

해양치유자원의 효능관련 기존의 연구문헌 분석

김충곤^{1*} · 조현진^{1,2}

^{1*}한국해양과학기술원 해양생태연구센터 책임연구원, ^{1,2}한국해양대학교 해양스포츠과학과 학생

Comprehensive Literature Study on Efficacy of Marine Therapeutic Resources

Choong-Gon Kim, Ph.D.^{1*} · Hyeon-Jin Cho^{1,2}

^{1*}Marine Ecosystem Research Center, Korea Institute of Ocean Science and Technology, Principal Research Scientist

^{1,2}Dept. of Ocean Sports Science, Korea Maritime and Ocean University, Student

Abstract

Purpose : Marine therapy is an activity that promotes public health such as constitution improvement, immunity improvement, and anti-aging by utilizing marine therapeutic resources such as seawater, mud, seaweed, salt and sea climate. In Europe developed countries, the marine therapy industry has been developing for centuries, with France, Germany, and Israel leading the way. Currently, it has achieved great industrial achievements and is of great help in improving the human health.

The purpose of this study is to investigate how marine therapeutic resources benefit to human health, as well as how to study and utilize their efficacy. We analyzed previous research articles related to the effects of marine therapeutic resources.

Methods : The study included a total of 830 published literatures in the last 20 years from the Republic of Korea and other countries. PubMed and Google Scholar were utilized to collect the foreign source while the local scientific publications were accessed through the Korean Education and research Information Service (KERIS) and Korean studies Information Service System (KISS). The keywords used to search foreign literature were “marine therapy”, “Thalassotherapy”, “seawater”, “deep seawater”, “saline groundwater”, “sand therapy”, “mud therapy”, “hydrotherapy”, “seaweed”, “Sun light”, “sea salt”, “marine animal”, and “marine microorganisms” were combined, and for the domestic literature, the keywords were “marine therapy”, “marine therapeutic resources”, “seawater”, and “sand”.

Results : A total of 830 research papers were found as a result of searching for domestic and international papers related to marine therapeutic resources. The collected documents were classified into 175 seawater resources, 259 marine mineral resources, 41 marine environment, and 355 marine organisms. The efficacy of each marine therapeutic resources was analyzed. By resources type, there were about 213 papers on the efficacy of seaweed, followed by about 175 papers on seawater, 142 on microorganisms, 124 on mud/peat, and sand, salt, minerals and others are appeared in order (Table 1).

Conclusion : Korea has the highest marine biodiversity index, excellent tidal flats, four distinct seasons, and various sea environments of the East sea, Yellow sea, South sea and Jeju sea. For this reason, Korea has a much more diverse marine therapeutic resources than other advanced countries in the marine therapy industry. Previously, we thought that the sea was only valuable as a shipping port and fishery industry. But now, it been shown that the ocean can become a new industrial field which can contribute to human health and well-being by providing healing and therapy to people through the gift of marine resources.

Key Words : human health, marine therapy, marine therapeutic resources, medical benefits, thalassotherapy

*교신저자 : 김충곤, kimcg@kiost.ac.kr

※ This research was part of a project titled “Efficacy/standardization technology development of marine healing resources and its life cycle safety management,” funded by the Ministry of Oceans and Fisheries, Korea (grant no. 20220027).

제출일 : 2022년 10월 4일 | 수정일 : 2022년 10월 23일 | 게재승인일 : 2022년 11월 4일

I. 서론

우리나라는 산업화, 도시화, 인구 고령화가 빠른 속도로 진행되면서 아토피, 당뇨, 고혈압, 관절염, 암 등 만성 질환 환자들이 늘어나고 있다. 한편, ‘웰빙’과 ‘웰니스’로 대표되는 라이프스타일 변화가 요구됨에 따라, 건강을 개선하고자 하는 사람들이 증가하고 있다. 당장은 건강 하더라도 질병에 걸리지 않기 위해 열심히 운동하고 건강한 음식을 먹으며 체력과 면역력을 기르고자 하는 인구가 늘고 있는 것이 그 증거가 될 수 있다. 특히 코로나 19 팬데믹의 장기화로 이러한 현상은 더욱 가속화되고 있으며, 이러한 환경 하에서 국내에서는 해양자원을 활용하여 건강을 지키려는 해양치유산업이 성장하고 있다.

해양치유는 해수, 갯벌(머드), 해조류, 소금 해양기후 등의 해양치유자원을 활용하여 체질개선, 면역력 향상, 항노화 등의 국민건강을 증진하는 활동을 말한다. 유럽 선진국에서는 프랑스, 독일, 이스라엘 등을 필두로 수 세기 전부터 해양치유산업이 발전해왔으며, 현재는 산업적으로도 성과를 이루었고 시민들의 건강증진에도 큰 도움이 되고 있다(Korea Maritime Institute, 2019; Korea Institute of Ocean Science & Technology, 2016).

오늘날 유럽 선진국에서 해양치유산업이 활성화를 이루게 된 것은 해양치유가 인간의 건강증진에 도움이 된다는 사실을 상세하게 밝혔기 때문이다. 즉, 많은 연구자들이 오랜 기간 동안 해양치유자원의 효능에 관한 연구를 수행하여 그 과학적인 데이터를 바탕으로 시민들에게 해양치유가 인간의 건강증진에 도움이 된다는 것을 증명하였기 때문이다.

그렇다면 해양치유자원에 관한 연구가 이렇게 많이 이뤄지고 있는 이유는 무엇일까? 바다에는 육상에서 얻을 수 없는 풍부하고 다양한 치유자원이 존재하고 있기 때문일 것이다. 특히 우리나라 바다는 전 세계적으로도 우수한 해양치유자원을 보유하고 있다. 동해의 청정해수, 해양심층수, 염지하수, 서해의 질 높은 갯벌에서 비롯한 머드, 피트, 천일염, 염생식물, 남해의 해조류, 굴패각 등의 수산부산물, 제주도의 온화한 해양성 기후, 용암해수, 또 전국 공통으로 얻을 수 있는 깨끗한 바닷바람, 해수욕장 모래, 태양광, 해송 산책길, 바다풍경, 파도소리 등 모

두가 훌륭한 해양치유자원이 된다.

우리나라 해양치유자원이 우수한 이유는 바다의 전체 면적은 그리 넓은 편은 아니지만, 단위 면적당 생물다양성이 세계 최고 수준이기 때문이다(Costello 등, 2010). 그만큼 다양한 생물들이 살기에 적합한 바다라는 뜻이다. 이유는 우리 바다는 동·서·남해와 제주해역이 저마다 각각 다른 특징을 지닌 바다이기 때문이다. 여기에 4계절이 뚜렷하여 계절마다 생물 종류가 또 바뀐다. 그리고 좋은 갯벌 덕분에 좋은 머드와 소금이 생산되고, 동해의 깊은 수심은 해양심층수라는 천혜의 자원을 선사한다. 한라산과 청정바다는 용암해수라는 귀한 치유자원을 만든다.

해수는 각종 미네랄 성분이 풍부한 것이 특징이다. 담수에 비해 300배가 넘는 미네랄이 함유되어 있으며, 나트륨, 염소, 마그네슘, 칼륨, 칼슘 등 100여 가지가 넘는 각종 미네랄과 영양염류를 포함하고 있는데, 이는 인체 건강을 유지하는데 필수불가결한 성분이기 때문에 해수는 해양치유에서 가장 중요한 자원이 된다. 해수를 매개로 살아가는 해양생물이 인체 건강에 좋을 수 밖에 없는 이유이다.

해수자원은 해양심층수, 염지하수, 용암해수로 나눌 수 있다. 해양심층수는 빛이 도달하지 않는 수심 200 m 이하의 깊은 바다에 존재하는 물로서 수온이 일정하고 미네랄이 풍부하며 연중 안정적인 특징을 갖는다(Ministry of Oceans and Fisheries, 2018). 염지하수는 오랜 시간 지하 암반층을 투과해 걸러진 해수와 지하수가 여과되어 암반층에서 혼합된 물이다. 용존 고형물 함량이 2천 mg/l 이상인 암반지하염수로 해양심층수와 유사한 미네랄을 함유하고 있을뿐만 아니라 암반층을 통과함으로써 해양심층수가 함유한 미네랄 외에도 암반의 성분으로부터 녹아든 미량성분이 포함된다(Korea Institute of Ocean Science & Technology, 2014). 용암해수는 제주의 화산암반을 통해 스며든 지하수와 해수가 혼합된 물로서 K, Ca, Mg, N 등의 주요 미네랄 외에 미량의 유용미네랄(Zn, V, Ge 등)이 풍부하며(Kim 등, 2020a; Korea Institute of Ocean Science & Technology, 2021) 모든 해수자원은 해양치유자원으로서 매우 유용하다.

본 논문에서는 대표적인 해양치유자원이라 할 수 있는 해수(심층수, 염지하수, 용암해수), 해조류, 머드, 해양기

후, 소금, 미생물, 수산부산물 등이 어떻게 인간의 건강에 도움이 되는지 그 효능 연구와 활용방법 등에 대해서 자세히 알아보려고 한다. 최근에 출판된 국내외의 해양치유자원을 활용한 연구논문을 검색하였다.

II. 연구방법

최근 20년간 출판된 국내외 문헌 총 830편을 대상으로 하였다. 문헌검색을 위한 데이터베이스는 국외의 경우 PubMed, Google Scholar를 이용하였고, 국내의 경우 한국교육학술정보원(RISS), 한국학술정보(KISS)를 통해 검색하였다. 국외 문헌 검색어는 “marine therapy”,

“Thalassotherapy”, “deep seawater”, “saline groundwater”, “Magma seawater(lava water)”, “sand therapy”, “mud therapy”, “hydrotherapy”, “seaweed”, “Sun light”, “sea salt”, “Marine animal”, “marine microorganisms”를 조합하였으며, 국내 문헌은 “해양치유”, “해양치유자원”, “해수”, “모래” 등을 검색어로 사용하였다.

