

생명공학기술적 관점에서 질병중심 중개연구의 효율적 성과분석에 대한 실증연구

전수환¹, 정성철^{1,5*}, 제영태¹, 김기태¹, 김명환¹, 박성호¹, 전해경³, 권준영², 김동일², 김동석¹, 이정민¹, 선 경^{1,4}

Effective Performance Analysis of Disease-oriented Translational Research from a Point of View of Biotechnology

Su-Hwan Cheon¹, Sung-Chul Jung^{1,5*}, Young-Tae Je¹, Gi-Tae Kim¹, Myung-Hwan Kim¹, Seong-Ho Park¹, Hye-Kyoung Jeon³, Jun-Young Kwon², Dong-Il Kim², Dong-Seok Kim¹, Kyung-Min Lee¹, and Kyung Sun^{1,4}

접수: 2011년 12월 13일 / 게재승인: 2012년 2월 20일
© 2012 The Korean Society for Biotechnology and Bioengineering

Abstract: Recently, translational research (TR) in health technology (HT) has been considered as an emerging alternative research system for the improvement of human health. TR from bench to bedside involves a strong bidirectional relationship between basic science discovery and clinical practice. To support R&D planning and policy in HT effectively, the performance of TR programs was analyzed and evaluated in a R&D project on health and medical technology. TR programs were classified into three parts: unilateral TR, bilateral TR and multilateral TR. Bibliometrics and citation analysis were performed to assess research papers and gather

information for the performance analysis of TR programs. In addition, both quantitative and qualitative analysis were successfully carried out using ISI Web of Science, Google Scholar Citations, SCOPUS and Knowledgematrix. In conclusion, the performance analysis of TR programs could significantly improve the efficiency of R&D plans, R&D management and evaluation for a safe and healthy life.

Keywords: Translational research (TR), Health technology (HT), Biotechnology (BT), R&D planning and policy, Bibliometrics, Performance analysis

¹한국보건산업진흥원 R&D진흥본부
¹Office for R&D promotion, Korea Health Industry Development Institute(KHIDI), hungcheongbukdo 363-951, Korea

²인하대학교 공과대학 생물공학과
²Department of Biological Engineering, Inha University, Incheon 402-751, Korea

³인하대학교 컴퓨터정보공학과
³School of Information and Communication Engineering, Inha University, Incheon 402-751, Korea

⁴고려대학교 의과대학
⁴Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Korea University Medical College, Seoul 136-750, Korea

⁵이화여자대학교 의학전문대학원
⁵Department of Biochemistry, School of Medicine, Ewha Womans University, Seoul 158-710, Korea
Tel: +82-43-713-8411, +82-2-2950-2725, Fax: +82-43-713-8910
e-mail: jungsc@khidi.or.kr, jungsc@ewha.ac.kr

1. 서론

생명공학기술 (BT, biotechnology)은 산업적으로 유용한 생산물을 만들거나 생산공정을 개선할 목적으로 생물학적 시스템, 생체, 유전체 또는 그들로부터 유래되는 물질을 연구·활용하는 학문이다 [1]. 생명공학기술은 인류건강, 삶의 질 향상을 위해 생명현상의 기전 (起傳), 질병의 원인 또는 발병과정에 대한 연구를 통하여 생명공학의 원천지식을 제공하는 생리학·병리학·약리학 등의 학문인 기초의과학 (基礎醫學)을 포함한다 [2,3]. 생명공학기술은 1차 생산 (primary production), 보건 (health), 산업 (industry)으로 분류되어 활용되고 있다 [4]. 생명공학기술은 보건의료 (health and medical)에 있어서 약물유전학, 유전검사, 진단제 개발, 유전 자치료제, 세포치료제 등 기초·응용·개발 연구단계에 다양

하게 응용되고 있다. 보건의료기술은 의과학·치의학·한의학·의료공학·의료정보학 등에 관련되는 기술, 의약품·의료기기·식품·화장품·한약 등의 개발 및 성능향상에 관련되는 기술, 그 밖에 인체의 건강 및 생명의 유지증진에 필요한 상품 및 서비스와 관련되는 보건의료관련 기술을 말한다 [5]. 생명공학기술과 보건의료기술은 과학기술통계서비스(NTIS, national science & technology information service)에서 다양한 분류기준으로 활용되고 있다 [6]. 경제사회 목적별인 경우, 건강증진 및 보건으로, 과학기술표준분류별인 경우, 생명과학 및 보건의료로, 미래유망신기술(6T)별인 경우, 생명공학기술(BT)로, 국가기술지도(NTRM, national technology roadmap) 분야인 경우, 건강생명사회지향으로 분류되어 국가연구개발사업에 투자되고 있다. 2010년도 정부 R&D예산 136,827억원중 생명공학기술분야에 23,252억원(17.0%), 보건의료분야에 10,047억원(7.3%)이 지원되었다. 국민건강, 삶의 질 향상 및 보건의료산업 발전을 위해 보건의료연구개발사업에 1995년부터 2010년까지 1조 4,287억원의 예산을 국가연구개발사업으로 효율적으로 투자하였다. 보건의료연구개발사업은 국민건강 및 삶의 질 향상을 위한 기술개발 투자, 공공복지 및 안전기술 분야의 투자를 통한 국가 현안문제 해결, 경제적 파급효과 및 경쟁우위 확보가 가능한 미래 신성장동력 창출에 기여하고 있다 [7]. 2010년까지의 성과로는 국내·외 SCI 논문은 13,486건, 국내·외 특허등록은 2,508건의 성과를 달성하였다. 또한, 국산 신약개발을 위해 고혈압치료제, 위궤양치료제, 말기부전치료제, B형 감염치료제, 관절염치료제, 당뇨병성성숙부궤양치료제, 난소암 및 폐암치료제 등이 개발되었다.

