

보건분야의 생명정보학

Bioinformatics in Public Health Science

김은진¹, 배세은^{1,2}, 손현석^{1,2,*}

¹서울대학교 보건대학원 바이오인포매틱스 연구실*

²서울대학교 대학원 협동과정 생물정보학전공*

초 록

과거 사회라는 개념 속에서의 관찰과 통계적 인과관계의 규명에 치중하여 이루어졌던 보건학 연구는 유전체 연구와 같은 증거 위주의 기초과학적 측면에서 이루어 지고 있는 것이 현재의 추세이다. 이러한 생물학적 데이터를 이용한 질병과 보건에 대한 연구가 활성화 됨에 따라 보건 분야에서도 컴퓨터를 이용하여 방대한 정보를 다룰 수 있는 생명정보학이 유용한 도구로서 인식되고 있다. 본고에서는 생명정보학이 보건학의 연구분야에서 어떻게 이용되는 가를 학술적인 의미에서 살펴보고 그 활용방안에 대해 논의해 보고자 한다.

생명정보학(bioinformatics)은 1980년 말부터 미국, 영국, 일본 등 선진국을 중심으로 유전체를 데이터베이스화하는 것으로부터 시작하여 점차 그 영역이 세분화 되어 발전하게 되었다. 우리나라에는 약 1990년 중반부터 점차 도입되었으며, 특히 생명공학과 정보통신 분야의 발달과 함께 관심 분야로 부각되었다. 국내외에서 발간 되고 있는 많은 생명공학 관련 보고서를 보면, 생명정보학은 21세기의 유망한 분야로 인식되고 있음을 알 수 있고 또한, 여러 분야에서 활용되고 있다고 보고되고 있다. 분자생물학(molecular biology)과 유전학(genetics)에만 국한되어 있다고 잘못 알려지기도 했던 생명정보학은 의학, 동/식물학, 해양생물학 등 보다 넓은 영역에서 응용되고 있는 것이 현재의 상황이다. 생명정보학은 개념을 다소 확장하면 분자생물학과 유전학뿐만 아니라 집단을 다루는 ‘생태학(ecology)’에서도 충분히 응용될 수 있다. 여기에서 군집(population)을 ‘인간’으로 한정시키면, 인간의 건강과 안녕을 다루는 보건학(public health)에 대한 개념이 도입되는 것이고 여기에 생명정보학을 이용한 접근이 가능해진다.

생명정보학 도약의 계기가 된 인간유전체사업(Human Genome Project)의 목적이 인류의 건강증진에 있다는 것을 상기해 보면 보건학에 생명정보학이 기여할 바가 많다는 것은 자명하다 할 수 있겠다. 의학이 개인의 건강을 일차 고려하는 학문이라면 보건학은 개인 뿐만 아니라, 가족, 지역사회, 국가, 더 나아가 인류의 건강 문제를 다루게 됨으로써 그 영향력은 가히 크다고 할 수 있다. 다른 분야와 마찬가지로 현재 보건 분야에서도 활발한 연구로 인해 방대한 데이터가

계속 축적되고 있다. 이러한 방대한 데이터를 다루기 위해서는 정보학(informatics)의 개념이 필수적이고, 그 중에서도 ‘데이터베이스(database)’ 구축은 선결되어야 할 과제라 할 수 있다. 이것은 데이터를 저장, 가공하는데 필수적이며 지속적인 업데이트를 통하여 반영구적으로 자료를 보관 하는 것이 보건학의 제반 분야에 있어서 절실하게 필요하기 때문이다. 최근에 보건 분야에서 질병의 원인이 될 것으로 추정되는 유전자를 가진 집단과 그렇지 않은 집단을 비교 및 분석하여 질병 유전자를 찾아내고, 연관관계를 밝히는 ‘유전체역학(Genetic Epidemiology)’이 새롭게 대두되고 있는데, 이 분야에서도 생명정보학의 데이터베이스가 적극적으로 활용된다 [4]. 또한, 데이터를 분석하는데 생명정보학의 하위 영역 예를 들어, 서열분석 및 정렬(sequence analysis/alignment), 상동성 검색(homology search), 계통수(phylogenetic tree) 등이 널리 쓰일 것으로 기대된다.

