해양소재를 이용한 마스크팩의 유용성 : 피부재생효과

박대환* · 박상욱 · 최성곤¹

대구가톨릭대학교 성형외과학교실, ¹(주)에이징

Usefulness of Mask Pack Sheets Including Marine Materials: Skin Regeneration Effect

Dae Hwan Park*, Sang Uk Park and Sung Gon Choi¹

Department of Plastic and Reconstructive Surgery, Daegu Catholic University, Daegu 705-718, Korea

¹Aging Co., Ltd., Daegu 704-833, Korea

Minerals from marine materials such as deep ocean water and Dead Sea water have been used since ancient times. We made a mask pack sheet including deep ocean water and salt from the Dead Sea and evaluated the function of the mask pack sheet through animal study. Three full-thickness skin defects were made on the backs of Sprague-Dawley rats. The wounds were left untreated in group Con, and mask pack sheets including deep ocean water or deep ocean water and Dead Sea water were used as treatment for 20 min on the skin of animals in groups DP and DDP, respectively. We analyzed the gross, histological and biochemical findings. Groups DDP and DP showed decreases in wound size, as compared to group Con at 7 days after wound infliction. The histological findings revealed that wound healing had progressed further in groups DP and DDP than in group Con, with more rapid collagen deposition and regression of neutrophils. Also, the expression of vascular endothelial growth factor and transforming growth factor β 1 were increased in groups DDP and DP compared with those in group Con at 3 days after wound infliction. Mask sheet packs including deep ocean water and Dead Sea salt affected wound healing by reducing the inflammatory phase and stimulated wound contracture by facilitating the deposition of collagen.

Key words: Deep ocean water, Dead Sea salt, Mask pack

서 론

전문적인 화장품이나 피부질환 치료제가 없었던 수백 년 전부터 사람들은 경험적으로 온천수나 사해수를 피부질환 치료에 이용하여왔다. 이 같은 다양한 수치요법(hydrotherapy)들은 오늘날 피부질환에 도움이 된다는 것이 밝혀졌으며(Even-Paz and Shani, 1989; Park et al., 2011), 최근에는 이를 상업적으로 활용하기 위하여 그 기전에 대한 분석 및 연구가 활발히 진행되고 있다.

해양심층수(deep ocean water)는 미네랄을 다량 함유한 청정 자원으로 식품, 미용, 의료 등의 다양한 분야에서 각광받고 있는 소재이다. 수심 200 m 이상의 깊은 곳에 존재하는 해양심층수는 태양광이 도달하지 않아 식물플랑크톤 및 유기물, 병원균 등이 거의 존재하지 않으며, 안정된 수온과 풍부한 영양염류의 함유로 인해 비중이 다른 표층의 해수와 혼합되지 않고 청정성을 가지는 장기간 숙성된 해수자원이다(Chung and Lee, 2008). 또 다른 해양 소재 중 하나인 사해수(Dead Sea water)는 일반 해수 보다 염도가 8배 정도 높으며, 농축되어진 염분 속에는 마그네슘, 칼슘, 칼륨, 포타슘과 같은 미네랄 성분들이

다량 함유되어 있다(Proksch et al., 2005). 이러한 해양심층수와 사해수에 함유된 미네랄의 경우 피부를 유지하는데 있어서 필수적인 요소이며, 특정 성분들은 세포의 분화와 항염증 작용, 면역조절과 같은 경로를 통해 치료효과를 나타내기도 한다(Park et al., 2011). 해양심층수는 몇몇 연구를 통하여 아토피성피부염의 증상완화 및 피부 장벽의 회복에 효과가 있다는 사실이 보고된바 있으며(Cho et al., 2006; Park et al., 2011), 사해수는 피부재생과 아토피 등에 효과가 있다고 확인되었다(Proksch et al., 2005).