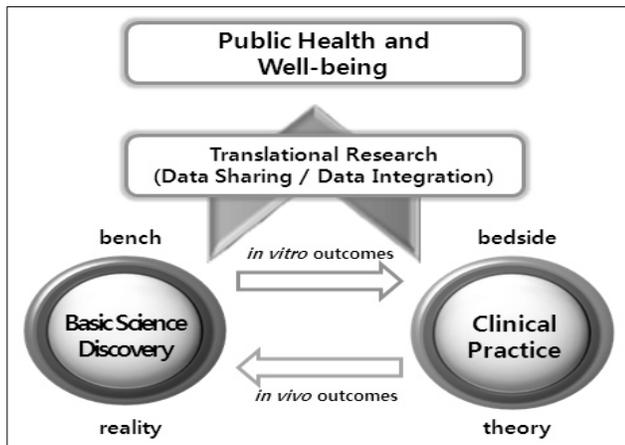


Fig. 1. Scheme of Translational Research (TR).

보건의료연구개발사업은 생명공학기술이 지니고 있는 한계인 임상시험 등 실용화 단계의 병목현상 (bottleneck)과 생산성 위기 (productivity crisis)를 해결할 수 있는 데 그 중요성이 있다 [8,9]. 이를 극복하기 위해 보건의료연구개발사업에 임상과학자와 생명공학기술 기반의 기초과학자간의 중개연구 (TR, translational research)가 진행되고 있다. 질병 중심 중개연구는 생명공학기술분야의 기초연구를 활성화하고 실용화할 수 있는 견인차 역할을 한다. 중개연구자는 질

병기전 (disease mechanism) 연구, 맞춤의료연구, 신약개발, 재생의료, 보건의료 R&D 정책제도 개선 등 질병극복을 위해 다양한 분야에서 중요한 연계 (bridge)역할을 하고 있다 [10]. 보건의료연구개발사업은 단순 물질개발, 비실용적 기술지향 R&D에서 질병예방·치료·진단 중심의 목적지향 R&D로 개선되고 있다.

주요 선진국은 국가경쟁력을 좌우하는 BT/HT 산업시대를 주도하기 위해 세계적 수준의 기초과학자와 임상과학자간의 중개연구를 확대지원하고 있다 [11]. 미국 National Institutes of Health (NIH)는 2003년 미래기술개발로드맵 (nihroadmap)을 수립하고, 2005년 (CTSA, clinical and translational science awards) consortium을 마련하여 중개연구의 기반을 다지고 연구 확대를 하고 있다. 중개연구는 맞춤예방연구, 주요 감염병연구, 재생의료연구 등에 중요한 가교 역할을 하며, 생물학적인 기초과학연구 (basic science discovery)와 질병에 대한 임상적인 연구 (clinical practice)를 연계한다 [12]. 중개연구는 질병지향적 (disease-oriented research)이고 환자적용을 연구대상 (patient-oriented research)으로 하는 목적지향적인 연구이다 [13]. 중개연구 대상은 환자에서 치료법 (therapeutic)의 생물학적 효과를 규명하는 연구, 질병의 생물학 (biology and natural history)을 환자에서 규명하는 연구, 환자 질병에 대한 새로운 진료기술을 개발할 수 있도록 과학적 토대를 마련하는 연구, 질병의 진료기술 개발을 위한 원리나 원칙을 연구하고, 이를 활용하여 관련 질병의 비임상, 임상모델에 적용하는 연구를 포함한다 [14].

보건의료연구개발사업에서 질병중심 중개연구 (disease-oriented translational research)는 임상적 관찰을 통한 의문을 기초과학에서 검증할 수 있는 연구로 기초·임상 양방향적인 연구 (bench to bedside & bedside to bench)이다 [15,16]. 기초과학 (basic science) 연구를 통해 밝혀진 개념, 기술, 지식의 창출을 관련 질병이나 손상의 진단, 치료 및 예방 등에 임상 적용 (clinical application)하는 연구이다 [17,18-21]. 기초연구와 임상연구를 연계하는 중개연구는 보건의료연구개발사업에서 핵심이며 그 중요성이 매우 크다. 질병중심 중개연구를 지원하기 위한 프로그램은 단독중개연구 (unilateral TR), 협동중개연구 (bilateral TR), 중개연구센터 (multilateral TR)가 있다. 단독중개연구는 질병의 진단·치료·예방기술의 향상을 위한 질병 기전의 규명, 기술개발을 위한 창의적 기반 연구를 위한 개별연구자의 창의적 기반연구를 지원하고, 협동중개연구는 임상과학자와 기초과학자간 협동연구를 통해 질병기전의 심화연구 및 임상적용 가능성을 평가하는 연구를 지원하며, 중개연구센터는 공동연구를 통해 질환의 진단·치료·예방기술의 실용적 성과 달성을 위한 연구를 지원하고 있다. 각각의 프로그램은 ① 감염성질환, ② 근육 골격계통 및 결합조직의 질환, ③ 내분비, 영양 및 대사질환, ④ 비노생식기계통의 질환, ⑤ 소화기계통의 질환, ⑥ 순환기계통의 질환, ⑦ 신경계통의 질환, ⑧ 신생물 질환, ⑨ 저출산·불임관련 질환, ⑩ 정신 및 행동장애, ⑪ 치의학질환, ⑫ 호흡기계통의 질환, ⑬ 기타 상기 특정분류에 포함되지 않거나, 여러 질환에 공통적인 연구 (안과, 이비인후과, 피부과 등)인 주요 13개 질환을 연구대상으로 하고 있다.

2010년도 질병중심 중개연구의 질환별 투자현황은 감염성 질환에 2,725백만원, 근육 골격계통 및 결합조직의 질환에 2,682백만원, 내분비, 영양 및 대사질환에 2,560백만원, 비뇨생식기계통의 질환에 1,937백만원, 소화기계통의 질환에 3,211백만원, 순환기계통의 질환에 2,899백만원, 신경계통의 질환에 4,745백만원, 신생물 질환에 4,969백만원, 저출산·불임관련 질환에 319백만원, 정신 및 행동장애에 1,896백만원, 치의학질환에 1,964백만원, 호흡기계통의 질환에 1,845백만원, 기타 상기 특정분류에 포함되지 않거나, 여러 질환에 공통적인 연구(안과, 이비인후과, 피부과 등) 3,946백만원이 지원되었다.