본고에서는 아직 신생학문에 가까운 생명정보학이 보건학에도 적극 활용될 수 있다는 점에 초점을 맞추어 이에 관계된 연구활동 및 학술적인 현황을 살펴보고자 한다. 이하에서는 국내외의 연구활동을 살펴보고, 학술적인 면에서는 국내에 있는 보건학 분야에서 생명정보학을 활용하여 어떤 연구가 이루어지고 있으며, 이러한 연구는 다른 학문과 어떤 차별성을 두고 있는가에 대해서 분석할 것이다. 이러한 분석의 결과는 궁극적으로 생명정보학이 보건학적으로 어떤 의미를 갖고 있는가에 대한 의문에 대한 답이 될 것이고 이러한 결과를 토대로 앞으로의 발전 방안을 제안해 보려고 한다.

교신저자 손현석 (Email:hss2003@snu.ac.kr)

This work was supported by BK21

국내외 연구 현황

인류 사회의 건강 증진을 위해 많은 보건학 분야 전문가들이 관련 연구에 매진하고 있으며, 이러한 연구의 도구로써 생명정보학은 필수적인 학문으로 자리잡아가고 있다. 현재 많은 연구기관에서 전염병, 유전병과 같은 수 많은 질병에 관한 연구가 진행되고 있으며 본고에서는 이러한 연구를 수행하고 있는 국내외 연구기관의 동향을 파악함으로써 질병 발병의 근본을 다루는 보건학과 생명정보학이 어떻게 접목되어 응용되고 있는지에 대해서 알아보려고 한다. 우선, 국외의 주요연구기관인 세계보건기구(World Health Organization, WHO)와 미국의 질병관리본부(Centers for Disease Control and Prevention, CDC)에 중점을 두어 살펴보고, 국내연구기관으로는 질병관리본부의 산하기관인 국가유전체센터(National Genome Research Institute, NGRl)의 연구활동을 중심으로 살펴보고자 한다. 또한, 국내에 있는 보건대학원을 대상으로 생명정보학과 관련된 학과를 살펴보고, 각 대학원의 커리큘럼을 통해서 생명정보학과 보건학의 접목이 어떻게 이용되고 응용될 수 있는가에 대해서 알아보려고 한다.

국외

세계보건기구(WHO)에서는 "Special Program for Research and Training in Tropical Disease"를 의미하며 열대성질병에 관한 연구 및 훈련을 위한 프로그램인 "TDR"을 개발하였다. 이 프로그램은 1975년부터 현재까지 계속 진행하고 있는 대규모 사업 중 하나이다. TDR을 살펴보면 프로그램이 개발되기 위해서 생명정보학이 얼마나 유용한 툴로써 활용되었는가를 알 수 있다. TDR을 이용한 연구의 일례로 WHO내에 있는 "genomic resourcecenter"의 선천성 기형에 관한 연구를 들 수 있다. "Birth defected disease"의 일종인 선천성 기형은 단순하게 기형으로 존재하는 것만 아니라, 전체 영아의 약 2-3%의 치사율을 갖고 있는 무서운 질병이다. 이 중에서도, 특히 안면기형(Craniofacial Anomalies, CA)은 약 300명에서 500명 중 1명 꼴로 나타나는 것으로 그 문제가 심각한 것으로 알려져 있으며 CA는 많은 나라에서 발생할 뿐만 아니라 발생 빈도도 높아져 문제시 되고 있다. WHO에서는 CA의 발생을 최소화 하기 위해, 안면기형이 진단이 되면 바로 등록하는 시스템을 각국에 두고 있으며, 이러한 시스템을 통하여 "global database"를 구축하여 자료를 수집하는데 최종목표를 두고 있다. 일단, 데이터베이스가 구축되면, 필요한 자료를 질의(query)함으로써 선택적으로 자료를 이용할 수 있는 데이터 마이닝이 가능하며, 소프트웨어 개발도 가능해진다. 또한, TDR에서는 이 사업 외에도 구강건강에 관련된 데이터베이스를 구축할 계획에 있다고 밝혔다. WHO는 국제적인 보건기구이고, 여기에서 만든 데이터베이스는 전세계적인 데이터베이스로서 그 규모가 가히 크다고 할 수 있다. 생성된 데이터베이스는 어느 특정한 나라에 속한 것이 아니기 때문에, 인류의 건강문제를 상업적 혹은 정치적인 장벽 없이