이를 바탕으로 수집한 830편의 문헌은 해수자원 175편, 해양광물자원 259편, 해양환경 41편, 해양생물 355편으로 구분하여 해양치유자원 별 효능을 분석하였다. 자원의 종류별로는 해조류의 효능 연구가 가장 많아 약 213건의 논문이 있었고, 다음으로 해수관련 논문이 175건, 미생물 142건, 머드/피트가 124건, 그 외에 모래, 소금, 미네랄, 광물질, 기타 순으로 나타났다(Table 1).

Table 1. Number of the research paper by marine therapeutic resources used in this study

Marine therapy resource (main category)	Major resource (subcategory)	Efficacy disease field (papers No.)
Seawater resource (175)	Deep seawater	skin and subcutaneous tissue diseases (39), other diseases (25), musculoskeletal and connective tissue diseases (22), endocrine diseases, nutritional and metabolic diseases (21), research papers (18), circulatory diseases (17), respiratory diseases (12), digestive diseases (9), neoplasm-related diseases (4), mental and behavioural disorders (3), neurological diseases (3), Eye and ear disease (2)
	Saline groundwater	
	Jeju Magma seawater	
Marine mineral resource (259)	Mud	musculoskeletal and connective tissue diseases (123), skin and subcutaneous tissue diseases (37), other diseases (27), research papers (22), endocrine, nutritional and metabolic diseases (19), circulatory diseases (9), neoplasm-related diseases (8), respiratory diseases (4), digestive disorders (4), mental and behavioral disorders (3), urogenetic diseases (2), pregnancy and childbirth related diseases (1)
	Peat	
	Sea salt	
	Sand	
Marine environment resource (41)	Marine climate	mental and behavioural disorders (21), research paper (11), endocrine, nutritional and metabolic diseases (2), neoplasm-related diseases (2), skin and subcutaneous tissue diseases (2), respiratory system diseases (2), musculoskeletal and connective tissue diseases (1)
	Marine landscape	
	Sun light	
Marine biological resource (355)	Virtual reality (VR)	research paper (85), neoplasm-related diseases (72), endocrine, nutritional and metabolic diseases (69), other diseases (47), skin and subcutaneous tissue diseases (32), digestive diseases (13), circulatory diseases (13), infectious disease (10), musculoskeletal and connective tissue diseases (6), mental and behavioral disorders (4), respiratory diseases (3), eye and ear disease (1)
	Seaweed	
	Marine animal	
	Marine microorganism	
	Fishery by -product	

III. 연구결과

1. 해수자원

1) 해양심층수

해양심층수는 빛이 도달하지 않는 수심 200 m 이하의 심해에 존재하는 바닷물로서 일반 표층해수와는 달리 연중 안정적이며 병원균이 적고 나트륨, 마그네슘, 칼슘, 칼륨 등을 포함한 다양한 미네랄을 함유하고 있다 (Ministry of Oceans and Fisheries, 2018). 이러한 미네랄은 인간의 건강에 많은 이점을 가져다준다. 실제 많은 국내외 연구진들이 해양심층수가 인간의 건강에 미치는 유의한 효과에 관해 연구했으며 해양심층수의 성분이 인간에게 유용하다는 결론이 도출됐다. 그리고 약물과 달리 천연자원인 해양심층수는 부작용 발생 가능성이 작아서 동맥경화증, 고혈압, 혈액순환 장애 같은 심혈관계질환 및 대사증후군, 피부질환 등의 치료에 유용하다.

한 연구에서는 해양심층수를 사용하여 죽상 동맥 경화증과 고지혈증의 예방 및 치료 효과를 살펴봤다. 표층해수와 해양심층수를 식이성 고지혈증 토끼에게 각각 섭취하도록 하였고 표층해수에 비해 해양심층수를 섭취한 그룹에서 저밀도 지단백(LDL) 콜레스테롤과 지질과산화(LPO) 수치가 낮아졌고 항산화효소가 활성화되었다는 것을 알 수 있었다(Miyamura 등, 2004). 이 결과는 해양심층수가 표층해수보다 고지혈증 및 동맥경화증 예방에 훨씬 유용하다는 것을 시사한다.

고지혈증 환자를 세 그룹으로 나눠 해양심층수와 일반수를 각각 6주간 섭취하고 혈중 수치를 비교했더니, 혈청 콜레스테롤, 저밀도 지단백-콜레스테롤(LDL-C), 고밀도 지단백-콜레스테롤(HDL-C) 13 및 트리아실글리세롤 수치가 모두 개선되었음을 확인할 수 있었다(Fu 등, 2012; Katsuda 등, 2008). 이처럼 해양심층수를 꾸준히 섭취하면 혈액순환이 원활해져 혈액순환 장애로 인한 협심증, 심근경색증, 뇌졸중을 예방할 수 있을 것으로 기대된다.

해양심층수는 육체적 피로회복에 효과적이다. 유산소 운동과 하체 근력 운동을 마친 참가자들을 두 그룹으로 나눠 대만 해안의 해양심층수와 정제수를 각각 섭취하게

했더니 해양심층수를 섭취한 그룹은 4시간 이내에 유산소 능력을 완전히 회복했고 근력도 다른 그룹보다 24시간 이내에 높은 수준으로 회복했다. 심한 운동으로 인한 근육 손상을 일으키는 크레아틴 키나아제와 미오글로빈의 수치도 해양심층수를 섭취한 그룹에서 크게 감소하였다(Hou 등, 2013).

또 다른 해양심층수의 효능 연구로서, 항비만 및 항당뇨 효과를 조사한 연구에서는 쥐 6마리를 나눠 첫 번째 그룹은 수돗물을, 다른 한 그룹은 해양심층수를 섭취하도록 했다. 그 결과 해양심층수를 섭취한 그룹의 체중이 다른 그룹에 비해 약 7% 더 감소했고 혈장 포도당 수치도 35.4% 더 감소했다(Hwang 등, 2009). 이는 해양심층수가 항당뇨 및 항비만 활성 효과가 관찰되어 비만과 당뇨병을 개선할 수 있다는 것을 보여준다.

다음 소개하는 해양심층수 효능으로는, 아토피 피부염의 발병을 예방하는 효과이다. 아토피 피부염과 유사한 병변이 있는 쥐를 대상으로 해당 병변에 해양심층수를 도포하여 가려움증, 홍반, 부종, 찰과상, 건조를 포함한 피부 증상을 관찰하고 점수를 매긴 연구 결과, 해양심층수로 치료한 그룹에서 가려움증이 가장 많이 감소하였다. 표피 수분 함량 측정 결과도 마찬가지로 해당 그룹에서 피부장벽 기능과 표피 수분이 크게 개선되었음을 나타내었다(Bak 등, 2012).

2) 염지하수

염지하수는 바닷가 지하암반층에 바닷물이 스며들어 지하수와 섞여서 만들어진 암반해수이다(Ministry of Oceans and Fisheries, 2018). 염지하수는 해양심층수가 함유한 해양미네랄 외에 암반층에서 만들어진 또 다른 광물미네랄을 풍부하게 함유하고 있어 해양치유 프로그램에 활용하기 적합하다.

특히, 아토피 환자에게 염지하수 목욕은 아토피피부염의 보조적인 치료법이 될 수 있다고 알려져 있다(Kim 등, 2015; Kim 등, 2017). 일반적으로 병원에서는 아토피 피부염을 치료하는 데 스테로이드 약물을 사용하고 있다. 염증의 심한 정도에 따라 스테로이드 치료제의 강도와 양을 조절하여 처방하고 있으나 장기적으로 사용하는 경우 여러 부작용의 문제가 발생한다. 반면 자연에서 얻을

수 있는 미네랄이 풍부한 염지하수는 장기적으로 사용해도 부작용이 없다. 효과가 검증된 임상 연구로서, 중증도의 아토피 피부염 환자 24명을 선정하여 2주 동안 염지하수로 하루 20분씩 목욕하도록 하였다. 아토피피부염 중증도를 평가한 SCORAD 지수, 각질 측정법, 경피수분 손실량(TEWL), 통증을 평가한 VA지수를 사용하여 실험 전후를 비교한 결과, 염지하수 목욕 그룹의 아토피피부염 중증도와 경피수분손실량, 가려움증은 감소했으며 피부 수분 공급은 증가했다. 이로써 염지하수 목욕은 아토피 피부염 치료에 도움이 되며 내성이 적어 안정성이 높은 대체 치료법의 가능성을 보여줬다(Yoo 등, 2020).

3) 용암해수

제주 용암해수는 화산섬 제주도의 지하 해수이다(Ministry of Oceans and Fisheries, 2018). 발견 위치가 화산섬이라는 점에서 앞에 설명한 일반 염지하수와 차이가 있다. 구멍이 많은 현무암을 통해 해수가 장기간 침투함으로써 제주 용암해수에는 나트륨, 마그네슘, 칼슘, 칼륨, 아연, 망간, 스트론튬, 셀레늄, 바나듐 등 미네랄 함량이 높다. 다양하고 많은 양의 미네랄을 함유한 제주 용암해수의 효능은 일반 염지하수만큼 알려지지 않았지만, 인체 건강에 긍정적인 영향을 미친다는 연구 결과가 발표됐다.

먼저, 무릎 골관절염의 제주 용암해수 온천요법 효능 연구에 따르면 골관절염이 있는 쥐를 두 그룹으로 나누고 8주 동안 첫 번째 그룹은 제주 용암해수 목욕을, 다른 그룹은 식염수와 증류수 목욕을 통해 치료하였다. 그 결과 제주 용암해수 목욕 그룹에서 무릎 관절염 증상이 더 완화되고, 무릎관절을 감싸는 관절낭의 두께가 줄어들어 골밀도, 염증개선, 염증세포 수 감소 등 다양한 개선 효과가 나타나 골관절염 치료에 효과가 있다는 것을 알 수 있었다(Kim 등, 2020b).

