

# 독일 공인훈련직업(Anerkannte Ausbildungsberufe) – 의료공학기사/의료공학 엔지니어(Techniker/in – Medizintechnik) 훈련과정

정미경 독일 프랑크푸르트대학 경제학 박사

## I. 들어가는 글

유럽경제연구센터(Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung, ZEW)는 2015년 기준 독일의 히든챔피언이 1,500개사에 달하는 것으로 연구 결과를 발표했다. 1,500개의 히든챔피언 중 25%가 기계제조분야에 속하고 약 10%가 전자산업분야, 7%는 제약분야에 분포되어 있으며 의료기계, 금속상품제조, 화학, 금속제조 및 플라스틱 가공이 각각 5~6%를 차지하고 있다. 나머지는 서비스 업종의 히든챔피언이다(Rammer & Horn, 2015).

이 중 의료분야는 빠른 성장이 예측되는 미래산업분야이다. 독일을 비롯한 선진국 사회는 이미 고령사회로 진입하였고, 이는 의료서비스에 대한 수요를 높이고 있다. 이와 더불어 의료기계의 수요도 빠르게 성장하고 있다. 2020년까지 의료기계의 수요는 선진국의 경우 연 3~4%, 신흥공업국의 경우 연 9~16%까지 성장할 것으로 예측되고 있다. 이런 추세 속에서 의료공학분야는 글로벌 경제 위기하에서도 꾸준히 일자리가 창출되어 왔다. 병원과 의료기관은 이미 전문기술인력의 부족을 호소한 지 오래다. 독일의 의료공학은 전체 매출이 178억 유로에 달하며, 그중 2/3가 수출에 의해 달성될 정도로 세계시장이 매출에 결정적인 영향을 미친다. 또 이 분야는 지멘스 헬스케어(Siemens Healthcare), 프레제니우스(Fresenius)나 로흐 다이아그노스틱스(Roche Diagnostics)와 같은 소수의 대기업을 제외하고 중소기업이 압도적인 다수를 차지하고 있다. 1,250개의 의료공학 관련 기업 중 95%가 종사자 수 250명 미만의 중소기업체이다. 전체 종사자 수는 9만 8,900명이며 약 1만 개의 소기업에 75,000명이 종사한다. 그리고 이들은 유명하지는 않

지만 해당 분야에서 무시할 수 없는 세계시장의 리더들, 소위 히든챔피언이다(yourfirm, 2017).

본고에서는 이들 히든챔피언 중 의료기계분야의 핵심 직업 중 하나인 의료공학기사의 교육훈련 프로그램을 소개한다. 의료공학기사는 지금까지 소개했던 이원화 고등학교 과정의 직업훈련을 통해 취득하는 직업자격(Beruflicher Abschluss)보다 한 단계 높은 직업자격이다. 즉, 고급 직업자격(Hoherer beruflicher Abschluss)으로 마이스터(Meister) 자격과 비교될 수 있는 기사, 전문가, 기술자(Techniker)를 말한다. 그러나 일반 공업대학 과정에서 취득하는 엔지니어 자격증과 비교하여 이론의 비중이 적고 실질적인 기능의 비중이 높다. 우리나라의 교육체계와 비교하면 유네스코 국제교육수준기준(ISCED: International Standard Classification of Education)에 따라 전문대학 과정과 동급으로 비교된다. 그러나 교육의 목표와 내용에서 한국의 전문대학 과정과 독일의 기술자 훈련과정은 매우 상이하다. 즉, 독일의 기술자 훈련과정은 고급직업훈련과정인 반면, 한국의 전문대학은 단기대학 과정(Junior College)으로 분류될 수 있다(Jung, 2012).