다룰 수 있다는 면에서 그 의미가 더욱 크다고 할 수 있다. 이것은 향후, 생명정보학이 질병퇴치를 위한 효율적인 관리 도구로써 많은 영역에서 활용될 수 있음을 의미한다고 볼 수 있다(WHO genomic resource center). 그 외, 수 많은 질병의 퇴치를 위한 연구가 WHO에서 행해지고 있고 인간에게 뇌염을 일으키는 말라리아 중 "Plasmodium falciparum"라고 불리는 열대성 말라리아 역시 이곳에서 연구하고 있는 질병 중 하나이다. TDR의 개발과 마찬가지로 말라리아 연구에서도 생명정보학은 중요한 도구로써 사용이 되었다. 말라리아의 유전체 서열을 탐색하고 그 서열을 분석하는 연구가 시행되었는데 이 연구에서 생명정보학은 유전자를 탐색에 응용할 뿐만 아니라, 유전체 서열 및 상동성을 분석하는데 많이 응용되었다. 이러한 연구는 말라리아의 생활사에 대한 이해를 가능하게 하고, 궁극적으로는 독성을 일으키는 유전자에 대한 연구를 통해서 효과적인 백신의 개발을 가능하게 한다는 데서 그 의의가 크다고 할 수 있고 향후, 말라리아의 퇴치뿐만 아니라 수 많은 질병연구에 박차를 가할 것으로 보인다.[16] 앞서 살펴본 바와 같이 WHO에서 이루어지고 있는 연구는 인류의 건강유지 및 증진에 그 목적을 두고 있다. 그들의 연구에서 보여지는 것처럼, 보건학이 생명정보학과 접목이 되면서, 데이터를 보다 효과적으로 저장 및 관리하는 것이 용이해지고, 소프트웨어를 이용해서 보다 정보를 빠르게 분석하고 가공할 수 있게 되었다. 이처럼, 보건학 영역에서 생명정보학의 접근은 많은 시간과 비용을 절감할 수 있다는 면에서, 그리고, 인류의 건강관리에 보다 효율적인 관리 도구라는 면에서 유용하게 사용될 수 있다.

다음으로 미국의 질병관리본부(CDC)를 살펴보고자 한다. CDC에서는 1976년부터 정보학을 응용하려는 시도가 있었고 2005년에 이르러 산하에 국립공중보건정보센터(National Center for Public Health Information, NCPHI)를 설립하였다. [6] NCPHI 중, 공중보건정보네트워크(Public Health Information Network, PHIN)는 (보건)의료정보학과 비슷한 성격을 띠는 시스템이다. PHIN은 건강 유지와 증진을 위해 전자정보를 사용하고 교환함으로써 공중보건의 역할을 극대화하는데 그 목적이 있다. 여기에서는 정보의 교환 및 통합을 매우 강조하려는 경향이 있으며 이러한 정보의 공유는 많은 이점을 남기는데 보건을 다루는 실무자들이 표준화에 바탕을 둔 정보인프라를 구축하는데 동참할 수 있다는 것이 그 중 하나이며, 보건정책기관에서 정책을 결정하는데 시기 적절하게 유용한 정보를 줄 수 있어서 국가 프로젝트에 관련된 전략과 PHIN의 업무가 서로 시너지 효과를 얻을 수 있다는 것이 다른 하나이다(CDC). 일반적으로 이러한 정보의 공유는 CDC뿐만 아니라 NIH의 IT initiatives의 관계자들의 토론을 통해 보다 구체적으로 이루어진다. 즉, 실무자들이 서로 모여 토론을 통해서 구체적인 기술이나 보다 실용적인 응용 분야에 대한 지식과 의료정보를 교환함으로써 보다 가치 있는 정보를 창출할 수 있다. PHIN에서는 보건생명정보에 관련된 컨퍼런스를 2003년도부터 개최해오고 있는데, 이 컨퍼