용암해수가 간지질 대사에 미치는 영향을 조사한 연구에서는 7주 동안 티오아세트아미드로 유발된 간 손상 쥐를 그룹당 10마리씩 나눠 첫 번째 그룹에 용암해수를 포함한 식단을, 두 번째 그룹에는 실리마린을 포함한 식단을 제공하고 세 번째 그룹은 대조군으로 설정했다. 실험 결과, 용암해수를 섭취한 그룹의 간지질 농도가 대조군

보다 훨씬 낮았으며 용암해수의 효과는 간에 좋은 실리마린과 비슷하게 나타났다. 이는 용암해수가 항산화 효소를 활성화하고 지질 합성을 억제함으로써 간에 지질이 축적되는 것을 막는다고 볼 수 있다(Woo 등, 2019).

자외선, 화학물질로부터 피부를 보호하는 멜라닌이 과다하게 생성하면 주근깨, 기미가 생길 수 있고 심하면 피부암까지 유발할 수 있다. B16F10 흑색종 세포에서 α -멜라닌 세포 자극 호르몬(α -MSH)에 의해 유도된 멜라닌 생성에 대한 제주 용암해수의 억제 효과를 조사한 결과, 제주 용암해수는 해당 흑색종 세포에서 α -멜라닌 세포 자극 호르몬(α -MSH) 유도 멜라닌 생성을 억제하고 멜라닌 관련 단백질 발현을 감소시켰다(Song 등, 2020). 이를 통해 피부 색소 침착 장애를 개선하기 위한 치료제로 제주용암 해수가 사용될 수 있다고 본다.

2. 해양광물자원

1) 머드

머드하면 떠오르는 서해안의 보령 머드는 갯벌에서 채취되어 미네랄이 풍부하며 피부에 유익한 성분을 함유하고 있어 건조한 피부의 수분 공급 및 유지와 피부 속 노폐물, 피지 배출에도 효과적이다. 이뿐만 아니라 따뜻한 머드를 온몸에 도포하고 휴식을 취하면 혈액순환이 원활해져 자연스럽게 근육이 이완되고 무리한 운동으로 인한 근육통까지 완화된다. 유럽, 일본 등 해양치유산업이 활발한 국가들은 머드를 치유요법에 효과적으로 활용하고 있으며, 우리나라에서도 머드의 유용한 성분만을 추출해 피부 기능을 향상시킬 수 있는 스킨케어, 클렌징, 입욕제를 개발하고 있다.

욕조에 따뜻한 해수와 머드를 채운 후 욕조 안에서 행해지는 머드 목욕의 효능을 조사한 연구에 따르면 30명의 건선 환자를 두 그룹으로 나눠 첫 번째 그룹은 건선 치료 약물을, 두 번째 그룹은 머드 목욕을 적용하여 2주 뒤 치료 전후를 비교했다. 두 그룹 모두 가려움증과 건선 중증도 지수가 낮아졌다(Costantino & Lampa, 2005). 이는 머드 목욕이 부작용이 발생할 수 있는 치료 약물을 대체할 수 있다는 증거가 됐으며 건선, 여드름 등 여러 피부 질환을 치료하는 데 사용될 수 있다.

머드의 상처 치유 효능을 연구한 결과, 상처가 발생하고 1주, 2주 뒤 상처 부위에 새 피부조직이 생겨나 상처 면적도 줄어들어 빠르게 상처가 회복된다는 것을 알 수 있었다(Abu-al-Basal, 2012). 즉 머드는 세포 증식과 활성화 효과가 있으며 항균, 항염증, 항산화제로 작용할 수 있는 미네랄이 풍부하다. 또 머드의 무릎 골관절염의 효능 연구에서는 24주 동안 무릎 골관절염 환자를 대상으로 무릎에 따뜻한 머드팩을 도포했다. 그 결과, 무릎 통증과 질병 중증도지수 등이 개선되었음을 알 수 있었다(Odabasi 등, 2008). 즉 머드팩 치료는 무릎 골관절염 환자의 무릎관절 기능을 향상시킬 수 있다. 이를 통해, 일반적으로 피부에 좋은 정도로만 알려진 머드가 건선, 상처회복, 골관절염 등에도 효과가 있다는 것을 알 수 있었다.

2) 피트

모아라고도 부르는 피트는 나뭇잎이나 가지 등 식물유기체가 호수나 습지 환경에서 미생물의 도움으로 오랜 시간 발효작용을 거쳐 만들어진 숙성된 진흙이다. 피트의 성분은 폴빅산, 휴믹산, 히알루론산 등 다양한 생리활성물질을 함유하고 있다. 폴빅산은 활성산소의 생성을 막고 항산화 기능이 뛰어나 피부의 보습, 재생, 주름 개선 효과가 있다. 휴믹산은 우리 몸속 중금속을 흡착하여 제거하는 능력이 있어 여성호르몬인 에스트로겐 생성을 도와 폐경기 여성 건강에 도움을 주는 물질이다. 히알루론산은 열 보존량이 많아 모세혈관을 확장시켜 혈액순환을 원활하게 하고 관절의 염증을 없애는 작용을 하여 류마티스, 관절염, 요통, 오십견 등 만성 통증 완화, 재활 치료에 사용된다.

피트의 퇴행성 관절염과 류마티스 관절염의 통증 완화 효과를 밝힌 연구에 따르면 41명의 무릎 골관절염 환자를 피트 적용 그룹에 22명, 핫팩 적용 대조군에 19명을 배정하여 각 환자의 양 무릎에 피트팩을 얹고 전열패드를 통해 따뜻한 온도로 유지하였다(Kim 등, 2020a). 환자의 통증을 평가하는 VAS 점수를 통해 통증이 얼마나 완화되었는지 확인한 결과, 피트 그룹의 VAS 점수가 대조군보다 더 많이 감소하였다. 환자들의 보행 속도 변화를 살펴봤을 때도 피트 그룹의 보행 속도가 증가하였고 대

조군은 감소하였다. 이처럼 피트는 무릎 골관절염 통증을 줄일 수 있는 새로운 치료 방법으로 사용될 수 있다고 본다.

심근경색 환자에게 피트는 혈관 형성 및 심장 보호 효과가 있다고 나타났다. 심근경색을 앓는 쥐들을 대상으로 피트를 적용한 결과, 피트 적용 그룹의 심장에서 대조군의 심장에 비해 건강한 혈관들과 수많은 섬유아세포가 발견됐다. 또한 염증 반응 횟수도 줄었다(Krzemiński 등, 2005). 즉, 피트는 심근경색 환자가 빠르게 회복할 수 있도록 도우며 이후 발병할 수 있는 심근병증을 예방할 수 있어 심장 보호제로도 사용될 수 있다. 마지막으로 피트의 주성분인 휴믹산과 폴빅산은 피부에 긍정적인 영향을 미쳐 각종 피부질환을 치료하는 데 사용될 수 있다. 한 연구에서는 만성 손 피부염과 수족 건선 환자에게 매일 피트를 적용하였더니 가려움증과 염증이 감소했으며 농포의 형성과정이 평소보다 빨리 진행되었다(Wollina, 2009). 즉 휴믹산과 폴빅산을 함유한 피트는 피부염을 치료하고 피부 기능을 개선, 통증완화, 심근경색 등의 증상 완화에 활용될 수 있다는 것을 알 수 있다.

3) 소금(천일염)

일반적으로 소금을 너무 많이 섭취하면 고혈압, 뇌졸중 등 심혈관계 질환을 유발하고 기존의 질환이 있는 환자에게는 증상과 통증을 더욱 악화시켜 소금은 적게 섭취해야 한다고 알려져 있다. 하지만 인공적으로 만들어진 소금이 아닌 바닷물을 태양과 바람만으로 건조해 만들어진 천일염을 섭취할 때 건강에 이로운 효과를 나타내는 연구결과가 많다. 천일염은 풍부한 천연미네랄을 함유한 소금으로 성분을 살펴보면 칼슘, 마그네슘, 망간, 니켈, 철, 황, 인 등 10 %의 다양한 미네랄이 있다.

국내 한 연구팀은 83명의 고혈압 환자들에게 8주 동안 천일염 또는 정제된 소금 기반 식단을 제공하여 두 가지의 소금이 항고혈압 효과가 있는지 연구하였다. 8주 뒤 정제된 소금 기반 식단 그룹에 비해 천일염 기반 식단 그룹에서 수축기 혈압과 이완기 혈압이 감소했고 천일염 기반 식단 그룹에서 요 중 나트륨/칼륨 및 안지오텐신 전환 효소 활성이 유의하게 감소했으며 칼륨 배설은 증가했음을 확인할 수 있었다. 즉 천일염은 노인 환자에게 항

고혈압 효과를 나타나게 한다는 임상 증거를 제공하였으며 정제된 소금과 달리 천일염은 유익하다는 것을 알 수 있었다(Baek 등, 2015).

바다로부터 얻어진 소금물로 코를 세척하는 방법은 호흡기계 기능을 향상시킨다. 호흡기 감염 질환을 앓고 있는 증상이 비슷한 환자 144명을 두 그룹으로 나뉘, 한 그룹에는 비약물로 보조 치료를 하고 또 다른 그룹에는 바닷물로 만든 소금을 이용한 용액으로 코를 세척하는 치료를 진행하였다. 그 결과, 소금 용액으로 코를 세척한 그룹에서 코막힘 증상과 콧물 정도가 개선되었고 수면의 질과 식욕도 훨씬 좋아졌다. 즉 우리가 항상 섭취하고 있는 소금이 호흡기계에도 좋은 역할을 할 수 있다는 것을 알 수 있다(Jiang 등, 2021).