피부는 인체의 대부분을 차지하며 체온조절, 분비, 배설, 흡수 등의 다양한 작용을 하고, 특히 몸의 가장 바깥쪽에 위치하며 외부로부터 물리적, 화학적, 생물학적으로 인체를 보호하는 보호의 기능을 가지고 있다(Jang et al., 2010). 외부에 지속적으로 노출되는 피부는 환경적 스트레스로 인한 막지질의 과산화, 면역 약화, 염증 반응, 세포외 기질의 붕괴 등으로 인하여 피부 탄력의 저하, 수분의 손실 등이 일어나게 되고 결국 피부의 노화를 일으키게 된다(Kulozik and Krieg, 1989). 이러한 피부의 노화를 방지하고 손상된 피부의 기능을 회복하기 위하여 비타민과 미네랄을 섭취하거나 외부에서 공급하는 것은 피부의 정상적인 상태를 유지하는 데 있어서 필수적인 요소이다. 오늘날 현대인들이 외모에 대한 관심이 높아지면서 피부질

*Corresponding author: dhpark@cu.ac.kr

환 및 노화를 방지하기 위해 손상 받은 피부를 빠르게 회복하기 위한 기능성 화장품이나 팩, 마사지, 전문적인 시술 등으로 피부 관리를 하고 있다(Kim et al., 2010). 특히, 여러 종류의 피부관리법 중에서도 다양한 종류의 팩 제품들이 시중에서 손쉽게 구할 수 있고 간편하게 사용할 수 있어 선호되고 있다. 팩 제품은 얼굴에 바르거나 붙여 피부 표면에 수분과 영양을 공급하여 피부를 촉촉하고 탄력적으로 만들며, 신진대사를 촉진시켜 피부에 쌓인 노폐물을 제거 할 수 있다(Kim et al., 2010). 이에 본 연구에서는 청정자원인 해양심층수에 다양한 미네랄이 함유되어 있는 사해수에서 채취한 사해염을 첨가하여 마스크 팩을 제작하고, 이를 창상에 적용하여 피부재생에 미치는 효과를 알아보았다.

재료 및 방법

실험 동물

실험동물로는 체중 200 g-250 g의 Sprague-Dawley종 수컷 백서를 사용하였다. 실험 동물은 온도 $24 \pm 0.5^\circ\text{C}$, 습도 55-65% 및 12시간 주기로 명암이 자동으로 조절되는 사육조건 하에서 관리되었으며, 약 7일간 환경에 적응시킨 후 실험에 사용하였다. 모든 동물실험은 본 의료원의 동물실험윤리위원회의 연구 윤리지침에 따라 진행하였다.

해양심층수 및 사해염을 함유하는 마스크 팩의 제조

해양심층수 및 사해염을 함유하는 마스크 팩은 2,200 mg/L의 농축해양심층수를 10% 첨가하고, 사해소금을 1.0% 첨가하여 총 미네랄이온이 226.5 mg/100 g, 마그네슘이온이 93.58 mg/100 g이 되도록 제조하였다. 또한 여러 보습성분들과 향산화성분들을 배합하여 균질화된 액상을 만들고, 이를 팩 내용물로 하여 얼굴형태의 부직포 1장에 충분히 적셔질 수 있도록 23 mL을 주입하여 밀봉하였다. 해양심층수는 경북 울릉도 현포리 바다 4.7 km, 수심 650 m에서 취수한 것을 사용하였으며 사해소금은 (주) 바이롭사 에서 생산되는 것을 사용하였다. 시험에 적용된 해양심층수 및 사해염을 함유하는 마스크팩의 조성은 Table 1과 같다. 또한 시험에 적용된 각 마스크팩의 1회분(23 mL)에 포함된 주요 미네랄함량은 Table 2와 같다.

실험군의 설정

실험군은 창상형성 후 아무 것도 처치하지 않은 대조군(Control: CON), 해양심층수가 첨가된 마스크 팩을 처리한 실험군(Deep ocean water mask pack: DP), 해양심층수 및 사해염이 첨가된 마스크 팩을 처리한 실험군(Deep ocean water and Dead Sea salt mask pack: DDP)으로 총 3개로 분류하여 실험을 진행하였다.