지금까지, 보건의로 R&D기획 및 정책수립을 위한 질병중심 중개연구에 대한 효율적인 성과분석 사례가 부족한 실정이다. 본 연구는 질병중심 중개연구를 성과분석 대상으로 한정하여, 생명공학기술 기반의 기초과학자와 임상의학자 간의 중개연구 현황을 분석하고 보건의로 R&D 기획 및 정책수립에 필요한 통계자료를 제공하는 데 그 의의가 있다. 또한, 실증적인 질병중심 중개연구 성과분석을 통해, 연구평가제도 개선 및 연구성과의 활용도(기술이전, 기술사업화)를 높이기 위한 정책적 시사점을 제시하고자 한다.

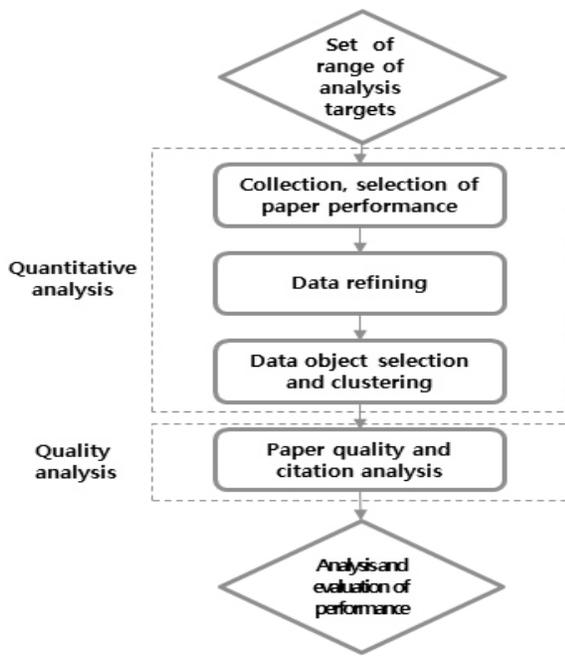


Fig. 2. Analysis process of paper performance.

2. 재료 및 방법

2.1. 성과분석 절차 및 분석항목

2.1.1. 성과분석 전체 process

성과분석은 보건의로연구개발사업의 질병중심 중개연구 프로그램인 단독중개연구, 협동중개연구, 중개연구센터를 분석대상 범위로 설정하였다. 논문성과의 선정 및 수집은 인용색인 데이터베이스는 범학문적 인용데이터베이스인 (multidisciplinary

citation database)인 Web of Science, SCOPUS, Google Scholar 등을 이용하였다. 프로그램에서 발생한 국내·외 SCI 논문을 성과분석대상으로 하였다. 약어 (abbreviation)로 표시된 동음이의어의 논문저자명, 소속기관명은 정제 및 노이즈 (noise papers) 제거를 위해 고유식별자를 이용하여 분류되었다. 비정형화된 자료인 경우 정형화 과정을 수행하였으며, 정량분석 (quantitative analysis)에는 엑셀 (excel) 통계 프로그램과 한국과학기술정보연구원 (KISTI)에서 제공하는 Knowledgematrix 프로그램을 사용하여 정량분석을 수행하였다. 정량분석을 통해 방대한 자료의 비교분석 용이성 (availability), 타당성 (validity), 유효성 (effectiveness), 분석의 신뢰도 (reliability), 객관성 (objectivity)을 향상시켰다. 정량 분석을 위해 데이터 객체선정 및 군집화 (clustering)를 실시하였다. 정성분석 (qualitative analysis)을 위해 각 프로그램의 논문 및 저자의 질적 수준 및 피인용도 분석 등을 수행하였다. 분석항목은 연도별, 저자별, 소속기관별, 주제범주별, 질환별, 인용지수 (IF, impact factor)별, 피인용도, 지역별 협력도, 인용문헌 분석맵 (citation map) 등으로 하였다.

Table 1. Analysis items of performance in Translational Research (TR) programs

Classification	Contents
project	R&D project on health and medical technology
period	2009.5~2011.4
targets	international and domestic SCI journal
analytical types	year, author, affiliation, document types, disease, impact factor, citation, citation map
databases	PubMed, Google Scholar Citation, WoS, SCOPUS, etc.

2.2.2. 성과분석항목

보건의로연구개발사업의 질병중심 중개연구 프로그램에는 단독중개연구, 협동중개연구, 중개연구센터가 있다. 단독중개연구는 새로운 생물학적 원리, 기전에 대한 유전적, 생화학적, 세포학적 연구 또는 적절한 실험적 접근법 연구와 환자, 질병 위험군으로 부터 새로운 임상적 현상을 발견하는 연구를 대상으로 한다. 협동중개연구는 도출된 생물학적 지식, 임상적 현상의 임상적용 가능성 (feasibility)을 검증하는 연구와 환자 또는 질병 위험군으로 부터 발견된 새로운 임상적 현상을 생물학적 원리, 기전을 유전적, 생화학적, 세포학적 및 적절한 실험적 접근법을 이용한 연구를 대상으로 한다. 중개연구센터는 새로운 질병중심 중개연구 (예, 질병예방, 조기발견, 진단, 치료 등)의 개발 및 임상 적용 연구를 대상으로 한다.