런스를 통해 학자와 연구자들 간에 보건생명정보에 관한 연구의 기틀을 마련할 수 있다. 2005년에 열린 PHIN 컨퍼런스 중에서, ‘인간 유전체 데이터의 미래’라는 주제가 있었다. 여기에서는 CDC에서 보유하고 있는 통계 및 임상에 관련된 DB 등 모든 DB를 XML로 연동시키는 것을 일차적인 목표로 하였다. 연동된 DB를 다른 연구자들도 공유할 수 있는 ‘웹기반 데이터베이스’를 구축하는 것이 그 다음 단계였다. 이 단계에 접어들면, 많은 데이터들을 연동됨으로써 손 쉽게 데이터를 접근하여 원하는 정보를 얻고 연구하는데 아주 유용하게 사용될 수 있는 것이다[8]. 이처럼, 국외의 보건과 관련된 많은 연구기관에서는 생명정보학이라는 하나의 학문을 접목시켜서 급속히 늘어나고 있는 개개인의 유전병이나, 질병에 관련된 데이터뿐만 아니라, DNA, Protein 등의 분자수준에서의 데이터를 좀 더 쉽게 다루고자 데이터베이스를 구축하는 등의 작업을 하고 있다. 이는 생물학과 전산학의 접목이라는 생명정보학의 학문적 특성이 있기에 가능한 일이다.

국내

보건분야와 관련하여 생명정보학을 이용하고 있는 국내의 대표적인 연구기관으로 질병관리본부 국립보건원 유전체연구소(NGRI)가 있다. 이 유전체연구소에서 행해지고 있는 연구는 한국인에게 특이성이 있는 질병에 관한 것이다. 이에 관련된 12개의 질환센터가 있고, 이곳에서는 질병유전자 연구를 수행하고 있다[13]. 이 연구기관은 유전체역학팀, 바이오과학정보팀, 형질연구팀, 생물자원팀의 총 4개의 팀으로 구성되어 있다. 이 중, 유전체 역학팀과 바이오과학정보팀의 주된 활동을 살펴보면 다음과 같다. 유전체역학팀에서의 주된 연구는 역학조사와 유전체 정보분석을 통해 한국인에게 발병률이 높은 질병의 유전 및 환경적인 요인 규명에 일차적인 목적이 있다. 여기에서 파악된 요인들을 분석함으로써 한국인에게 왜 특정질병이 호발 하는지에 대한 원인을 규명 하는데 이용된다. 이 연구의 궁극적인 목적은 한국인의 질병예방에 있고, 장기적으로 볼 때, 질병예방은 국가의 보건 및 의료비를 대폭 절감할 수 있게 해준다. 향후, 이러한 연구가 성공적으로 수행되면, 이것을 토대로 질병관리 시스템을 보다 체계화하여 우리 나라 보건의 질의 향상이 이루어 질 것으로 사료된다. 다음으로는 바이오과학정보팀의 연구활동을 살펴 보려고 한다. 바이오과학정보팀에서는 주로 유전체역학팀에서 연구한 자료를 분석하는 역할을 한다. 즉, 이곳에서는 유전체 또는 단백질 정보를 분석 하고, 분석한 결과는 연구기관이나 의료기관에 제공하고 있다. 또한, 바이오과학정보팀에서는 질병에 관한 정보를 유전체 및 단백질에서 역학 및 임상에 이르기까지 보다 통합된 형태로 일원화하여 분석한다. 이러한 통합된 자료는 질병관련 데이터베이스와 연계하여 질병에 관련된 유전자 및 단백질을 탐색할 수 있는 좋은 환경을 제공해 주기도 한다. 이러한 연구의 결과는 질병과 관련된 유전체 연구에서 많은 연구기관들이 선두주자로서 중

추적인 역할을 수행할 수 있을 밑거름을 제공해 준다.(질병관리본부 국립보건원 유전체연구센터). 국외에서 이루어지고 있는 연구활동과 마찬가지로 국내 역시 보건학적인 분야에서 생명정보학은 아주 유용한 도구로 자리매김 하고 있음을 알 수 있다. 생명정보학은 자연과학의 분야 뿐만 아니라 보건학적인 분야에서 더욱 더 유용하게 응용될 수 있는 학문이다. 인류의 건강과 직결되는 사안을 다루고 있는 보건학에서 생명정보학의 유용성은 다른 학문에서의 유용성에 비해서 결코 적다고 할 수 없을 것이다.