바다 소금으로 만든 스프레이는 상처치료에 효과적이다. 10명의 환자를 선정하여 12주 동안 소금 기반 스프레이를 사용하여 당뇨병 족부 궤양을 치료하였더니 적은 비용으로 빠르게 치유되었으며 감염 가능성도 줄어들었다(Pougatsch 등, 2017). 오랫동안 세척제로 사용된 해수에서 주요 성분을 추출하여 사용하기 편리한 스프레이로 만듦으로써 항균 효과가 있는 소금 스프레이는 상처, 피부 손상 치료에 적합하다.

아토피 피부염, 건선, 습진 등 여러 피부염 치료 시 기후요법, 스파요법과 함께 소금을 넣은 물로 목욕을 하면 피부치료에 도움이 된다는 연구(Gambichler 등, 2001)와 천일염의 마그네슘과 무기질은 고지방식이 유발 비만에서 지질대사와 간효소 활성을 개선해 비만조절 작용을 하는 것으로 나타났다(Park 등, 2020).

4) 모래

6주 동안 만성뇌졸중 환자 28명을 두 그룹으로 나누고 모래 위 걷기 훈련과 일반 지상 훈련을 각각 하도록 하여 환자의 보행 능력이 개선되었는지 평가한 결과, 균형능력을 평가하는 TUG 테스트에서는 두 그룹 모두 수행 시간이 개선되었지만, 보행 지구력을 평가하는 6분 걷기 테스트에서는 모래걷기 그룹의 수행 거리가 많이 증가하여 평평한 지면보다 모래 위에서의 보행훈련이 운동 효과가 크다는 것을 알 수 있었다. 특히 모래 보행훈련은 무릎의 가동범위와 하지 근육의 사용을 증가시키고 신경

근을 활성화하면서 보다 다양한 근육을 사용하게끔 하여 만성 뇌졸중 환자의 보행 지구력을 향상하기도 한다. 따라서 모래 보행 훈련 효과에는 종아리와 허벅지의 근력과 근지구력의 향상과 심폐질환 환자의 보행 지구력 개선이 있다(Kim & Hwang, 2017).

모래는 충격 흡수 능력이 있어 모래 위에서 보행, 점프 등 다양한 동작을 할 때 아스팔트와 농구장과 같은 딱딱한 표면에서 훈련하는 것보다 근육통과 부상이 발생할 확률이 낮다(Miyama & Nosaka, 2004). 즉, 모래 위에서의 훈련은 부상을 예방하고 근피로를 감소시키고 운동능력을 향상해 뇌졸중 환자뿐 아니라 운동선수, 일반인에게 까지 효과적인 치료법이 될 수 있다고 보여진다.

모래 요법에는 뜨거운 모래를 활용한 모래찜질(psammotherapy)도 있으며 모래찜질은 류마티스 관절염과 만성폐쇄성폐질환이라는 두 만성질환 치료에 효과적으로 활용된다. 먼저 류마티스 관절염 환자에게 뜨거운 모래로 찜질한 뒤 올리브 오일로 마사지를 하였더니 통증과 장애 개선 측면에서 유익한 효과가 나타났다(Allam 등, 2018). 또 다른 실험에서는 모래찜질은 만성폐쇄성폐질환 환자의 폐 기능을 개선하며 호흡 기능 장애, 염증 및 약물 복용을 줄이는 중요한 역할을 했다. 또한 모래찜질이 이 환자들의 기관지 염증을 줄이고 호흡 운동이 원활하게 이뤄질 수 있도록 하여 항염증과 기관지 확장 효과가 있다고 밝혀졌다(Ilmurat, 2010). 이처럼 모래찜질은 각종 질환의 증상과 통증을 개선하며 약물 소비량을 줄여 삶의 질을 높이는 중요한 역할을 하였다.

3. 해양환경

1) 해양기후

바다를 비롯해 해안가의 푸른 공간의 다채로운 자원을 치료에 활용하는 해양요법 중 해풍과 해양에어로졸 요법은 머드를 온몸에 도포하거나 소금을 섭취하는 요법들과 달리 바다 주변을 걸으며 또는 바닷가에 앉아 편안한 분위기 속에서 경험할 수 있다.

바다의 공기는 산소, 마그네슘 및 브롬화물이 풍부하여 심장과 폐로 풍부한 산소와 미네랄을 전달하여 심장과 폐 기능을 향상시킨다. 특히 우리 몸에 꼭 필요한 원

소인 브롬은 이스라엘의 사해에 풍부하고 이곳의 공기와 에어로졸의 성분을 조사한 결과, 브롬 수치가 높게 나타났으며, 사해에 거주하는 사람들의 브롬 수치가 다른 지역에 사는 사람들과 비교했을 때 훨씬 높았다(Shani 등, 1982).

이스라엘의 연구팀은 사해의 공기가 폐질환에 미치는 영향을 연구하였다. 산소 보충을 계속해야 하는 만성폐쇄성폐질환 환자를 선별해 1~3주간 사해에 거주하도록 하였다. 기압과 흡기 산소 수준이 높게 나타나는 사해의 이점을 활용한 결과, 환자들의 동맥 산소 장력, 운동능력, 수면 산소포화도가 크게 개선됐고 환자들의 삶의 질도 향상되었으며 이에 따라 향상된 운동능력은 이 지역을 떠난 후에도 2~3주 동안 유지되었다(Kramer & Godfrey, 1996). 결론적으로 사해의 낮은 고도와 대기의 풍부한 염화칼슘, 미네랄, 산소 등이 저산소혈증이 있는 폐질환 환자에게 도움이 될 수 있다고 말할 수 있다. 이어서 폐 일부에 점액이 형성되어 만성 폐 감염으로 이어지는 낭포성 섬유증 환자 73명에게 3~4주간의 사해 대기환경의 영향을 연구한 결과 질병이 호전된 것으로 나타났다(Falk 등, 2006).

사해를 대표로 설명하긴 했으나 바다 소금, 머드를 포함하여 바다의 대기에서 발견되는 높은 농도의 미네랄과 일반 지형의 공기보다 더 많은 산소 분자는 원활한 호흡 활동이 이뤄지게 하고 인체 건강을 위협하는 꽃가루 등 해로운 물질이 적고 알레르겐 함량이 매우 낮아 알레르기, 피부염, 천식 환자에게 도움이 될 수 있다(Moore, 2015). 또한 햇빛이 많이 드는 바다에서 목욕하는 것도 건선 환자에게 치료 효과가 나타난다(Abels & Kattan-Byron, 1985). 바다 주변에는 해로운 자외선이 적기 때문에 건선 환자들은 햇빛을 많이 쬐어도 악영향을 받지 않고 견딜 수 있다. 또 미네랄이 풍부한 바다에서 건선 환자들이 목욕하면 햇빛을 통한 치료효과도 나타나 시너지 효과가 나타난다. 바다에서 이뤄지는 건선 치료는 호전율이 높고, 재발해도 상대적으로 심각하지 않아 건선, 아토피, 습진 등 다른 피부질환에도 해양기후요법을 적용할 수 있다고 본다.

2) 해양경관

삼림지대, 공원 및 정원과 같은 자연적인 녹지 환경은

도시 환경에 비해 스트레스와 불안을 줄이고 기분을 좋게 하는 데 도움을 줄 수 있고(White 등, 2013), 해안 환경도 정신 및 신체 건강에 좋은 영향을 미치는 것으로 나타났다. 유럽 환경 및 인간 건강센터에서 따뜻한 햇볕을 쬐며 해안가에서 행하는 활동에 대한 효과를 분석한 결과, 푸른 바다를 바라보는 것은 시각적으로 사람들의 감정과 기분에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다(Wheeler 등, 2012). 이 분석에 따르면 바다 근처에 살면 부정적인 감정과 불만, 스트레스를 줄일 수 있는 장점이 있으며, 이어 치료환경으로 해양공간 연구에 참여한 사람들에게 바다를 바라볼 때 어떤 느낌이 드는지 물었더니, 바다에서는 고요함을 느낀다고 답하며 정화 특성을 언급했다. 또한, 아일랜드의 경제사회 연구소는 50세 이상의 노인들을 대상으로 푸른 공간의 효능을 조사하였더니 노인들이 바다에 많이 노출될수록 우울증에 걸릴 확률이 낮아졌으며 푸른 바다는 눈 건강에도 유익하다고 밝혔다(Dempsey 등, 2018). 눈 건강에도 유익한 해양경관에 더해 귀로 들려오는 파도소리를 통해서도 도시에서 느낄 수 없는 여유를 느낄 수 있으며 맑은 공기를 마시며 편안한 상태가 되도록 한다. 푸른색을 띠는 탁 트인 바다는 질병을 예방할 뿐만 아니라 심리적 건강을 회복시켜 삶의 만족도를 높이고 만성질환 환자의 재활, 회복 또는 건강을 관리하는 데 도움이 된다.

3) 태양광

햇빛에 충분히 노출되면 우리 몸속 면역시스템이 활성화된다. 외부에서의 바이러스, 세균에 의한 우리 몸의 방어시스템인 면역력이 떨어지면 질병에 노출될 확률이 높아지기 때문에 면역력을 높이고 유지하는 것은 매우 중요하다. 특히 외부활동은 적고 컴퓨터 앞에 앉아 있는 시간이 많은 현대인에게는 더욱 중요하다. 골고루 음식을 섭취하고 제대로 운동해 면역력을 높이는 방법도 있지만, 실내에서 벗어나 피부를 햇빛에 많이 노출하는 방법도 있다. 조지타운대 연구팀은 햇빛이 인간 면역에서 중심적인 역할을 하는 T세포에 에너지를 공급한다는 것을 발견했다. 이들은 특히 태양 광선에서 발견되는 청색광이 T세포의 활성을 높인다는 사실을 밝혔으며 피부 속 T세포는 혈액 속 T세포보다 양이 약 2배 많아서 면역기능 강화에 더 크게 작용한다고 하였다. 즉 햇빛은 인체의 면

역을 높이는 데 중요한 역할을 한다고 본다(Phan 등, 2016).

