. 1997;43:265-270.
- Kehinde JA. The Efficacy of Electric Stimulation in the Healing of Stage III and IV Pressure Ulcers: A Literature Review. Arch Phys Med Rehabil. 2006;87:E27.
- Parish LC, Witkowski JA. Chronic wounds: myths about decubitus ulcer. Int J Dermatol. 1994;33:623-4.
- Liu LQ, Nicholson GP, Knight SL. Pressure changes under the ischial tuberosities of seated individual during sacral nerve root stimulation. Journal of Rehabilitation Research & Development. 2006;43:209-218.
- Lucas C, Coenen CHM, de Haan RJ. The effect of low level laser therapy on stage III decubitus ulcers (pressure sores); a prospective randomised single blind, multicentre pilot study. Lasers Med Sci. 2000;14:94-100.
- Mechanick JJ, Brett EM. Nutrition support of the chronically critically ill patient. Crit Care Clin. 2002;18:597-618.
- Pelham F, Keith M, Smith A, Williams DV, Powell G. Pressure ulcer prevalence and cost in the U.S. population. JAMDA. 2007:B20.
- Robson MC, Phillips LG, Thomason A. Recombinant human derived growth factor: BB for the treatment of chronic pressure ulcers. Ann Plast

- Surg. 1992;29:193-201.
- Sanada H, Nagakawa T, Yamamoto M, Higashidani K, Tsuru H, Sugama J. The role of skin blood flow in pressure ulcer development during surgery. *Adv Wound Care*. 1997;10(6):29-34.
- Smith M. A comprehensive review of risk factors related to the development of pressure ulcers. *Journal of Orthopaedic Nursing*. 2003;7:94-102.
- Taly AB, Krishan P, Sivaraman Nair KP. Efficacy of Multiwavelength Light Therapy in the Treatment of Pressure Ulcers in Subjects With Disorders of the Spinal Cord: A Randomized Double-Blind Controlled Trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2004; 85:1657-1661.
- Thomas DR. Prevention and treatment of pressure ulcers. *Clinical practice in long-term care. JAMDA*. 2007;46-59.
- Vasoconez LO, Schneider WJ, Jurkiewicz MJ. Pressure sores. *Curr Probl Surg* 1977;27:298-301.
- Meehan M. National pressure ulcer prevalence survey. *Adv Wound Care*. 1993;7:27-37.
- Weiss DS, Kirsner R, Eaglstein WH. Electrical stimulation and wound healing. *Arch Dermatol*. 1990;126:222-225.