Table 1. The composition of mask pack including the deep ocean water and the Dead Sea salt

Ingredient	DP (%)	DDP (%)
Purified water	Total 100	Total 100
Allantoin	0.1	0.1
Hydroviton 24	1.0	1.0
Glycerin	2.0	2.0
1,3-Butylene Glycol	3.0	3.0
Xanthan gum	0.12	0.12
Deep ocean water	10.0	10.0
Dead sea salt	-	1.0
Propylene glycol	3.0	3.0
PEG-40 Hydrogenated castor oil	0.6	0.6
Olive oil PEG-7 esters	1.0	1.0
Tocopheryl acetate	0.1	0.1
Fragrance	0.035	0.035
Phenoxyethanol	0.2	0.2
Methyl paraben	0.1	0.1
Centella Asiatica Extract	1.0	1.0

DP: mask pack containing the deep ocean water only.

DDP: mask pack containing the deep ocean water and Dead Sea salt.

Table 2. The amount of minerals included in a piece of each mask pack

Mineral	DP		DDP	
	mg/100 g of solution	mg/23 mL of solution	mg/100 g of solution	mg/23 mL of solution
Mg ²⁺	13.26	3.05	93.58	21.52
Ca ²⁺	4.26	0.98	7.82	1.80
K ⁺	4.19	0.96	125.15	28.78

DP: mask pack containing the deep ocean water only.

DDP: mask pack containing the deep ocean water and Dead Sea salt.

실험 과정

20마리의 백서의 등에 지름 1 cm 크기의 원형의 전층피부결손을 3곳에 만든 후 적용할 팩의 종류를 무작위로 할당하여 창상 치유에 미치는 창상의 위치에 대한 변수를 제거하였다. 실험 동물은 술후 3, 7, 10, 14일째 각 5마리를 희생하여 피부조직을 채취하였다. 수술 시 백서를 줄레틸50® (Virbac, Frances)과 림폰®(Bayelkorea CO, Korea)을 각각 50 mg/kg과 10 mg/kg으로 근육 주사하여 마취하였다. 마취한 백서의 등을 면도하여 털을 제거한 후 베타딘과 알코올로 소독하고 15번 칼과 조직가위를 이용하여 3군데 동일한 크기(지름 1 cm의 원형), 동일

한 깊이(표피구조를 보정하는 표층 근막(superficial fascia)인 육상층(panniculus carnosus)을 보존하는 수준)의 전층피부창상을 만들었다. 모든 군에서 3일에 한 번씩 드레싱을 시행하였다. 마스크 팩은 적당한 크기로 잘라 내용물을 충분히 적신 후 창상에 20분간 처리하였고 팩의 처리가 끝나면 창상을 보호하기 위해 멸균된 Tegaderm® (3M, USA)을 감싼 뒤 Peha haft® (Paul Hartmann AG, Germany)와 Nylon 4-0를 이용하여 고정 봉합을 하여 Peha haft® 가 흘러내리지 않도록 하였다(Fig. 1).

Fig. 1. Introduction of our dressing process (scale bar: 2 cm). (A) Three circular shape full-thickness skin defect ($\varnothing=1$ cm) was made on the back of the rat. (B) Each experimental material was put on the wound randomly for 20 minutes. (C) After put the each material on the back of the rat for 20 min, each material was removed and wounds were wrapped by using Tegaderm® (3M, USA). (D) After wrapping the wound, Peha haft® (Paul Hartmann AG, Germany) was applied and fix that by using nylon 4-0.

육안적 평가 및 창상 면적 측정

창상의 테두리를 멸균 처리한 투명한 OHP 필름에 따라 그리고 스캔 하여 영상 분석 프로그램(NIH image analysis system, Bio-Optics사, USA)을 이용해 창상의 면적을 측정하였다. 창상의 면적은 처음 창상을 만들었을 때와 매번 팩을 처리 하기 전에 측정하였고, 구한 값을 토대로 처음 창상의 면적을 100%로 하고 그 뒤에 측정된 창상의 면적을 백분율로 환산하여 면적의 변화를 비교하였다.