또한 햇빛 자체가 골밀도를 유지하고 알츠하이머병 환자의 골절 발생률을 감소시킬 수 있다고 밝혀졌다. 일본 연구팀은 햇빛 노출에 의한 골다공증 및 비타민D 저하증의 개선을 연구했다. 알츠하이머병 환자들은 오랜 시간 입원으로 일상생활 활동과 동시에 햇빛을 쬐는 시간이 줄어들어 비타민D가 결핍되어있으며 이는 알츠하이머병 노인 여성 환자의 골밀도(BMD)를 감소시켰다. 이를 개선하고자 정기적으로 일광욕하는 알츠하이머병 환자와 그렇지 않은 알츠하이머병 환자를 각각 나누고 1년 뒤, 골밀도를 평가하였다. 그 결과, 일광욕은 비타민D를 2배 가까이 증가시켰고 골절 횟수도 줄어들게 한다는 사실이 밝혀졌다(Sato 등, 2005).

일광욕이 아토피 피부염, 건선 등 피부질환을 개선한다고 발표한 연구에 따르면 건선 환자 22명과 아토피 피부염 환자 13명을 선정하여 2주간 일광욕을 시켰고, 2주 후에는 환자들은 삶의 질이 상승했다고 답했으며 아토피 피부염의 중증도를 객관적으로 평가할 수 있는 SCORAD 지수와 건선 중증도 지수인 PASI점수가 높아졌다는 연구결과가 나왔다(Karppinen 등, 2015).

충분한 햇빛을 쬐는 것이 우울증에 걸릴 위험을 상당히 줄일 수 있다는 연구 결과가 나왔다. 미국 오리건 주립대학교 심리학 연구팀은 임상적으로 비타민D 수치가 낮을수록 우울증에 걸릴 확률이 높아지기 때문에 햇빛을 쬐으로써 비타민D를 증가시키고 우울증 발생률을 낮춘다고 밝혔다(Kerr 등, 2015).

4. 해양생물

1) 해조류

바다에서 살아가는 해조류는 육지 식물에서 얻을 수 없는 미네랄을 함유하였으며 다양한 비타민, 무기질의 공급원이다. 또한 소량의 단백질과 해조류의 주성분인 식이섬유는 각종 질병을 예방 및 개선할 수 있다. 최근에는 직접 해조류를 섭취하는 방법 외 유용한 생리활성물질을 추출하여 화장품, 기능성식품, 음료를 개발하고 있다.

먼저 우리에게 매우 친숙한 김, 미역, 다시마, 툇, 파래와 같은 해조류는 대형조류이며 색소에 따라 홍조류인 김, 갈조류인 미역, 다시마, 툇 그리고 녹조류인 파래가 있다. 이외에도 미세조류인 스피룰리나, 클로렐라 등이 있다.

가장 다양한 종류의 홍조류 중에서 김은 주로 식용으로 사용되며, 우뭇가사리는 한천의 원료로 이용된다. 특히 김에 존재하는 포피란은 식이섬유와 유사한 역할을 하며, 쥐에 고지방식이와 함께 포피란을 섭취시켰더니 혈중 총콜레스테롤이 감소하였다(Lee 등, 2010). 즉 김은 협심증 등 심장질환 발병 위험을 낮춘다. 김은 또한 소화작용을 원활하게 하고(Southgate, 1982) 혈당과 혈중 콜레스테롤을 낮춰 심장질환에 걸리지 않게끔 한다(Jenkins 등, 2000).

녹조류에는 식용으로 이용되는 청각과 파래가 있으며 파래는 무기질이 풍부하고 폴리페놀 성분이 가장 많이 들어있다. 폴리페놀은 체내 활성산소를 없애는 항산화 효과가 있으며 활성산소에 노출되어 산화된 세포와 DNA를 보호한다(Haung & Wang, 2004). 또한 폴리페놀은 혈액순환을 원활하게 해 심혈관질환을 예방하고 동맥경화, 뇌경색, 심근경색 등 각종 심혈관질환에 좋다.

갈조류의 미역과 다시마가 식용으로 사용되고 대황과 감태는 알긴산, 요오드 및 칼슘의 공급원으로 사용된다. 갈조류에 있는 알긴산의 효능에 관한 연구에 따르면 콜레스테롤 수치가 높은 식단을 섭취하는 쥐에게 알긴산 올리고당을 섭취하게 했더니, 체중이 감량하여 비만을 예방하고 혈액 및 간 지질 수치를 개선하여 지질대사와 관련된 만성질환도 예방할 수 있다(Back 등, 2014). 또한, 갈조류의 끈적한 부위에 있는 후코이단은 혈액이 굳어지는 응고 작용을 억제하는 헤파린과 유사한 물질로서 혈류 개선 능력이 우수한 것으로 보고되었다(Pereira 등, 1999). 그리고 다시마에서 처음 발견된 라미닌은 면역증강, 항암 효과 및 항균 활성에 관여한다(Zvyagintseva 등, 2000). 이외에도 해조류가 치매 예방, 집중력 및 기억력 향상, 수면의 질을 향상시킨다는 여러 연구결과가 있으며, 피부미용에도 효과가 있는 것으로 알려져 있다(Lim, 2014; Son 등, 2016).

2) 해양동물

바다에 사는 동물을 말하며, 바다 환경은 다양한 해양 동물들이 살기에 적합한 조건을 갖추고 있다. 풍부한 미네랄이 존재하는 바다에서는 육지에서 영양염류가 유입돼 해양동물이 섭취할 수 있으며, 바다의 깊이에 따라 차이가 있다.

수심이 얇은 바다는 수면 밖에서 햇빛이 들어오기 때문에 영양가 높은 미네랄과 다량의 산소가 존재하지만, 깊은 바다는 육지의 영향을 받지 않아 영양염류가 적다. 따라서 바다의 깊이에 따라 서로 다른 환경이 조성되기에 생활하는 해양동물의 종류가 다르고, 얇은 바다에서는 위와 같은 환경이 조성되어 연체동물, 불가사리류, 말미잘류, 환형동물, 갑각류 등 다양한 해양동물이 사는 반면, 외양의 깊은 바다에는 주로 동물플랑크톤이 서식하며 해양동물의 종류도 적다. 수심 200 m 이상인 심층 바다에는 대왕오징어와 심해어류가 서식하고 있다.

우리나라에서 높은 소비량을 보이는 고등어, 굴비, 갈치에 해당하는 해양동물 중 척추동물인 해양 어류는 맛도 좋지만, 영양가가 높아 비만, 당뇨병, 고혈압 및 기타 만성질환을 예방할 수 있다. 구체적으로 어류는 질 좋은 단백질, 균형 잡힌 필수 아미노산, 지방산, 다양한 비타민을 많이 함유하고 있어 건강에 이롭다. 특히 바다 표층에서 서식하는 운동량이 많은 어류는 불포화 지방산이 풍부하여 혈중 콜레스테롤을 저하해 고혈압과 동맥경화증 등 심혈관질환 예방에 도움을 준다(Torris 등, 2018).

또한 해양무척추동물에 해당하는 해삼의 효능 연구에 따르면 해삼은 지방과 콜레스테롤이 매우 낮고 단백질, 비타민, 미네랄 그리고 생리활성 화합물인 콜라겐, 세레브로사이드, 펩톤 및 뮤코다당류 등을 많이 함유하고 있다. 특히 식용 부위인 해삼의 겉면은 펩타이드, 콜라겐, 젤라틴, 다당류, 사포닌으로 구성되어 있으며, 대부분의 활성 성분을 포함하고 있어 항암, 항고혈압, 항혈관신생, 항염, 항당뇨 등 다양한 생물학적 활성을 가지고 있다(Oh 등, 2017).

저서생태계에서 살아가는 불가사리는 가시가 있는 피부부를 가진 극피동물로서 항염, 항바이러스, 면역세포 활성화, 진통효과, 혈구응집반응을 유도하고 종양세포의 성장을 억제한다(Dong 등, 2011). 생쥐의 면역세포를 활

성화하는 국내의 별불가사리의 추출물 효과를 분석한 결과, 추출물의 성분이 B세포와 대식세포를 활성화하며 장세포의 증식반응과 우리 몸의 면역과 염증 반응을 조절하는 사이토카인과 바이러스, 박테리아 등 외부의 침입자들에 대응하는 인터페론, 면역글로블린의 생산을 유도했다고 밝혀졌다. 즉 별불가사리는 우리 몸의 면역조절에 중요한 역할을 할 수 있다(Chae 등, 2007).

약물개발을 목적으로 해양생물의 2차 대사산물을 조사하는 연구인 해양천연물 연구에는 해양무척추동물인 해면에 대한 연구가 큰 비중을 차지하고 있다. 해면이 연구되는 이유는 이 동물로부터 분리된 물질들이 다양한 의약품을 만들 수 있기 때문이다. 지금까지 해면동물로부터 몇천 종의 새로운 물질을 분리해 냈으며 각 해면의 생리활성물질은 약간의 차이가 있지만, 일반적으로 해면은 세포독성을 나타내어 종양세포의 사멸을 유발하는 항암효과가 우수하다(Lee 등, 2021). 해면에서 분리된 생리활성물질 중에는 항암제로 쓰이고 있는 할리콘드린 B(halichondrin B)가 대표적이다. 할리콘드린B는 일본의 검정해면해면에서 분리됐으며 할리콘드린은 암세포 내 구조물인 튜불린의 중합을 방해하여 암세포의 증식을 억제한다. 하지만 치료제 개발을 위해 많은 양의 해면이 필요하고 과정이 복잡하다는 한계점이 있어 할리콘드린B의 구조에서 약리적 효과를 나타내는 중요한 부위의 구조만을 변형하여 E7389라는 물질을 개발하였다(Bibi 등, 2017). 이 물질은 유방암, 폐암, 전립샘암 등에 뛰어난 항암 활성을 가졌으며 임상연구를 통해 항암제의 효과와 안전성을 증명하였다. 그리고 현재 많은 연구자들은 흔히 섭취할 수 있는 어패류 외에도 바다의 많은 해양 동물들이 인간의 건강을 위해 사용될 수 있는 더 쉽고 간단한 방법으로 신약을 개발하려고 노력하고 있다.