단독중개연구에서 개별연구자의 창의적 연구지원을 위해 2년 이내 연간 60백만원 이내, 협동중개연구에서 임상의학자와 기초과학자간 협동연구 시너지 (synergy) 창출을 위해 2년 이내 200백만원, 중개연구센터에서 연구팀내 공동연구에 의한 실용적 성과달성을 위해 4년 이내 500백만원이 연구자에게 지원되었다. 단독중개연구 지원을 위해 155개 과제에 17,762백만원, 협동중개연구의 16개과제에 6,089백만원, 중개연구센터의 7개과제에 6,645백만원이 지원되었다.

Table 2. Programs of disease-oriented Translational Research (TR)

Classification	Program	Contents/Supports	Aims
disease-oriented translational research	unilateral TR bilateral TR multilateral TR	single researcher for creative research collaboration research of basic science researcher and clinical researcher wholehearted cooperation research with over 3~4 research projects	Disease-oriented research and patient-oriented research

3. 결과 및 고찰

3.1. 논문 일반적인 특성 분석

연구논문 동향을 파악하기 위해 2009년에 과제선정되어 2011년에 과제종료된 질병중심 중개연구 프로그램을 기준으로 성과를 분석하였다. 보건의료연구개발사업의 질병중심 중개연구인 단독중개연구, 협동중개연구, 중개연구센터에서 발생한 국내·외 SCI (science citation index) 논문을 대상으로 분석을 실시하였다. 정량적 분석을 위해 분석항목을 분석논문게재건수, 인용논문건수, 소속기관, 저자, 출판사, 주제범주, 문서타입으로 구분하였다 (Table 3). 분석논문게재건수는 논문분석을 위해 국내·외 SCI저널에 수록된 논문건수를 나타낸다. 인용논문 건수는 해당논문이 인용한 참고문헌 (cited references)을 나타내며, 주제범주 (subject category)는 journal citation reports에서 제공하는 논문이 게재된 저널 (journal)의 주제분야를 의미한다. 2009년에서 2011년까지의 분석대상 논문건수는 단독중개연구에서 168건 (1.1건/과제수), 협동중개연구에서 40건 (2.5건/과제수), 중개연구센터에서 34건 (4.85건/과제수)이 발생하였다. 질병중심 중개연구 프로그램에서 인용한 참고문헌은 단독중개연구는 총 5,705건, 협동중개연구는 총 1,263건, 중개연구센터는 총 1,005건이었다. 논문게재에 참여한 저자는 단독중개연구 총 692명 (4.1명/논문건수), 협동중개연구 총 208명 (4.9명/논문건수), 중개연구센터 총 136명 (4명/논문건수)으로 논문 한건에 4~5명이 참여하는 것으로 확인하였다. 논문 형태는 대부분 article 형태로 단독중개연구가 93.5%, 협동중개연구는 97.5%, 중개연구센터가 97.1%로 발표하여 게재된 논문의 문헌유형을 파악하였다. 단독중개연구에서 논문 출판사는 총 64개사이며 Springer가 20.3%, Academic Press Inc. Elsevier Science가 20.3%, Wiley-Blackwell가 17.2%, Elsevier Science Bv.가 17.2%, Pergamon-Elsevier Science Ltd.가 12.5%로 파악하였다.

Table 3. Analysis in the general properties of paper performance

Classification	unilateral TR	bilateral TR	multilateral TR
Papers	168	40	34
References	5,705	1,263	1,005
Author affiliation	102	49	41
Authors	692	208	136
Publishers	64	26	18
Subject categories	47	21	13

Document types	▪ article 157	▪ article 39	▪ article 33
	▪ review 6	▪ letter 1	▪ review 1
	▪ letter 1		

단독중개연구에서 질병의 기전규명, 진단, 치료기술향상을

위한 13개 질환별에 대한 논문성적을 조사하였다 (Fig. 3). 신경계분야에서 35건, 기타분야 26, 신생물분야 25건, 순환기 12건, 내분비 및 정신분야 11건으로 이들 질환 분야에서 71.4% 비중으로 성과가 발생함을 확인하였다. 논문 주제범주는 단독중개연구분야에서 47개의 범주로 분류되었으며, 이중 biochemistry & molecular biology는 29.2%, neuroscience & neurology는 17.9%, cell biology는 11.9%, biophysics는 8.3%, pharmacology & pharmacy는 7.1%로 분석되었다 (Fig. 3). 단독중개연구는 기초과학에서 74.4%, 임상의학 분야에서 25.6%의 논문을 발표하는 것으로 조사되었다.

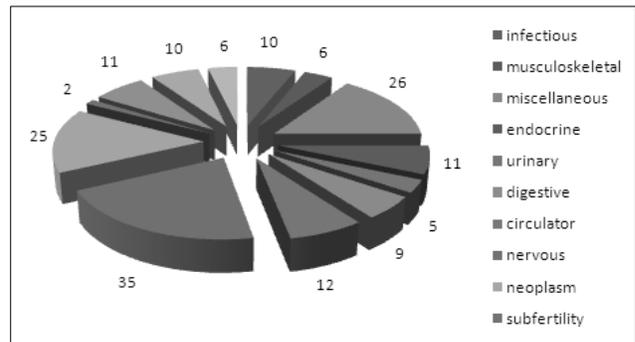


Fig. 3. Analysis of paper performance by 13 diseases in unilateral TR.

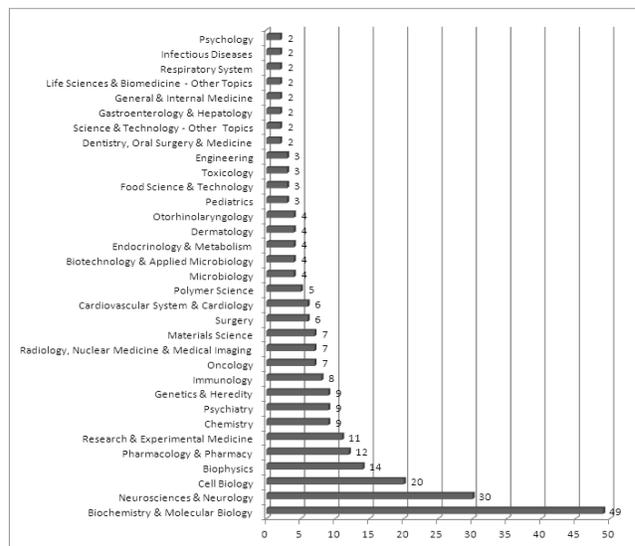


Fig. 4. Status of paper performance in subject categories.