조직학적 관찰

조직학적인 평가를 위하여 술후 3, 7, 10, 14일째에 전체 창상을 적출하여 즉시 10% 포르말린에 고정하고 파라핀에 포매한 후 6 μ m 두께로 잘라 헤마톡실린-에오진(Hematoxylin-Eosin) 염색을 하여 관찰하였다. 각 사용제재들의 시간 경과에 따른

창상치유 효과는 중성구의 수, 섬유모세포의 수, 신생 혈관의 수, 창상의 상피화의 정도, 콜라겐 축적 정도로 크게 다섯 가지 항목으로 나누어 관찰하였다.

Real time PCR (polymerase chain reaction)

백서에서 일수 별로 적출한 창상조직은 실험 전까지 섭씨 영하 70℃에서 보관하였으며 조직 재생과 세포분화에 관여하는 중요 성장인자인 transforming growth factor (TGF)- β 1과 혈관 생성에 영향을 주는 vascular endothelial growth factor (VEGF)의 발현 정도를 real time PCR을 이용하여 분석하였다. 분석조직으로부터 trizol (Takara bio, Japan)을 이용하여 total RNA를 분리하고, iNtRON사의 RT premix kit를 사용하여 cDNA를 합성하였다. 합성된 cDNA는 2 $\times$ SYBR Premix Ex Taq (Takara bio, Japan)을 사용하여 MJ mini thermal cycler system (Biorad, USA)으로 측정하였다. 시료는 95℃에서 30초 반응 후 95℃에서 5초, 60℃에서 30초씩 40회 반응시켰다. 각 유전자의 상대적 정량을 위해 Glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase (GAPDH)의 발현 정도를 이용하여 보정하였다.

통계학적 처리

측정된 값은 평균 $\pm$ 표준편차로 표시하였으며, SPSS 프로그램(SPSS for windows 11.0, SPSS Inc., Chicago, USA)을 이용하여 통계 처리하였다. 실험군의 통계학적 유의성은 unpaired t-test방법과 ANOVA test로 검증하였고 유의수준은 5% 미만에 두었다.

결 과

육안적 평가

창상은 모든 군에서 치유기간 동안 서서히 감소되어 술후 11일에서 14일 사이에 대부분의 창상이 치유된 것으로 나타났다(Fig. 2). 창상의 면적은 시간이 지남에 따라 감소되는 창상의 면적을 측정하였으며, 최초의 창상면적을 기준으로 하여 백분율로 환산해 그래프화하였다(Fig. 3). 그 결과 술후 4일째까지 대조군(78%), DDP군(67%), DP군(74%)에서 차이는 보이지 않았지만 모든 군에서 창상 면적이 유의하게 감소하였다. 술후 7일째 전후부터 군간의 차이가 나타나기 시작하여, 대조군의 경우 창상면적이 술후 7일째 47%였으나 DDP군의 경우 29%, DP군 의 경우 36%로 통계학적으로 유의한 차이가 나타났다. 특히 대조군에 대한 창상 면적의 감소율이 DDP군의 경우 통계학적 유의성이 0.1%로 유의성이 5%인 DP군보다 대조군에 대하여 더 높은 유의한 차이를 보여주었다. 술후 9일째, 대조군에 대한 DDP군과 DP군의 창상 면적은 통계학적으로 유의한 차이가 나타났으나 술후 11일째부터는 각 실험군 간 통계학적

Fig. 2. Photographs of wound spot at days 2, 4, 7, 9, 11 and 14, taken postoperatively after full-thickness skin excision (scale bar: 5 mm). The size of the wound was decreased more rapidly in the DDP and DP. CON: control (no management after skin excision), DP: mask pack containing the deep ocean water only, DDP: mask pack containing the deep ocean water and Dead Sea salt management group.

Fig. 3. This figure showed remained wound area was dramatically decreased in group DP and DDP compared with group Con. It shows those full-thickness wounds were more rapidly healed in the group DDP and group DP than the group Con. CON: control (no management after skin excision), DP: mask pack containing the deep ocean water only, DDP: mask pack containing the deep ocean water and Dead Sea salt management group. Each bar represents the mean $\pm$ SE (n=5). * P <0.05: significantly different from the group Con. *** P <0.01: significantly difference from group Con.