의료공학기사는 일반적으로 먼저 전자공학 계열이나 금속 계열 직업자격을 획득하고 병원이나 의료기관에 취업하여 직업경험을 쌓은 뒤, 공식적인 향상 훈련과정인 전문학교에서 교육과 훈련을 받아 자격을 취득한다. 최근에는 이원화 대학 과정에 의료공학기사 과정이 학사 과정으로 제공되기도 한다. 이러한 이원화 대학에 입학하기 위해서는 인문계열 고등학교에서 최소 산업대학 입학자격증을 취득해야 한다. 이 경우 먼저 직업훈련을 받을 직장을 찾고 기업이 추천하는 이원화 대학에 입학하여 대학생활의 절반은 산업현장에서 훈련을 받고 나머지 절반은 대학에서 이론을 배운다. 의료공학기사의 훈련과정은 일반적으로 전일제로 직업학교를 다니게 될 경우 2년에 걸쳐 진행되는데, 학교의 이론학습과 현장의 훈련을 병행하는 경우 4년까지 연장될 수 있다. 직업자격을 취득한 의료공학기사는 병원, 보건의료센터(Gesundheitszentren), 의료기기 생산 기업 등에 근무하게 되며 초임은 세전 2,000~5,000유로, 약 240~604만 원에 달한다(Zagar, 2016).

## II. 의료공학기사의 업무

의료공학기사는 새로운 의료기기를 개발하고 생산을 계획하고 제조하는 데 참여한다. 아울러

병원이나 그 외 의료기관에서 의료장비의 설치, 시운전, 운영, 유지·보수를 책임지고 의료기기가 문제없이 작동되도록 관리할 책임이 있다.

의료공학기사의 업무를 구체적으로 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 의료공학기사는 적시에 의료장비의 안전을 점검하고 그와 관련된(법적으로 작성이 의무화된) 문서의 작성을 담당한다. 둘째, 의료장비와 해당 소프트웨어가 작동되도록 하여 환자에 대한 진단 및 치료와 관련된 데이터의 전송을 보장한다. 셋째, 의료기기와 장비의 적절한 작동을 위해 사용자들에게 사용 방법을 시현하고 교육을 실시한다. 넷째, 의료공학기사는 의료기기를 판매할 때 그들의 고객인 의사뿐 아니라 간호사, 행정 직원 등 병원의 다양한 구성원과 접촉하여 의료장비의 업무 투입 가능성과 사용 방법에 대한 조언 및 상담과 더불어 장비 사용의 경제성을 알려 주고 의료장비에 대한 조언을 제공하는 등 구매를 지원한다(Bundesagentur für Arbeit, 2017b).

### Ⅲ. 직업훈련 과정 및 프로그램

#### 1. 학력 및 그 외 전제 조건

##### 가. 학력

의료공학기사가 되기 위해 전문학교(Fachschule)에서 직업훈련을 받으려는 자의 자격은 중학교를 졸업한 후 최소 2년에 걸쳐 국가공인 직업훈련자격을 취득하고 최소 1년간 유관직업에서 직업경험을 쌓은 경우, 또는 국가공인 직업자격을 취득하지는 않았으나 해당 직업에서 7년 이상의 직업경험을 쌓은 경우이다. 한편 이원화 대학 과정에서 의료공학을 수학하려는 자는 일반 인문학교나 직업계열 인문학교를 졸업한 후 최소한 산업대학 입학자격을 소지하거나 의료공학 관련 기업에서 훈련생 계약을 체결한 경우이어야 한다(Zagar, 2016).

의료공학기사 훈련과정에서 중요한 교과목은 수학, 물리학, 기술, 그리고 영어 과목이다. 수학은 신체지표를 측정하는 데 필요한 소수, 분수, 백분율, 비례 계산에 유용하다. 또 의료공학은 기

본적으로 물리학적 기초 위에 정립되어 있으므로 열역학이나 방사선물리학과 같은 물리적 법칙과 관계에 대한 이해가 필요하다. 이와 더불어 마이크로컴퓨터공학, 의료계측공학, 의료기기공학 등을 배우게 되는데 이를 위해 기술적인 이해가 필요하다. 또, 의료공학기사가 접하는 기기나 장비의 사용설명서, 관련 전문서적은 대부분 영어로 작성되어 있으며 영어가 어원인 전문용어를 자주 접하기 때문에 영어에 대한 지식이 전제가 되어야 한다(Bundesagentur für Arbeit, 2017b).

### 나. 건강, 자질, 능력 조건

의료공학기사가 되고자 하는 훈련생은 해당 업무에 적합한 건강 조건을 갖추어야 하고 해당 분야에 관심이 있어야 하며, 해당 업무에 적합한 사회성, 태도, 능력, 지식 및 숙련이 전제되어야 한다.