3.2. 연도별 논문실적 및 국내·외 SCI 현황

질병중심 중개연구분야별 국내·외 SCI 논문 비율의 연도별 추이를 파악하기 위해, 연도별 논문실적을 분석하였다 (Fig. 5). 질병중심 중개연구자들이 연도별 발표한 논문 실

적은 2009년에는 단독중개연구 7건, 협동중개연구 5건, 중개연구센터 1건, 2010년에는 단독중개연구 77건, 협동중개연구 15건, 중개연구센터 16건, 2011년에는 단독중개연구 84건, 협동중개연구 20건, 중개연구센터 17건이었다. 각 프로그램별로 연구 1차년도에 50% 연구 2차년도에 50%의 비율로 논문을 게재하는 것으로 파악되었다.

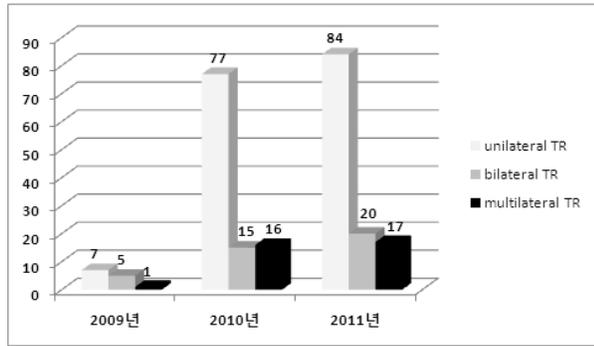


Fig. 5. Status of paper performance by year.

이들 논문의 국내·외 SCI 논문현황은 단독중개연구의 국외 SCI 논문이 92.3%, 협동중개연구인 경우 국외 SCI 논문이 87.5%, 중개연구센터인 경우 국외 SCI 논문이 94.1%로 분석되었다 (Fig. 6). 단독중개연구에서 발표된 주요 SCI 저널은 2010년 기준으로 I.F. 1~10사이로 조사되었다 (Table 4). 연구비 투입대비 성과를 파악하기 위해 연구비 1억원당 연구성과를 조사하였다. 단독중개연구인 경우 연구비 1억원당 논문성적은 0.945, 협동중개연구는 0.656, 중개연구센터는 0.511로 분석되었다.

Table 4. Analysis in the general properties of paper performance

Journal	Impact Factor	5-Year Impact Factor
Molecules and Cells	2.046	2.086
Journal of Biological Chemistry	5.328	5.498
Biomaterials	7.883	9.076
Biochemical and Biophysical Research Communications	2.595	2.720
Journal of Human Genetics	2.496	2.276
Experimental and Molecular Medicine	2.453	2.542
Neurology	8.017	7.518
Langmuir	4.269	4.562
Macromolecular Research	1.639	1.478
FEBS letters	3.601	3.399
Laryngoscope	2.096	2.435
Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology	1.417	-
Oral Radiology and Endodontology		
BMB reports	2.167	2.178
PLOS one	4.411	4.610
Experimental Cell Research	3.609	3.787
Neuroimage	5.937	6.821
Journal of Immunology	5.745	5.909
European Heart Journal	10.052	10.085
Diabetologia	6.973	6.227

(Sources : <http://admin-apps.webofknowledge.com/JCR/JCR>)

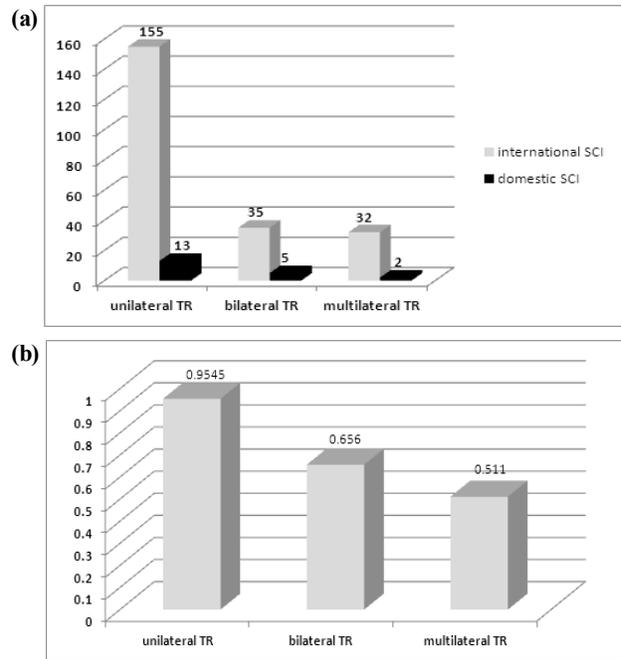


Fig. 6. Status of the (a) domestic and (b) international SCI of TR programs.

3.3. 국내·외 SCI 정량·정성 분석 현황

3.3.1. I.F. 등급별 논문 분포 현황

질병중심 중개연구 프로그램에서 발생한 논문성적의 논문 인용지수 (IF, impact factor)의 등급별 현황을 조사하였다 (Fig. 7(a)). 논문인용지수 또는 영향력 지표는 해당 저널이 특정연도나 특정기간동안에 다른 저널에 의해 인용된 평균 피인용 횟수로 해당저널의 수준을 평가하는 척도를 나타낸다. 논문인용지수 등급별 논문 분포현황은 단독중개연구는 I.F. 10이상은 2건, I.F. 5~10은 33건, I.F. 1~5는 128건, I.F. 1미만은 5건으로 대부분의 논문이 I.F. 1~5사이에서 발표되고 있었다. I.F. 1~5사이의 논문 비중은 단독중개연구의 76.2%, 협동중개연구 86%, 중개연구센터 64%로 확인하였다.