국내 교육기관

마지막으로 국내의 보건학대학원을 중심으로 생명정보학 관련 부분을 학술적인 면에서 살펴보고자 한다. 현재 국내에 약 11개의 보건대학원 경북대학교, 고려대학교, 고신대학교, 광주여자대학교, 부산대학교, 서울대학교, 아주대학교, 연세대학교, 인제대학교, 카톨릭대학교, 한림대학교 이 있으며, 이 중 생명정보관련 학과/전공이 개설되어 있는 학교는 5개 교로, 고려대학교, 서울대학교, 연세대학교, 카톨릭대학교, 한림대학교(가나다순)이며 표1로 간략히 나타내었다. 이들을 살펴보면 서울대학교 보건대학원을 제외한 다른 보건대학원에서는 생명정보학보다는 의료정보학의 성격이 짙음을 알 수 있다. 이는 커리큘럼이 의료정보학에 관련된 과정이 주를 이루고 있음을 통해 알 수 있는데, 예를 들면, 카톨릭대학교 보건대학원의 보건정보학의 필수과목에는 ‘보건정보학 개론’, ‘보건정보표준’이 있고, 선택과목으로는 ‘데이터베이스론’, ‘XML in Healthcare’, ‘보건정보시스템부식 및 설계’, ‘데이터 통신 및 네트워크’, ‘e-Healthcare’, ‘보건의료정보학 세미나’ 등이 있는데, 이들 대부분은 보건의료시스템 전반적인 것에 필요한 것이다. 또한, 보건의료에 관련된 업무를 최소화 하기 위한 관리 시스템인 ‘건강보험정보’, ‘장기이식정보’, ‘보건소 정보’, ‘암 등록’ 등에 대한 시스템 설계와 관리에 필요한 전반적인 내용이 포함되어 있다(카톨릭보건대학원). 카톨릭대학원을 포함한 다른 보건대학원에서도 역시 생명정보학 보다는 의료정보학에 가깝다. 의료정보학은 "임상 및 의료 데이터를 보다 효율적으로 관리, 검색, 이용하기 정보기술을 활용하는 연구"이다[3]. 이것의 대표적인 것으로 전산의무기록(Electronic Medical Record, EMR)이 있고 이것은 병원 및 보건의료기관에서 필요한 행정적인 부분이 강조되어 실용학문에 더 가깝다고 할 수 있다. 하지만, 생명정보학에서 다룰 수 있는 연구분야는 이러한 것 외에도 매우 다양하므로 보건학에 있어서 생명정보학을 활용하여 기초과학적 연구에 무게를 두어 학술적인 의미를 강조하는 것도 중요하다고 생각한다. 이는 국외의 많은 보건대학원에서 생명정보학이 활용되는 사례를 통해서도 확인되고 있다.

표 1. 국내 보건대학원 내의 생명정보학과

설명: 우리나라에 있는 보건대학원 중 생명정보학전공이 포함된 학교는 총 5개로 아래에 열거된 학교들은 모두 의학부를 포함하고 있으며 보건대학원만 단독으로 있는 곳은 드물다. 보건정보학 및 의료정보학의 커리큘럼을 보면 병원에서 활용도가 높은 의료정보학적 성격이 강하다.