#### (1) 건강

의료공학기사직을 수행하기 위해서는 기계, 전기, 전자적 부속품이나 어셈블리를 조립할 수 있도록 팔과 손의 기능이 원활해야 한다. 또 작은 부분품 내의 문제나 방해 요소를 제거할 수 있도록 손과 손가락의 민활함이 요구된다. 그리고 일상적인 언어소통능력 뿐 아니라 인공호흡기의 사용법과 같이 복잡하거나 섬세한 전문용어를 설명하는데 필요한 원활한 언어기관의 건강이 필요하다. 교정시력을 포함하여 기술 문서와 제품에 대한 표준 및 규정 같은 것을 읽을 수 있는 시력, 의료기기나 설비에 대한 고객의 전화 문의에 답할 수 있는 청력과 언어 이해력이 필요하다. 아울러 직원들을 지휘하는 임무를 맡거나 훈련생과 전문기술인력에게 업무를 지시하고 업무 동기를 부여하는 등의 업무에 대한 부담을 감당할 만한 신경정신적 건강이 필요하다.

#### (2) 훈련생의 관심, 업무 태도 및 사회성 관련 조건

의료공학기사직을 지원하는 훈련생은 의료기기와 설비를 개발하거나 결함을 조사하고 솔루션

을 찾아 제거하는 것과 같은 이론적이고 추상적인 업무에 대한 관심, 상세하고 정확한 의료장비 제조에 대한 데이터의 문서화 및 데이터 수집, 의료기기와 의료 기계 및 장비에 대한 주의 깊은 테스트 및 모니터링 등 조직적 업무나 테스트 업무에 대한 관심, 고객에게 의료기기와 설비에 대해 설득력 있게 홍보를 하는 것과 같은 영업 활동에 대한 관심, 초음파 기계와 컴퓨터 단층 촬영기 및 환자 모니터링 장치 또는 주입 펌프와 같은 기술 장비의 유지·보수 및 수리 작업을 수행하는 것과 같은 실용적이고 구체적인 활동에 대한 관심을 갖는 것이 중요하다.

또 일반적으로 모든 직업에 필요한 신뢰성, 시간 엄수, 정직, 비판적 사고력, 적절한 매너 등과 같은 업무 태도와 사회성 이외에도 컴퓨터 단층 촬영기의 유지·보수 및 수리와 같은 어려운 기술적 업무에 기꺼이 적극적으로 임할 수 있는 실행력과 헌신성, 새로운 의료기기와 장비의 지루한 개발 과정에 참여할 수 있는 참을성과 목표지향성, 기술적인 문서를 정확하게 평가하고 의료기기를 올바르게 설정하는 조심성, 환자를 위험에 빠지지 않게 하기 위해 의료기기와 장비를 오류 없이 수리하고자 하는 책임감, 병원의 기술적인 서비스를 스스로 계획하고 집행하는 자발적인 업무 자세, 다양한 업무 간 로테이션, 병원의 의료기기 서비스에서 업무 공간의 변화를 수용할 수 있는 유연성, 의료공학분야 신기술을 흡수하고자 하는 배움의 자세, 예상치 못한 지연으로 시간적 압박을 받는 상황을 감당하고 직원, 경영진, 고객의 다양한 요구를 동시에 만족시킬 수 있는 심적지구력, 의료기기의 사용과 투입에 대해 자세하면서도 개별 고객 맞춤형의 상담을 수행하고자 하는 고객지향성과 서비스지향성, 의료기기 판매 시 고객에게 제품과 판매 조건에 대한 협상을 효과적으로 진행하는 협상 기술, 새로 개발된 의료기기의 도입을 업체의 리더에게 논리적으로 설득하는 관찰 능력, 직원에 대한 전문적인 지시와 지원, 작업 과정을 내용적·시간적으로 계획하고 방향 설정을 하는 지도력 등이 필요하다.