3.3.2. I.F. 상위 논문 및 평균 I.F. 현황

논문인용지수가 상위인 논문과 평균 논문인용지수를 질병중심 중개연구 프로그램별로 조사하였다. ISI (institute for scientific information)에 의해 구축된 SCI 데이터베이스는 과학기술분야에 대한 저널을 대상으로 색인 (index)하였으며, 논문의 서지정보, 해당논문이 인용한 참고문헌 정보 등을 포함한다. 논문인용지수가 가장 높은 저널에 게재된 주저자 및 논문은 단독중개연구인 경우 포항공과대학교에서 self-crystallization of c70 cubes and remarkable enhancement of photoluminescence (*Angewandte Chemie-International Edition*, I.F. 10.879)를 발표하였다 (Fig. 7(b)). 협동중개연구인 경우 한국과학기술원에서 suppression of innate immunity (natural killer cell/interferon-gamma) in the advanced stages of liver fibrosis in mice (*Hepatology*, I.F. 11.355)을 성과를 냈으며, 중개연구센터인 경우 서울아산병원에서 c-reactive protein and the risk of stent thrombosis and cardiovascular

events after drug-eluting stent implantation (*Circulation*, I.F. 14.595) 논문을 발표한 것으로 파악되었다. 질병중심 중개연구 각 프로그램별의 평균 인용지수 (각 논문의 인용지수 합계/전체 논문수)는 단독중개연구는 3.594, 협동중개연구는 3.434, 중개연구센터는 5.101로 조사되었다.

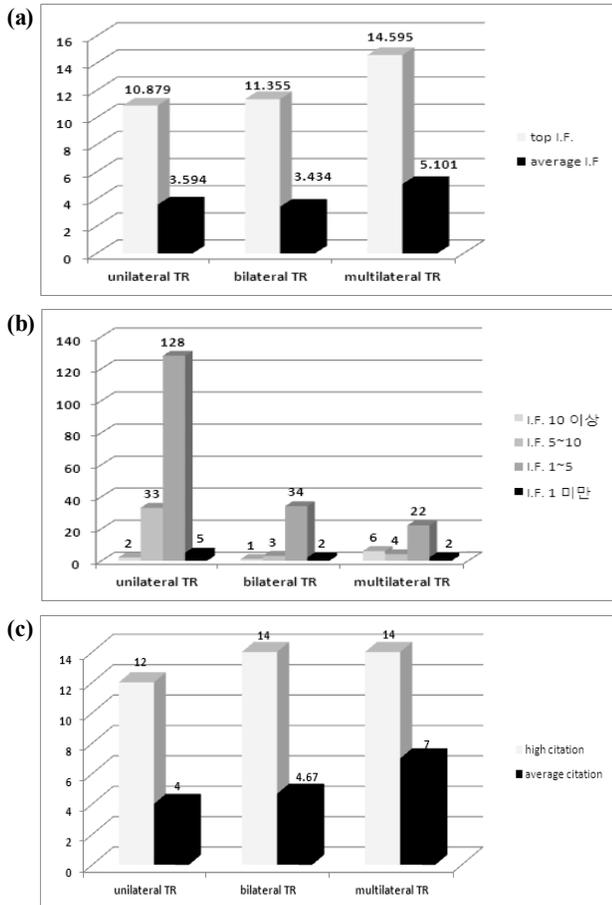


Fig. 7. (a) Status of paper performance by impact factor rating from 1 to 10. (b) Status of paper performance by a high and average impact factor. (c) Status of paper performance by a high and average times cited or citation.

3.4. 상위 피인용 및 평균 피인용 횟수 현황

질병중심 중개연구별로 피인용횟수 (times cited)가 가장 높은 논문을 파악하였다 (Fig. 7(c)). 피인용횟수는 해당논문이 당해연도에 다른 논문에 의해 인용된 횟수를 나타낸다. 피인용횟수는 인용문헌간의 관계분석을 위해 논문간의 인용관계를 분석하여 게재된 논문의 활용도를 평가할 수 있는 객관적인 지표이다. 단독중개연구는 피인용횟수가 12회, 협동중개연구 및 단독중개연구센터는 각각 14회로 조사되었다. 성과 분석 조사기간이 2년간의 짧은 연구기간에도 불구하고 각 프로그램에서 발생한 상위 논문이 10회이상 피인용되고 있음을 확인하였다. 단독중개연구에서 가장 많이 피인용되고 있는 논문은 SIRT1 regulates tyrosine hydroxylase expression and differentiation of neuroblastoma cells via FOXO3a (*FEBS letters*)은 연간 4번 피인용되고 있고, 협동중개연구의 논

문인 경우, suppression of NF-kappa B activity by NDRG2 expression attenuates the invasive potential of highly malignant tumor cells (*Carcinogenesis*)에서 연간 4.67번 피인용, 중개연구센터의 논문인 경우, intravascular ultrasound findings in patients with very late stent thrombosis after either drug-eluting or bare-metal stent implantation (*Journal of the American College of Cardiology*)으로 연간 7번 피인용되는 것으로 파악하였다.

3.5. 지원분야별 연구기관 논문 게재 현황

질병중심 중개연구 프로그램에서 발생한 논문의 연구기관 별로 논문게재 현황을 파악하였다. 연구기관은 연구개발에 산을 활용하여 실질적으로 연구개발과제를 수행하는 기관을 의미한다. 단독중개연구인 경우, 서울대에서 110건, 연세대 35건, 고려대 26건, 성균관대 25건, 이화여대 25건, 울산대 21건, 가톨릭대 19건이며, 협동중개연구인 경우 성균관대에서 27건, 경북대 23건, 서울대 19건, 연세대 14건, 고려대 12건이었으며, 중개연구센터인 경우 서울대 49건, 전북대 20건, 울산의대 14건, 성균관대 10건, 연세대 8건으로 분석되었다 (Fig. 8).