으로 유의한 차이가 없었다.

조직학적 관찰

술후 3일째 모든 군에서 중성구의 침윤이 관찰되었으며, 술후 7일째에는 모든 군에서 중성구의 침윤이 증가된 소견을 보였다. 하지만 술후 7일째 DDP군과 DP군에서 대조군 보다 중성구의 침윤이 적었으며 섬유모세포의 수와 신생 혈관의 수가

Fig. 4. Histopathologic findings of the wound at 7 and 10 days after wound infliction (scale bar: 100 μ m). They stained with hematoxylin and eosin. Group DDP show less neutrophil count and much fibroblast compared with group Con and group DP at 7 days after wound infliction. Group DDP and group DP show less neutrophil count and much collagen deposition compared with group Con at 10 days after wound infliction. CON: control (no management after skin excision), DP: mask pack containing the deep ocean water only, DDP: mask pack containing the deep ocean water and Dead Sea salt management group, F: fibroblast, C: collagen deposition, N: neutrophil, V: vascularization.

유의하게 많은 것으로 나타났다. 또한 대조군에 비하여 DDP 군과 DP군에서 술후 10일째 중성구의 침윤은 유의하게 줄었으며 collagen deposition 양은 많은 것으로 관찰되었다(Fig. 4).

Real time PCR결과

술후 3일째 창상조직에서 real time PCR을 이용하여 VEGF와 TGF- β 1의 상대적인 mRNA의 발현을 분석하였다. 그 결과, DDP군에서 VEGF와 TGF- β 1가 가장 높게 발현되었으며, 이는 대조군 보다 VEGF의 경우 2.7배, TGF- β 1의 경우 39배 높은 수치였다. DP군의 경우 두 유전자의 발현이 대조군 보다 높았으나, VEGF의 경우 2.5배, TGF- β 1의 경우 5배로 DDP 군 보다는 낮은 것으로 나타났다(Fig. 5).

고 찰

수백년 전부터 사해수에서 목욕을 하는 것이 피부 질환의 치료에 도움이 되는 것이 알려지면서 이러한 사해염을 이용한 다양한 온천 요법들이 시도되어 왔다(Even-Paz and Shani, 1989). 최근 이러한 사해염에 대한 분석이 활발히 진행되면서 사해수가 일반 해양수보다 마그네슘, 칼슘, 포타슘, 브로민 이온 등이 풍부하고 나트륨, 황산염, 탄산염 이온 등이 적다는 것

Fig. 5. Effects of DP and DDP on the expression of VEGF and TGF-β1 by real time PCR. (A) The expression of VEGF was much higher in group DDP than group DP and group Con. (B) The expression of TGF-β1 was much higher in group DDP than group DP and group Con. CON: control (no management after skin excision), DP: mask pack containing the deep sea water only, DDP: mask pack containing the deep sea water and Dead Sea salt management group. Each bar represents the mean±SE (n=5). * $P<0.05$: significantly different from the group Con. # $P<0.05$: significantly different from the group DP.

이 밝혀졌다(Even-Paz and Shani, 1989).

사해염에 함유된 여러 이온 중 가장 많은 비율을 차지하는 마그네슘 이온의 경우 활발한 연구로 인하여 그 효과가 주목 받고 있다. Diezel et al. (1994)은 croton-oil로 피부의 염증을 유발한 후 마그네슘이 포함된 연고를 도포함으로써 마그네슘 이온의 항염증 효과를 증명하였다(Diezel et al., 1994). 또한, Porsch et al. (2005)은 사해염에 포함된 마그네슘 이온이 항염증 효과를 가지며 피부의 수분 유지에 효과적이라고 아토피 환자들을 대상으로 한 연구를 통하여 증명하였다(Proksch et al., 2005).