대학교	학과	교과목
고려대학교 보건대학원 (http://koreahealth.thepowerbrains.com/index.php)	역학/ 보건정보학과	임상의료정보학, 의료정보학세미나, 의료정보학, 의료정보학특론, 보건의료정보학, 공중보건정보학
서울대학교 보건대학원 (http://lcbbsnu.ac.kr)	보건학과 생명정보학전공	기초생명정보학, 고급생명정보학, 생명정보학 특강, 단백질 구조분석, 서열분석알고리즘, 생물정보학 특론, 생물정보학 세미나
연세대학교 보건대학원 (http://hmis.yonsei.ac.kr/koreahome/)	보건정보 관리학과	네트워크관리, 데이터베이스관리, 보건정보관리학, 보건정보학실습1,2, 시스템분석과 설계, 지식경영시스템
카톨릭대학교 보건대학원 (http://songeui.catholic.ac.kr/gsph/index.asp)	보건정보 학	보건정보학개론, 보건정보표준, 데이터베이스론, XML in Healthcare, 보건정보시스템 분석 및 설계, 데이터 통신 및 네트워크, e-Healthcare, 보건의료정보학 세미나
한림대학교 보건대학원 (http://sph.hallym.ac.kr/site/index.htm)	보건학과 (역학 / 의료정보학)	보건의료정보학개론, 보건의료정보학자를 위한 컴퓨터 프로그래밍, 보건의료정보학 세미나, 임상의사결정학 및 보건의료정보 데이터마이닝

토 의

생명정보학은 앞서 살펴본 바와 같이 생명을 다루는 보건 관련 연구에 있어 폭 넓게 사용되고 있다. 주요 연구기관에서 이루어지고 있는 연구와 교육기관이나, 저널을 통해 발표된 연구 결과물을 토대로 생명정보학이 보건 분야에 활용되고 있는 사례에 대해서 간략히 살펴보겠다. 첫 번째, 미국의 Los Alamos 국립연구소에서는 간염C바이러스(Hepatitis C

Virus, HCV)의 유전자/아미노산 서열과 면역기능에 관련된 정보를 데이터베이스로 구축하였다. 이곳에서는 웹페이지 <http://hcv-db.org> 형태로 무료로 정보를 제공하는데, 이것은 HCV를 연구하는 학자들에게 아주 유용할 것으로 기대된다.[7] 향후, 이것이 간염C바이러스의 유전체 및 단백질 기능을 연구하여 백신연구나 신약개발에 중요한 견인차 역할을 할 수 있을 것이다. 두 번째, 인구학과 보건학적인 면에서 연구되고 있는 사항에 대해서 살펴보겠다. 요즘 저출산 문제나 고령인구의 증가가 한국 사회의 중요한 이슈가 되고 있는데, 이것은 수리인구학적인 문제와 관련되어 있다. 관련하여 인구 추계분석에 관련된 프로그램을 개발한 사례가 있는데, 이것은 인구의 문제뿐만 아니라 향후 유전병과 같은 일정한 패턴을 보이는 질병에 대해서도 유용하게 연구될 수 있을 것이다. [1] 세 번째, 인간에게 치명적이고 전염성이 강한 바이러스의 서열분석과 계통발생학 관련 연구도 수행되었음이 보고되었다.[5] 마지막으로, Brain Korea 21 사업의 지원으로 설립된 ‘유전체역학사업단’에서는 유전체역학을 중심으로 통계학, 역학, 영양학, 및 생명정보학을 접목하여 보건 연구를 통한 첨단 보건 전문가의 양성을 목표로 하고 있다. [10]

보건학 분야에서 주되게 다루고 있는 질병에 관련된 데이터는 각종 연구기관이나 국가사업을 이루고 있는 기관에 주로 축적되고 있다. 우리나라의 경우에는 건강보험심사평가원, 국민건강보험관리공단, 통계청이 대표적인 기관이다. 위에 열거한 기관에서는 자체적으로 DB를 만들어 놓았지만 아직은 완성된 단계가 아니므로 향후 DB간의 연동과 데이터 공유 등에서 도약적인 발전이 기대된다. 이러한 국가 인프라는 보건관련 연구자의 연구 활동에 유용하게 사용될 수 있을 것이다.