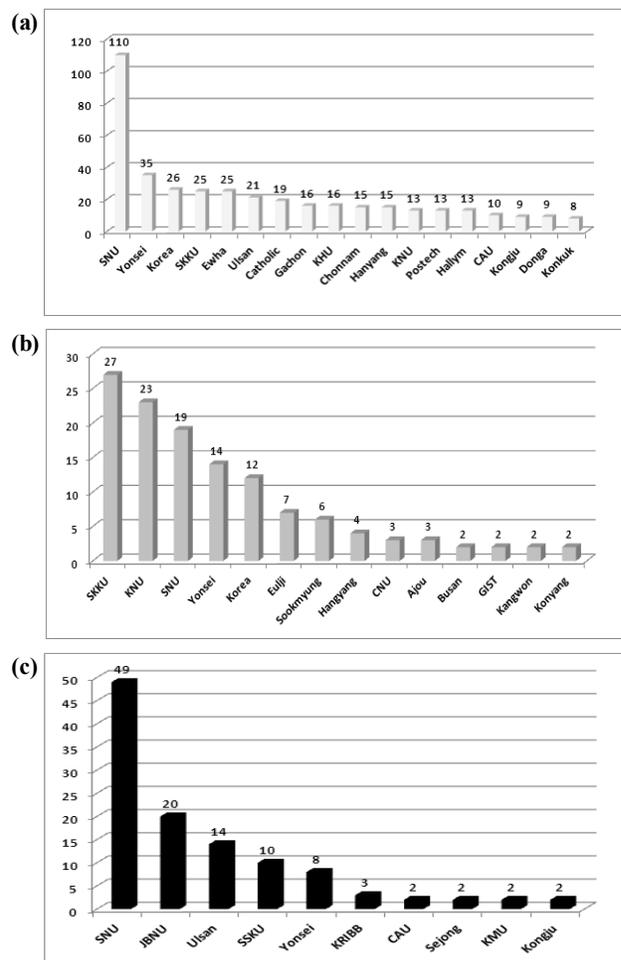


Fig. 8. Analysis of affiliation in published papers from TR programs (a) unilateral TR (b) bilateral TR and (c) multilateral TR.

3.6. 지역별 논문참여 현황 (단독중개)

연구자 소속기관의 지역위치에 따른 지역별 논문참여 현황을 조사하였다. 지역은 14개 광역자치단체별로 구분하여 단독중개연구에서 발생한 국내·외 논문 SCI를 대상으로 하였다. 서울 지역인 114건, 경기 22건, 인천 11건, 대전 10건, 광주 10건이었다. 서울, 인천, 경기 등의 수도권지역이 70.7%, 대전지역은 4.8%, 이외의 지방지역이 24.5%를 차지함을 확인하였다 (Fig. 9). 또한, 지역별-연도별 논문게재현황을 파악하였다. 지역별로 연도가 지날수록 논문게재가 많아짐을 확인하였지만, 서울 (54%), 대구 (75%), 경북 (60%), 경남지역 (50%)은 과제선정 다음연도인 2010년도에 논문게재율이 더 많음을 파악하였다. 전북, 울산지역은 2010년도에 모두 논문게재함을 확인하였다. 연구시작부터 현재까지, 지역별 피인용횟수를 조사하였다. 피인용횟수가 10이상인 지역은 서울 지역이며 1.4%의 비율을 차지하였으며, 5~10인 경우 서울, 경기, 전북, 인천, 울산지역이 3.4%, 1~5인 경우 충북, 전북을 제외한 12개 지역이 40.2%, 0인 경우는 14개 모든지역이 포함된 55%비율을 차지하였다.

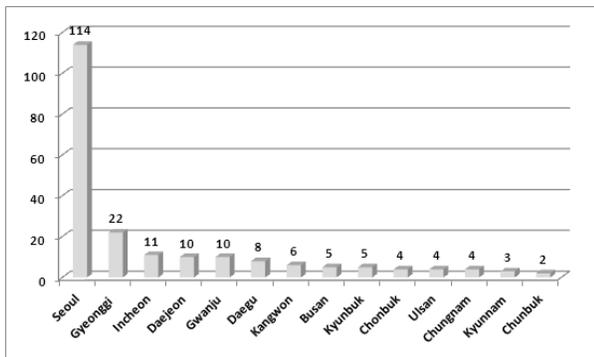


Fig. 9. Analysis of paper performance by region in unilateral TR.



Fig. 10. Analysis of regional cooperation for research in multilateral TR. Sources: KnowledgeMatrix program by KISTI.

3.7. 지역별 논문협력 현황 (협동중개)

기초과학자와 임상의학자간 협동연구를 지원하는 협동중개연구를 대상으로 지역별 논문협력 현황을 조사하였다. 서울지역을 중심으로 경기, 대전, 강원, 광주, 부산 지역의 연구자들이 긴밀한 협력관계를 맺고 있었으며, 경기지역은 강원, 대전과 공동연구를 진행하였음을 파악하였다. 대구지역은 서울, 대전과 공동연구를 진행하고 있었지만, 부산, 강원,

경기지역과는 협력연구가 진행되고 있지 않음을 분석하였다 (Fig. 10).

4. 결론

보건의료 R&D 기획 및 정책에 대한 기초자료 제공과 연구생산성 향상을 위해, 범학문적 인용색인 데이터베이스 기반의 계량정보학 (bibliometrics)에 의한 질병중심 중개연구의 효율적인 정량·정성 분석을 실시하였다. 중개연구 프로그램인 단독중개연구, 협동중개연구, 중개연구센터에서 연도별, 저자별, 소속기관별로 정량분석을 통해 논문성평가 양적으로 증가함을 확인하였다. 주제범주별 분석을 통해 기초과학과 임상의학분야의 논문성평가 발생함을 파악하였다. 또한, 피인용횟수별, 지역별 협력맵, citation map 분석항목을 대상으로 정성분석을 실시하여 질적 평가가 높은 논문의 군집화 (grouping) 및 선별 (selection)을 하였다. 성과분석결과를 바탕으로 보건의료연구개발사업 발전을 위해 다음과 같이 평가·정책 제언을 하고자 한다.