본 연구에서도 사해염을 추가함으로써 마그네슘이온의 함량

의 차이를 두었으며 두 팩 제 간의 피부장벽에 미치는 영향이 다른 것을 확인할 수 있었다. 술후 7일째 아무런 처치도 하지 않은 대조군에 비하여 DP군과 DDP군에서 육안적 창상 치유의 효과가 확인이 되었으며 이는 통계학적으로 유의한 차이가 있었다. 하지만 마그네슘 이온의 함량이 높은 DDP군에서 DP군보다 초기 창상 치유가 빨리 이루어 졌으며 이는 통계학적으로 유의한 차이가 있었다(p-value: 0.01 versus p-value: 0.05). 이는 사해염이 염증 반응을 줄여 준다는 기존의 연구결과와 동일하며, 이로 인해 창상 치유의 염증기에서 다음 단계인 증식 기로의 이행이 빨리 일어난다는 것을 알 수 있었다. 또한, 이 결과는 창상의 육안적 관찰 소견 이외의 조직학적 검사에서도 동일한 소견을 보였다. 조직학적 소견 상 술후 3일째 모든 군에서 급성 염증기의 중요한 역할을 하는 중성구의 침윤이 보였으나 술후 7일째 중성구의 수가 대조군에 비하여 DP군과 DDP군에서 적게 관찰되었으며, 특히 DDP군이 DP군 보다 적은 것으로 관찰되었다. 이는 육안적 실험 결과와 일치하며, 사해염에 포함된 마그네슘이온이 급성 염증기를 줄여주고 창상 치유의 다음 단계로의 이행을 도와줌으로써 창상 치유의 효과를 가속화시킨다는 것을 알 수 있었다.

Grzesiak and Pierschbacher (1995) 은 돼지와 쥐 동물 실험을 통하여 마그네슘 이온이 창상 치유 초기에 높은 농도로 관찰되는 것을 확인하였으며 이를 통해 마그네슘 이온이 창상 치유의 초기에 세포의 이동(migration)에 중요한 역할을 한다고 보고하였다(Grzesiak and Pierschbacher, 1995). 본 실험에서는 술후 7일째 시행한 조직학적 검사 소견상 DDP군과 DP군에서 대조군에 비하여 중성구의 수가 적게 관찰되었으며 섬유모세포의 수는 많이 관찰되었다. 또한 DP군에 비하여 DDP군에서 섬유모세포의 수가 많이 관찰되었으며 이는 사해염에 포함된 마그네슘 이온이 창상 치유의 초기 세포의 이동에 영향을 미친 것으로 생각된다. RT-PCR을 이용한 생화학적 검사상에도 술후 3일째 VEGF와 TGF-β1의 발현이 DDP 군에서 대조군보다 유의적으로 높은 것을 확인할 수 있었으며, VEGF의 경우 DDP군과 DP군에서 유의적 차이는 없었으나 TGF-β1발현은 DDP군이 DP군 보다 유의적으로 높아진 것을 확인할 수 있었다. 이는 술후 3일째 이러한 성장인자의 발현이 창상 회복에 도움을 주는 여러 가지 세포들의 출현을 늘리고 싸이토카인의 분비를 촉진시킴과 신생 혈관을 생성함으로써 창상 치유의 다음 단계로의 이행을 촉진할 수 있도록 도와주는 것으로 판단된다.

마그네슘이온뿐만 아니라 칼슘이온도 피부 장벽(barrier)의 기능회복에 중요하다. 본 연구에 사용된 해양심층수를 함유한 마스크 팩제와 해양심층수 및 사해염을 포함하는 마스크 팩제의 1회분량(23 ml)에 포함된 칼슘의 농도는 각각 0.9798 mg, 1.7986 mg으로 두 군간에 적용된 칼슘의 절대치에 차이를 두었으며 또한 마그네슘 이온이 칼슘 이온보다 상대적인 수치가 높게 유지되도록 하였다(Table 3). Denda et al. (1999)은 동물실험을 통하여 마그네슘이온과 칼슘이온이 함께 함유된