3) 해양미생물

아주 작고 다양한 미생물이 우리 눈에는 보이지 않고 현미경으로 구별할 수 있는 바다에 살고 있다. 이러한 작은 해양 미생물이 지속적으로 연구되고 있는 이유는 이 들로부터 추출할 수 있는 물질들이 항암, 항바이러스, 항균 등 다양한 생리적 활성을 보이고 있으며, 다양한 형태의 의약품으로 개발될 수 있기 때문이다.

해양에서 분리된 방선균으로부터 항생제를 개발할 수 있다. 방선균은 세균과 균류의 중간 단계에 해당하는 미생물이며, 해양 방선균은 바다에 존재하는 방선균을 말한다. 그동안 육지에서는 방선균을 함유한 항생제가 개발됐지만 최근에는 심해에서 나온 머드를 채취해 해양 방선균을 분리해 연구에 착수하고 있다. 그중 살리노스 포라 트로피카(*Salinispora tropica*)라는 해양방선균에서 살리노스 포라미드A(*salinosporamide A*)라는 강력한 프로테아좀 억제제를 분리했다(Gulder & Moore, 2010). 세포 내 단백질을 분해하는 효소인 프로테아좀은 수명이 다한 단백질이나 우리 몸에 세포가 축적되면 몸에 악영향을 미치는 단백질을 정화한다. 반면 제 역할을 하지 못하는 프로테아좀 억제제는 수명이 다한 단백질을 분해하지 않기 때문에 이런 특성을 암세포에 적용하면 암세포가 자랄 수 없는 항암효과가 발생한다. 현재 살리노스 포라미드A는 항암제로 미국 식품의약품안전청(FDA)에서 허가받았고 다발성 골수종 치료제로 사용되고 있다.

페니실린이 발견된 이후 다양한 항생제가 개발되었으며 이를 통해 많은 질병이 성공적으로 치료되었지만, 과도한 사용으로 항생제가 더 이상 듣지 않는 균을 보고 항생제내성균(*methicillin-resistant Staphylococcus aureus*; MRSA)라고 부른다. 항생제 내성균은 매년 증가하고 있으며, 국내에서도 항생제 내성균에 감염된 환자가 증가하고 있다. 그래서 많은 연구자들은 항생제 내성균을 죽일 수 있는 항생제를 개발하고자 노력하고 있다. 국내 한 대학의 연구팀은 항MRSA활성이 있는 해양미생물을 분리하고 항MRSA 물질을 정제하여 이 물질의 활성과 시너지 효과를 밝혀냈다(Jeong, 2018). 이 물질과 같은 속인 슈도모나스(*Pseudomonas*)는 약 800여 종의 생리활성 물질을 생산하는 것으로 보고되었다(Bérdy, 2005). 또한 반코마이신(*vancomycin*)과 함께 처리했을 때 항MRSA 활성이 증가하는 시너지 효과가 나타났다. 또 우리나라 연안에는 지금까지 파악되지 않은 해양미생물이 무한히 존재할 것으로 예상된다.

4) 수산부산물

수산부산물은 지금까지 사전적 정의를 내릴 수 없으나 수산물의 생산, 가공, 유통, 소비의 과정에서 사용하기

어려워 버려지는 굴껍질, 어류 또는 갑각류의 비늘, 머리, 지느러미, 뼈, 껍질, 내장 등을 말한다.

1인당 연간 수산물 소비량이 많은 우리나라에서는 수산부산물도 많이 발생한다. 문제는 수산부산물도 칼슘, 단백질 등 각종 영양소가 풍부하지만 사용하지 않고 버려지는 데다 처리 과정이 비위생적이고 비용이 많이 든다는 점이다. 즉, 이용가치가 높은 수산부산물과 추출물의 잠재적 기능을 조사하기 위한 연구가 지속적으로 이루어져 버려지는 수산부산물을 최소화해야 한다.

대표적인 수산부산물인 전복껍질은 95% 이상이 탄산칼슘으로 구성되며 잘 깨지지 않고 철, 마그네슘, 유산염, 규산염, 인산염, 미량의 요오드를 함유하고 있어 영양가가 매우 높다. 항암 효과가 뛰어나 주목받고 있는 굴껍질도 칼슘을 많이 함유하고 있다. 한 연구에서는 쥐를 두 그룹으로 나누어 일반 식단과 굴껍질 분말을 함유한 식단을 먹이고 쥐의 혀 조직의 증식증, 형성이상 및 유두병변 등을 분석하였다(Chen 등, 2016). 그 결과 굴껍질의 칼슘이 함유된 식단을 섭취한 쥐는 일반 식단을 섭취한 쥐에 비해 혀종양 및 증식률이 눈에 띄게 감소했으며, 구강상피세포의 분화가 개선됐다. 이 결과는 굴껍질 속 칼슘이 구강 편평상피세포암 형성 및 증식을 억제하고 구강상피세포의 분화를 촉진하는 데 중요한 역할을 한다는 것을 시사한다. 또한 대게, 새우와 같은 갑각류 껍질에는 풍부한 키토산 성분이 들어있다. 이 키토산은 갑각류에 있는 키틴을 인체에 잘 흡수되도록 만들어졌으며 체내 노폐세포를 활성화하여 노화를 늦추고 면역력을 강화한다. 이런 특성을 가진 키토산은 우리 몸에 유익하여 각종 질환을 치료하고 예방하는 데 활용되고 있다. 새우껍질에서 추출한 키틴과 키토산은 항균 및 항산화 활성을 나타내고(Hafsa 등, 2016), 항암효과는 물론이고 암 예방 및 치료를 위한 선천성 면역 반응을 조절할 수 있다는 가능성을 보여줬다. 최근 연구에서는 키토산이 쥐 흑색종 모델에서 B16F10 종양세포에 대해 자연살해세포(NK 세포)를 활성화해 자연살해세포의 항종양 활성을 향상시킬 수 있다고 보여줬다(Li 등, 2018). 이외에도 여러 수산부산물들이 인체 건강에 이로운 역할을 하기 때문에 해양치유자원으로 활용될 수 있다.

5. 가상현실(VR)

가상현실(VR)을 해양치유에 활용한다면 도시에서 멀리 떨어진 바다를 찾지 않고도 마치 바다에 있는 듯한 느낌을 받을 수 있다. 게다가, 거동이 불편한 사람들도 쉽게 바다에 있는 듯한 경험을 할 수 있다.

최근 연구에 따르면, TV화면 속 끝없이 펼쳐진 자연경관 영상은 눈의 피로를 해소하고 마음의 안정을 가져다 줄 수 있다고 한다(Choi, 2014). 3D 영상인 VR은 2D 영상보다 생동감이 있어 더 큰 효과가 있을 것으로 기대된다. 실제 VR의 효능을 조사한 연구에서 70명의 피험자를 일주일 동안 치과에서 VR을 보며 치료받게 한 결과, VR을 보지 않은 그룹에 비해 실험자가 느끼는 통증이 감소할 뿐만 아니라 불안감도 줄고 긍정적인 이미지를 떠올리는 효과도 있었다. 또한 수중 치료 욕조에서 화상치료를 받는 환자를 대상으로 치료 시 VR기술이 통증에 어떤 영향을 미치는지 실험한 결과, 물과 관련된 VR이 환자의 감각적·정서적 통증 수준을 낮추고 상처치료 중 통증에 대해 생각하는 시간을 단축시켰다. 즉, 물과 관련된 VR은 효과적인 화상치료를 위해 사용될 수 있다(Hoffman 등, 2004).

또한 바다를 포함한 해양 관련 영상을 VR에 담으면 불안과 스트레스를 줄일 수 있으며, 해양치유 참가자들에게 VR 영상을 시청하게 하고 풍부한 미네랄이 함유된 소금, 해수 등 해양치유자원에 대한 정보를 자막으로 안내하면 이해가 더 쉬워질 것으로 예상된다. VR 영상을 보면서 해수찜질, 머드팩, 모래 목욕 등 다양한 해양치유 프로그램에 참여하면 시너지효과가 발생할 것을 기대할 수 있다.

IV. 결 론

우리나라는 삼면이 바다로 둘러싸여 있으며 동·서·남해·제주 바다는 그 해역마다 전혀 다른 환경과 수심이 다른 환경을 보유하고 있다. 동해는 평균수심이 1,500 미터가 넘는 깊은 바다이면서 대양의 축소판이라 불리는 만큼 큰 바다를 이루고 있다. 해양심층수라는 대단한 해수

자원을 품고 있으며, 북쪽으로부터 차가운 물과 남쪽의 더운물이 교차하는 관계로 많은 물고기 종류가 교차하는 바다이다. 반면 서해는 수심 50 미터 전후의 얕은 바다로서 우리나라와 중국의 여러 강으로부터 유입되는 퇴적물과 각종 유기물로부터 형성된 매우 질 좋은 갯벌을 만들고 있다. 남해는 리아스식 해변과 크고 작은 섬들로 이루어진 해안선이 특징이며, 많은 해양생물과 해조류의 서식처 또는 산란장이 되고 있다. 또한 제주도 주변 해역은 대마 난류가 흐르는 길목에 위치하여 서식하는 생물종수가 매우 많다. 우리나라 해양생물 전체 종의 약 60%가 제주해역에 서식한다. 이처럼 다양한 바다 환경을 지닌 우리나라 해역은 단위 면적당 생물다양성 지수가 세계에서 가장 높다. 이러한 이유로 우리나라는 다른 해양치유산업 선진국에 비해 훨씬 더 다양한 해양치유자원을 보유한 나라이다. 동·서·남해·제주 바다의 질 좋은 해양자원을 잘 활용하여, 세계적인 해양치유 소재를 발굴한다면 앞으로 우리나라에서 해양치유산업이 크게 번영할 것이며, 세계를 향해 수출 효자 해양치유 상품 또는 치유 서비스 상품도 나올 것이라 기대된다.