첫째, 연구개발 미시 (micro) 성과분석이 R&D 기획·평가·성과창출 환류시스템 (reflux system)에 반영될 수 있는 시스템이 필요하다. 기존 사업단위의 거시 (macro)성과분석을 특정분야 및 특정항목 단위의 미시 성과분석을 실시한다. 이를 통해, 실질적인 연구생산성 발전방안과 효율적인 R&D 기획 및 정책 시사점을 도출한다.

둘째, 양적성과 평가중심에서 질적성과 평가중심으로 전환이 필요하다. 종래의 SCI 논문수 등의 양적성과 평가중심에서 피인용횟수, h-index, g-index 등과 같은 다양한 질적성과 평가 지표를 활용한다.

셋째, 질적 평가가 높거나 피인용도가 높은 논문 및 연구자의 이력을 파악할 뿐만 아니라, 경제적·사회적 효과를 분석하여 이에 대한 연구지원 및 후속연구 대책을 마련한다. 질적평가 및 경제적·사회적 효과 분석에는 실질적이고 다양한 전문가 그룹을 구성한다. 전문가 그룹에는 후속연구를 특허화 할 수 있는 변리사, 기술이전을 가능하게 하는 기술거래사 및 기술가치평가사, 기술도입에 실질적 관심이 있는 산업계 임원 등으로 구성한다. 이를 통해 R&D기획이 평가·관리단계, 기술이전·사업화 단계, 수익창출 단계, R&D 재투자 단계로 원활히 연결될 수 있는 ‘기획중심 글로벌 R&D 시스템’을 구축한다.

본 연구에 있어서 연구생산성 논문 중심의 직접적인 성과 (output)에 한정하여 분석을 하였지만, 향후, 보건의료연구개발사업의 효율성 제고를 위해 특허성과를 포함한 경제적·사회적 영향, 기술이전·사업화 등의 바이오/보건기술 경제분석 (outcome for BT/HT-based economy)을 하고자 한다.

감사

본 연구는 보건복지부 보건의료연구개발사업의 지원으로 이루어졌습니다.

References

1. Biotechnology Support Act 10872 (2011).
2. Rader, R. A. (2008) (Re) defining biopharmaceutical. *Nat. Biotechnol.* 26: 743-751.
3. Beuzekom, B. V. and A. Arundel (2010) *OECD Biotechnology Statistics 2009*. OECD.
4. Biotechnology white paper (2009).
5. Health and Medical Service Technology Promotion Act 10996 (2011).
6. Kim, Y. J., T. H. Kim, C. S. Lim, and J. S. Kim (2007) A study on NTIS standard code and classification service development. *J. Cont. Assoc.* 376-380.
7. Park, S. J., K. H. Kim, and S. K. Jeong (2011) The study on the analysis of efficiency of governmental R&D programs regarding to the S&T outcomes. *J. Kor. Tech. Innov. Soc.* 14: 205-222.
8. Kim, E. J., M. W. Kim, and B. H. Hyun (2011) Portfolio and positioning analysis of national R&D programs in biotechnology. *J. Kor. Tech. Innov. Soc.* 14: 279-300.
9. Lander, B. and J. Atkinson-Grosjean (2010) Translational science and the hidden research system in universities and academic hospitals: a case study. *Soc. Sci. Med.* 72: 537-544.
10. Drolet, B. C. and N. M. Lorenzi (2010) Translational research: understanding the continuum from bench to bedside. *Transl. Res.* 157: 1-5.
11. Thornicroft, G., H. Lempp, and M. Tansella (2011) The place of implementation science in the translational medicine continuum. *Psychol. Med.* 41: 2015-2021.
12. Keramaris, N. C., N. K. Kanakaris, C. Tzioupis, G. Kontakis, and P. V. Giannoudis (2008) Translational research: from benchside to bedside. *Injury* 39: 643-650.
13. Ogilvie, D., P. Craig, S. Griffin, S. Macintyre, and N. J. Wareham (2009) A translational framework for public health research. *BMC Public Health* 9: 116.
14. Yu, D. (2011) Translational research: current status, challenges and future strategies. *Am. J. Transl. Res.* 3: 422-433.
15. Rogers, J., T. Carolin, J. Vaught, and C. Compton (2011) Biobankonomics: a taxonomy for evaluating the economic benefits of standardized centralized human biobanking for translational research. *J. Natl. Cancer. Inst. Monogr.* 32-38.
16. Sultana, S. R., D. Roblin, and D. O'Connell (2007) Translational research in the pharmaceutical industry: from theory to reality. *Drug Discovery Today* 12: 419-425.
17. Plebani, M. (2008) The changing scenario in laboratory medicine and the role of laboratory professionals in translational medicine. *Clin. Chim. Acta.* 393: 23-26.
18. Plebani, M. and F. M. Marincola (2006) Research translation: a new frontier for clinical laboratories. *Clin. Chem. Lab. Med.* 44: 1303-1312.
19. Kotlan, B., D. F. Stroncek, and F. M. Marincola (2009) Turning laboratory findings into therapy: a marathon goal that has to be reached. *Pol. Arch. Med. Wewn.* 119: 586-594.
20. Chow, S. C., S. K. Tse, and M. Lin (2008) Statistical methods in translational medicine. *J. Formos. Med. Assoc.* 107: 61-73.
21. Benbrook, D. M. (2006) Promise and problems of translational research. *Gynecol. Oncol.* 103: 14-17.