용액이 마그네슘이온만 함유된 용액보다 피부의 항상성 유지에 도움을 준다는 것을 증명한바 있다(Denda et al., 1999). 또한 Grzesiak et al. (1995) 등은 마그네슘의 이온과 칼슘이온의 절대적인 이온의 양뿐만 아니라 상대적인 비율차이가 창상 치유의 초기에 중요한 역할을 하는 염증세포들의 이동에 중요한 역할을 한다고 하였으며 칼슘이온에 대한 마그네슘이온의 비가 0.4를 넘어야 한다고 하였다(Grzesiak and Pierschbacher, 1995). 따라서 본 연구의 실험을 통하여 칼슘이 창상 치유에 중요한 역할을 한다는 것을 다시 한 번 확인할 수 있었으며, 해양심층수 및 사해염이 포함된 마스크 팩제가 피부재생에 도움이 된다는 것을 알 수 있었다.

이번 연구를 통하여 사해염이 피부 장벽에 미치는 육안적, 조직학적, 생화학적 영향을 확인할 수 있었다. 사해염을 함유한 마스크팩은 다른 팩제제 보다 외부 자극에 의하여 손상된 피부의 초기 염증 반응을 줄일 수 있었으며, 또한 수축의 주된 역할을 하는 섬유 모세포와 창상 치유 초기의 염증 세포들의 이동에 영향을 미쳐 창상 치유를 촉진 시키는 것으로 여겨진다. 따라서 사해염을 함유하는 마스크팩을 이용하여 피부 재생의 효과를 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

사 사

본 연구는 국토해양부 해양생명공학기술개발사업(Project No. 20119182)의 연구비 및 지식경제부 지정 대구가톨릭대학교 해양바이오산업연구센터(Project No. B0009046)의 지원에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

Cho HK, Kim HJ, Choi SY, Lee S, Jeong SK, Choi EH, Ahn SK and Lee SH. 2006. Evaluation of deep sea water on skin barrier function. *Korean J Invest Dermatol* 13, 59-65.

Chung KT and Lee SH. 2008. Current status of domestic and overseas research of the characteristics and use of deep sea

water. *Korean J Food Nutr* 21, 592-598.

Denda M, Katagiri C, Hirao T, Maruyama N and Takahashi M. 1999. Some magnesium salts and a mixture of magnesium and calcium salts accelerate skin barrier recovery. *Arch Dermatol Res* 291, 560-563.

Diezel W, Schulz E and Laskowski J. 1994. Magnesium ion: topical application and inhibition of the croton oil-induced inflammation. *Zschr Hautkrh* 69, 759-760.

Even-Paz Z and Shani J. 1989. The Dead Sea and psoriasis. Historical and geographic background. *Int J Dermatol* 28, 1-9.

Grzesiak JJ and Pierschbacher MD. 1995. Shifts in the concentrations of magnesium and calcium in early porcine and rat wound fluids activate the cell migratory response. *J Clin Invest* 95, 227-233.

Jang JH, Lee C, Kim SC, Chung JW and Park CI. 2010. Protective effect of marine natural products against UVB-induced damages in human skin fibroblast via antioxidant mechanism. *J Soc Cosmet Scientists Korea* 36, 79-87.

Kim MY, Cho KD, Kim EJ, Choi SY, Kim S, Han CK and Lee BH. 2010. Clinical effectiveness of regular use of unripe apple mask pack on skin status of middle-aged women. *Korean J Nutr* 43, 453-462.

Kulozik M and Krieg T. 1989. Changes in collagen connective tissue and fibroblasts in aging. *Z Hautkr* 64, 1003-1004, 1007-1009.

Park MS, Chang BS and Kim DH. 2011. The bathing effect of mineral-rich water on atopic dermatitis like skin lesions in hairless mice. *J Invest Cosmet* 7, 181-187.

Proksch E, Nissen HP, Bremgartner M and Urquhart C. 2005. Bathing in a magnesium-rich Dead Sea salt solution improves skin barrier function, enhances skin hydration, and reduces inflammation in atopic dry skin. *Int J Dermatol* 44, 151-157.

2012년 2월 17일 접수

2012년 4월 6일 수정

2012년 4월 13일 수리