자료를 조사하는 동안 많은 해양치유자원을 활용한 의·과학적 효능 연구들이 유럽과 일본에서 주로 많이 이뤄졌다는 점을 알게 됐다. 현재 위 국가 전역에는 국가가 운영하는 해양치유센터 뿐만 아니라 사설 해양치유센터도 많이 운영되고 있다. 지역 곳곳에서 발견한 해양치유자원을 활용하여 활발하게 운영되고 있는 이유는 실제로 국민들의 건강이 증진되었고 스스로도 만족하며 더 질 좋은 서비스를 원하기 때문이라고 생각한다.

우리 정부에서도 2017년부터 해양치유사업을 본격적으로 시작하였으며, 현재 전남 완도, 충남 태안, 경북 울진, 경남 고성에서 해양치유자원을 활용한 해양치유센터 건립사업이 추진되고 있으므로 많은 사람이 관심을 가져 다양한 해양치유 프로그램을 경험해보고 전 국민이 해양치유의 효과를 알아가도록 하는 것이 좋을 것으로 생각된다. 이를 위해서는 유럽과 일본에 해양치유센터가 설립된 지역의 각종 해양치유 서비스를 모범사례로 삼아 개발해야 한다. 우선 배워야 할 것은 해양치유 프로그램을 통해서 각종 질환이 있는 환자들이 수술 후 빠른 회복을 할 수 있게끔 적용한다는 점과 환자들이 합병증에 걸리지 않게끔 예방한다는 점이다. 의료보험이 잘 되어있

는 우리나라에서 해양치유 의료서비스를 연계해나간다면 아파서 병원에 찾아갈 횟수를 줄일 수 있을 것이다.

해양치유는 지금까지 바다를 해운항만, 수산업 정도로만 여기던 우리에게 해양치유자원이라는 바다의 선물을 통해 사람들에게 힐링과 치유를 제공함과 동시에 국민건강과 복지실현에 기여할 수 있는 새로운 산업 분야로 연결해 주고 있다. 또한, 지친 국민들에게 몸과 마음에 휴식과 회복의 힘을 길러주고, 일반체험자는 물론 환자와 그 가족까지도 여행과 레저를 동반한 해양치유 프로그램 참여를 통해 힐링할 수 있게 해준다. 해양치유자원의 효능을 통해 만성질환에 시달리는 모든 국민들이 건강을 되찾고 삶의 질이 향상되기를 기대한다.

참고문헌

- Abels DJ, Kattan-Byron J(1985). Psoriasis treatment at the Dead Sea: a natural selective ultraviolet phototherapy. *J Am Acad Dermatol*, 12(4), 639-643. [https://doi.org/10.1016/S0190-9622\(85\)70087-4](https://doi.org/10.1016/S0190-9622(85)70087-4).
- Abu-al-Basal MA(2012). Histological evaluation of the healing properties of Dead Sea black mud on full-thickness excision cutaneous wounds in BALB/c mice. *Pak J Biol Sci*, 15(7), 306-315. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2012.306.315>.
- Allam NM, Koura GMr, Alrawaili SM, et al(2018). The effect of Siwan therapy in management of patients with rheumatoid arthritis: a single blind randomized controlled trial. *Biomed Res (India)*, 29(7), 1400-1406. <https://doi.org/10.4066/biomedicalresearch.29-17-2906>.
- Back SY, Kim HK, Jung SK, et al(2014). Effects of alginate oligosaccharide on lipid metabolism in mice fed a high cholesterol diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 43(4), 491-497. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2014.43.4.491>.
- Baek SH, Ahn JW, Lee HR, et al(2015). Anti-hypertensive effect of a solar salt diet in elderly hypertensive patients: A preliminary randomized, double-blind clinical trial. *Korean J Health Promot*, 15(3), 98-106. <https://doi.org/10.15384/kjhp.2015.15.3.98>.
- Bak JP, Kim YM, Son JH, et al(2012). Application of concentrated deep sea water inhibits the development of atopic dermatitis-like skin lesions in NC/Nga mice. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 12(1), 1-10. <https://doi.org/10.1186/1472-6882-12-108>.
- Bérdy J(2005). Bioactive microbial metabolites. *J Antibiot (Tokyo)*, 58(1), 1-26. <https://doi.org/10.1038/ja.2005.1>.
- Bibi F, Faheem M, Azhar EI, et al(2017). Bacteria from marine sponges: a source of new drugs. *Curr Drug Metab*, 18(1), 11-15. <https://doi.org/10.2174/1389200217666161013090610>.
- Chae SY, Kim MJ, Kim DS, et al(2007). Effect of asterina pectinifera extracts on the activation of immune cells. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 36(3), 269-275. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2007.36.3.269>.
- Chen Y, Jiang Y, Liao L, et al(2016). Inhibition of 4NQO-induced oral carcinogenesis by dietary oyster shell calcium. *Integr Cancer Ther*, 15(1), 96-101. <https://doi.org/10.1177/1534735415596572>.
- Choi YJ(2014). Effects of nature scenery in TV screen on the viewers' stress buffering. *Soc Sci Res Inst*, 30(4), 523-547.
- Costantino M, Lampa E(2005). Psoriasis and mud bath therapy: clinical-experimental study. *Clin Ter*, 156(4), 145-149.
- Costello MJ, M Coll, R Danovaro, et al(2010). A census of marine biodiversity knowledge, resources, and future challenges. *plos one*, 5(8), Printed Online. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0012110>.
- Dempsey S, Devine MT, Gillespie T, et al(2018). Coastal blue space and depression in older adults. *Health Place*, 54, 110-117. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2018.09.002>.
- Dong G, Xu T, Yang B, et al(2011). Chemical constituents and bioactivities of starfish. *Chem Biodivers*, 8(5), 740-791. <https://doi.org/10.1002/cbdv.200900344>.
- Falk B, Nini A, Zigel L, et al(2006). Effect of low altitude at the Dead Sea on exercise capacity and cardiopulmonary response to exercise in cystic fibrosis

- patients with moderate to severe lung disease. *Pediatr Pulmonol*, 41(3), 234-241. <https://doi.org/10.1002/ppul.20342>.
- Fu ZY, Yang FL, Hsu HW, et al(2012). Drinking deep seawater decreases serum total and low-density lipoprotein-cholesterol in hypercholesterolemic subjects. *J Med Food*, 15(6), 535-541. <https://doi.org/10.1089/jmf.2011.2007>.
- Gambichler T, Rapp S, Senger E, et al(2001). Balneophototherapy of psoriasis: highly concentrated salt water versus tap water--a randomized, one-blind, right/left comparative study. *Photodermatol Photoimmunol Photomed*, 17(1), 22-25. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0781.2001.017001022.x>.
- Gulder TAM, Moore BS(2010). Salinosporamide natural products: Potent 20 S proteasome inhibitors as promising cancer chemotherapeutics. *Angew Chem Int Ed Engl*, 49(49), 9346-9367. <https://doi.org/10.1002/anie.201000728>.
- Hafsa J, Smach MA, Charfeddine B, et al(2016). Antioxidant and antimicrobial proprieties of chitin and chitosan extracted from *Parapenaeus Longirostris* shrimp shell waste. *Ann Pharm Fr*, 74(1), 27-33. <https://doi.org/10.1016/j.pharma.2015.07.005>.
- Huang HL, Wang BG(2004). Antioxidant capacity and lipophilic content of seaweeds collected from the Qungdao coastline. *J Agric Food Chem*, 52(16), 4993-4997. <https://doi.org/10.1021/jf049575w>.
- Hoffman HG, Patterson DR, Magula J, et al(2004). Water-friendly virtual reality pain control during wound care. *J Clin Psychol*, 60(2), 189-195. <https://doi.org/10.1002/jclp.10244>.
- Hou CW, Tsai YS, Jean WH, et al(2013). Deep ocean mineral water accelerates recovery from physical fatigue. *J Int Soc Sports Nutr*, 10(1), Printed Online. <https://doi.org/10.1186/1550-2783-10-7>.
- Hwang HS, Kim HA, Lee SH, et al(2009). Anti-obesity and antidiabetic effects of deep sea water on ob/ob mice. *Mar Biotechnol*, 11(4), 531-539. <https://doi.org/10.1007/s10126-008-9171-0>.
- Ilmurat N(2010). Effect of psammotherapy on cardiovascular system of patients with chronic obstructive pulmonary disease in stage of rehabilitation. *Med Health Sci J*, 1(1), Printed Online. <https://doi.org/10.15208/mhsj.2010.2>.
- Jenkins DJ, Kendall CW, Axelsen M, et al(2000). Viscous and nonviscous fibres, nonabsorbable and low glycaemic index carbohydrates, blood lipids and coronary heart disease. *Curr Opin Lipidol*, 11(1), 49-56. <https://doi.org/10.1097/00041433-200002000-00008>.
- Jeong SY(2018). Purification of compound produced by a marine bacterium, streptomyces sp. and antibacterial activity. *J Nat Sci Res*, 16(1), 11-18.
- Jiang M, Chen J, Ding Y, et al(2021). Efficacy and safety of sea salt-derived physiological saline nasal spray as add-on therapy in patients with acute upper respiratory infection: a multicenter retrospective cohort study. *Med Sci Monit*, 27, Printed Online. <https://doi.org/10.12659/msm.929714>.
- Karppinen TT, Ylianttila L, Kautiainen H, et al(2015). Empowering heliotherapy improves clinical outcome and quality of life of psoriasis and atopic dermatitis patients. *Acta Derm Venereol*, 95(5), 579-582. <https://doi.org/10.2340/00015555-2028>.
- Katsuda SI, Yasukawa T, Nakagawa K, et al(2008). Deep-sea water improves cardiovascular hemodynamics in Kurosawa and Kusanagi-Hypercholesterolemic (KHC) rabbits. *Biol Pharm Bull*, 31(1), 38-44. <https://doi.org/10.1248/bpb.31.38>.
- Kerr DC, Zava DT, Piper WT, et al(2015). Associations between vitamin D levels and depressive symptoms in healthy young adult women. *Psychiatry Res*, 227(1), 46-51. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2015.02.016>.
- Kim CG, Kang M, Lee YH, et al(2015). Bathing effects of various seawaters on allergic (Atopic) dermatitis-like skin lesions induced by 2,4-dinitrochlorobenzene in hairless mice. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2015, Printed Online. <https://doi.org/10.1155/2015/179185>.