국외의 연구기관과 비교해 보았을 때, 우리나라의 경우 보건학 영역에서 생명정보학의 응용은 일부분에서만 이루어지고 있고 응용분야는 주로 의료정보학적인 분야에 많이 치중되어 있다. 하지만 보다 적극적으로 생명정보학을 보건학 연구에 활용한다면 유전병이나 전염병의 원인 규명과 치료에 기여할 수 있을 것이라 사료된다. 일반적으로 보건학은 과학적 영역과 사회적 영역을 포함하는 다면적 특성을 지니고 있다. 때문에 보건학에 관련된 데이터를 처리 분석하는 데 있어서 생명정보학의 응용은 과학적 분석이 필요한 보건학의 관점에서 필수적인 것이라 생각할 수 있다. 예를 들면, 유전체학과 역학을 융합한 "유전체 역학"이라는 영역이 탄생하였는데, 이러한 유전체 역학 연구를 통해 생성된 다량의 데이터는 인종과 질병 국가 별 데이터를 망라할 수 있는 방대한 것이기에 생명정보학의 도움은 필수적이라 할 수 있을 것이다. 따라서 보건학 분야에서 생명정보학의 활용은 보건학의 연구방법을 과학적으로 정립할 수 있게 하며, 방대한 데이터를 일목요연하게 정리 및 분석 해줄 수 있는 유용한 도구가 될 것이다. 아직은 보건분야에서 생명정보학이 다소 생소하고 연계활동이 미비하지만, 앞으로 생명정보학과 보건학의 지속적인 융합 연구활동을 통하여 보건학이 보다 과학적이고

체계적인 학문으로 발돋움하고 더 나아가 인류의 건강과 복지를 실현시킬 수 있는 유용한 학문으로 발전할 것을 기대해 본다.

참 고 문 헌

- [1] 배세은, 손현석. 생명정보학 기법을 활용한 인구추계 시스템 개발 연구. 제11회 한국과학기술정보인프라 워크숍 학술발표논문집 1,463 - 469 (2006).
- [2] 안인성, 배세은, 손현석. 생명정보학 분석기법을 활용한 조류독감 바이러스의 유전체 패턴분석. 제10회 한국과학기술정보인프라워크숍 학술발표논문집 2, 751-759(2005).
- [3] 장병탁. 생명과학과 컴퓨터과학. 정보과학회지. 23(5), 5-9 (2005).
- [4] 정지훈. 전산학과 생물학의 만남 바이오인포매틱스, 마이크로소프트웨어, 192-204 (2001).
- [5] Ahn IS and Son HS. Epidemiological comparisons of codon usage patterns among HIV-1 isolates from Asia, Europe, Africa and the Americas. EXPERIMENTAL and MOLECULAR MEDICINE, 28(6), 643-651(2006).
- [6] McNabb SJ, Koo D, Pinner R, Seligman J. Centers for Disease Control and Prevention. Informatics and Public Health at CDC. MMWR 55(Suppl), 25-28 (2006).
- [7] Kuiken C, Yusim K, Boykin L and Richardson R. The Los Alamos hepatitis C sequence database. Bioinformatics, 21(3), 379-384 (2005).
- [8] Savel TG, Lin V, Shabo A, McQuillan GM. The Future of Transmitting Human Gnomonic Data in the Public Health Information Network (PHIN): Using a Prototype Health Level 7 Shared Genotype Refined Message Information Model (LH7 R-MIM) and the Extensible Markup Language (XML). 3rd Annual PHIN Conference. CDC (2005).
- [9] World Health Organization (WHO). Life science research: opportunities and risks for public health- Mapping the issues. WHO, 3-26 (2005).
- [10] 서울대학교 보건대학원 BK유전체역학연구사업팀 <http://bk21.snu.ac.kr>
- [11] 질병관리본부 국립보건원 국가유전체연구소(NGRI) <http://www.ngri.go.kr/html/kor/index.html>
- [12] 카톨릭대학교 보건대학교 홈페이지 <http://songeui.catholic.ac.kr/gsph/index.asp>
- [13] 2004정보산업 민간백서. 한국정보산업연합회(2004).
- [14] Centers for Disease Control and Prevention (CDC) <http://www.cdc.gov>
- [15] World Health Organization (WHO). <http://www.who.int/genomics/anomalies/en/>
- [16] Horrocks P, Bowman S, Kyes S, Water Ap and Craig A. Entering the post-gemomic era of malaria research, Bulletin of the World Health Organization, 78, 1424-1437 (2000).