- Kim CG, Lee DG, Oh J, et al(2020a). Effects of balneotherapy in Jeju magma-seawater on knee osteoarthritis model. *Sci Rep*, 10, Printed Online. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-62867-2>.
- Kim CG, Lee JE, Jeong DG, et al(2017). Bathing effects of east saline groundwater concentrates on allergic (atopic) dermatitis-like skin lesions induced by 2,4-dinitrochlorobenzene in hairless mice. *Exp Ther Med*, 13(6), 3448-3466. Printed Online. <https://doi.org/10.3892/etm.2017.4397>.
- Kim M, Lee KH, Han SH, et al(2020b). Effect of peat intervention on pain and gait in patients with knee osteoarthritis: a prospective, double-blind, randomized, controlled study. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2020, Printed Online. <https://doi.org/10.1155/2020/8093526>.
- Kim TH, Hwang BH(2017). Effects of gait training on sand on improving the walking ability of patients with chronic stroke: a randomized controlled trial. *J Phys Ther Sci*, 29(12), 2172-2175. <https://doi.org/10.1589/jpts.29.2172>.
- Korea Institute of Ocean Science & Technology(2014). Service business for fostering the marine health care industry in the east coast. Korea Institute of Ocean Science & Technology.
- Korea Institute of Ocean Science & Technology(2016). Research on fostering the marine health care industry to attract state-supported marine health care complex development projects. Korea Institute of Ocean Science & Technology.
- Korea Institute of Ocean Science & Technology(2021). Planning and research for commercialization technology development project for marine healing industry. Korea Institute of Ocean Science & Technology.
- Korea Maritime Institute(2019). Introduction of marine recreation and welfare service through promoting coastal wellness industry. Korea Maritime Institute.
- Kramer MR, Godfrey S(1996). Dead Sea: Natural oxygen enrichment at low altitude. *Isr J Med Sci*, 32(Suppl), 20-23. Printed Online. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-121-9-199411010-00005>.
- Krzemiński TF, Nozyński JK, Grzyb J, et al(2005). Angiogenesis and cardioprotection after TNFalpha-inducer-Tolpa peat preparation treatment in rat's hearts after experimental myocardial infarction in vivo. *Vascul Pharmacol*, 43(3), 164-170. <https://doi.org/10.1016/j.vph.2005.06.003>.
- Lee JS, Lee MH, Koo JG(2010). Effects of porphyran and insoluble dietary fiber isolated from laver, *Porphyra yezoensis*, on lipid metabolism in rats fed high fat diet. *Korean J Food Nutr*, 23(4), 562-569.
- Lee YJ, Cho Y, Tran HNK(2021). Secondary metabolites from the marine sponges of the genus *Petrosia*: a literature review of 43 years of research. *Mar Drugs*, 19(3), Printed Online. <https://doi.org/10.3390/md19030122>.
- Li X, Dong W, Nalin AP, et al(2018). The natural product chitosan enhances the anti-tumor activity of natural killer cells by activating dendritic cells. *Oncoimmunology*, 7(6), Printed Online. <https://doi.org/10.1080/2162402X.2018.1431085>.
- Lim JK(2014). A review of the usability of fucoidan extracted from brown seaweed as a functional ingredient of cosmetics. *Kor J Aesthet Cosmetol*, 12(4), 447-452.
- Ministry of Oceans and Fisheries(2018). Development of deep sea water thalassotherapy program and evaluation of efficacy. Ministry of Oceans and Fisheries.
- Miyama M, Nosaka K(2004). Influence of surface on muscle damage and soreness induced by consecutive drop jumps. *J Strength Cond Res*, 18(2), 206-211. <https://doi.org/10.1519/R-13353.1>.
- Miyamura M, Yoshioka S, Hamada A, et al(2004). Difference between deep seawater and surface seawater in the preventive effect of atherosclerosis. *Biol Pharm Bull*, 27(11), 1784-1787. <https://doi.org/10.1248/bpb.27.1784>.
- Moore MN(2015). Do airborne biogenic chemicals interact with the PI3K/Akt/mTOR cell signalling pathway to benefit human health and wellbeing in rural and coastal

- environments?. *Environ Res*, 140, 65–75. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2015.03.015>.
- Odabasi E, Turan M, Erdem H, et al(2008). Does mud pack treatment have any chemical effect?. A randomized controlled clinical study. *J Altern Complement Med*, 14(5), 559–565. <https://doi.org/10.1089/acm.2008.0003>.
- Oh GW, Ko SC, Lee DH, et al (2017). Biological activities and biomedical potential of sea cucumber (*Stichopus japonicus*): a review. *Fish Aquat Sci*, 20(1), 1-17. <https://doi.org/10.1186/s41240-017-0071-y>.
- Park ES, Yu T, Yang K, et al(2020). Cube natural sea salt ameliorates obesity in high fat diet-induced obese mice and 3T3-L1 adipocytes. *Sci Rep*, 10(1), 1-16. Printed Online. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-60462-z>.
- Pereira MS, Mulloy B, Mourão PA(1999). Structure and anticoagulant activity of sulfated fucans: comparison between the regular, repetitive, and linear fucans from echinoderms with the more heterogeneous and branched polymers from brown algae. *J Biol Chem*, 274(12), 7656-7667. <https://doi.org/10.1074/jbc.274.12.7656>.
- Phan TX, Jaruga B, Pingle SC(2016). Intrinsic photosensitivity enhances motility of T lymphocytes. *Sci Rep*, 6, Printed Online. <https://doi.org/10.1038/srep39479>.
- Pougatsch DA, Rader A, Rogers LC(2017). The use of a sea salt-based spray for diabetic foot ulcers: a novel concept. *Wounds*, 29(2), E5-E9.
- Sato Y, Iwamoto J, Kanoko T, et al(2005). Amelioration of osteoporosis and hypovitaminosis D by sunlight exposure in hospitalized, elderly women with Alzheimer's disease: a randomized controlled trial. *J Bone Miner Res*, 20(8), 1327-1333. <https://doi.org/10.1359/jbmr.050402>.
- Shani J, Barak S, Ram M, et al(1982). Serum bromine levels in psoriasis. *Pharmacology*, 25(6), 297-307. <https://doi.org/10.1159/000137756>.
- Son HJ, Um MY, Kim I, et al(2016). In vitro screening for anti-dementia activities of seaweed extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 45(7), 966–972. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2016.45.7.966>.
- Song M, Lee J, Kim YJ, et al(2020). Jeju magma-seawater inhibits α -MSH-induced melanogenesis via CaMKK β -AMPK signaling pathways in B16F10 melanoma cells. *Mar Drugs*, 18(9), Printed Online. <https://doi.org/10.3390/md18090473>.
- Southgate DAT(1982). Definitions and terminology of dietary fiber. In dietary fiber in health and disease. Boston, Springer, pp.1-7.
- Tørris C, Småstuen MC, Molin M(2018). Nutrients in fish and possible associations with cardiovascular disease risk factors in metabolic syndrome. *Nutrients*, 10(7), Printed Online. <https://doi.org/10.3390/nu10070952>.
- Wheeler BW, White M, Stahl-Timmins W, et al(2012). Does living by the coast improve health and wellbeing?. *Health Place*, 18(5), 1198-1201. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2012.06.015>.
- White MP, Alcock I, Wheeler BW, et al(2013). Would you be happier living in a greener urban area? A fixed-effects analysis of panel data. *Psychol Sci*, 24(6), 920-928. <https://doi.org/10.1177/0956797612464659>.
- Wollina U(2009). Peat: a natural source for dermatocosmetics and dermatotherapeutics. *J Cutan Aesthet Surg*, 2(1), 17-20. <https://doi.org/10.4103/0974-2077.53094>.
- Woo M, Noh JS, Kim MJ, et al(2019). Magma seawater inhibits hepatic lipid accumulation through suppression of lipogenic enzymes regulated by SREBPs in thioacetamide-injected rats. *Mar Drugs*, 17(6), Printed Online. <https://doi.org/10.3390/md17060317>.
- Yoo JS, Choi JY, Lee BY, et al(2020). Therapeutic effects of saline groundwater solution baths on atopic dermatitis: a pilot study. *Evid Based Complement Alternat Med*, 10, Printed Online. <https://doi.org/10.1155/2020/8303716>.
- Zvyagintseva TN, Shevchenko NM, Nazarova IV, et al(2000). Inhibition of complement activation by water-soluble polysaccharides of some far-eastern brown seaweeds. *Comp Biochem Physiol C Toxicol Pharmacol*, 126(3), 209-215. [https://doi.org/10.1016/s0742-8413\(00\)00114-6](https://doi.org/10.1016/s0742-8413(00)00114-6).