### (3) 능력, 지식, 숙련의 전제

의료공학기사가 되기 위해서는 다음과 같은 능력, 지식, 숙련의 조건을 갖추어야 한다. 평균 이상의 지적 능력과 의료기기의 기능을 분석하고 오류를 진단할 수 있는 평균 이상의 의료공학적인 추상적·논리적 사고력, 평균 이상의 계산 능력, 새로운 의료기기와 장비의 설계를 살펴보고

제작 및 적용할 수 있는 평균 이상의 공간적 상상력, 의료공학분야의 광범위한 지식을 취득하고 보유 할 수 있는 인지력, 의료기기와 장비의 유지·보수, 수리, 그리고 안전 검사를 수행할 수 있는 기술적 이해력, 투입된 생산 수단의 경제성을 고려할 수 있고 의료기기를 판매할 수 있는 영업 능력, 병원의 에어컨이나 위생 관련 분야에서 기술적 서비스를 계획하고 수행할 수 있는 계획 수립 능력 및 조직력 등이 필요하다. 또 손가락의 민활함, 눈과 손의 공조성, 수공업적 재주도 업무 수행에 필요하며 계산력, 구어적 표현에 대한 이해력, 구어적 표현력, 텍스트 이해력, 문서 작성에 필요한 맞춤법과 문장력도 필요하다.

여기서 요구하는 능력, 지식, 기술상의 전제는 해당 분야에서 평균적이며 전형적인 의료공학기사의 능력, 지식, 숙련의 정도에 따른다(Bundesagentur für Arbeit, 2017b).

## 2. 의료공학기사의 공식적 향상 훈련 - 법과 제도

의료공학기사 훈련과정은 전문학교에서 2년간 진행되거나 학교와 현장으로 나뉜 이원화 제도 하에서 4년간 진행된다. 주정부의 전문학교 규정에 따라 훈련기간은 연장될 수도 있고 단축될 수도 있다. 또한, 전문학교에서 받는 교육 내용은 주정부 법에 의해 정해진다.

### 가. 의료공학기사의 교육훈련 프로그램

의료공학기사가 되기 위해 전문학교에 입학하는 훈련생은 일반적으로 전자나 금속분야의 직업훈련을 종료하고 근무 경력이 1년 이상 되는 경우이거나 학업과 병행하여 전자나 금속분야의 직업훈련을 받아야하는 경우이다. 그중 전자분야에서 직업훈련을 받는 사람은 비즈니스 또는 테크니컬 커뮤니케이션, 작업의 조직과 계획, 작업 결과의 평가, 전기장비의 설치 및 연결, 전기적 기능과 시스템의 측정과 분석, 자동화 장비의 설치, 전기 설비 및 장비의 안전성 평가, 기술과제 분석 및 솔루션 개발, 자동화 시스템의 설정 및 프로그래밍, IT 시스템의 설정과 설치, 고객 상담 및 지원, 서비스의 제공, 자동화 시스템의 시운전과 테스트, 그리고 자동화 시스템의 최적화 및 유지·보수 프로그램에 대한 훈련을 받는다(Bundesagentur für Arbeit, 2017a).

## 세계의 직업교육훈련

전문학교나 이원화 대학에서 이루어지는 의료공학기사의 교육훈련 내용은 먼저 전공과 관련된 영역에서 생체신호 수신과 처리 및 생체 의학적 측정 방법의 적용과 같은 의료기술 방법의 적용, 의료기기의 설치·작동·사용, 의료기술 공급 시스템의 설계 및 운영, 디지털 신호 처리 모듈의 기능 분석 및 오류찾기와 제거, 기계제조품의 점검, 폐쇄 루프의 환경 설정 및 자동 측정 방법의 적용 등에 대해 배운다. 그리고 일반적인 학습 내용으로 경영학, 사회학, 영어를 학습한다. 전문학교에 따라서 방사선 보호 과정과 같은 추가 과정을 제공하기도 한다.

표 1. 주정부 전문학교 규정에 따른 전문학교의 교육훈련 과목 및 시간 배정

(단위: 한주당 시간)

분류	과목	기본과정	전문과정
교양필수	비즈니스 커뮤니케이션	3	2
	업무영어	3	3
	경영학	3	3
전공필수	공업수학	4	0
	자연과학기초	3	0
	전기공학	4	0
	전자공학	2	4
	통신공학	4	3
	측정 및 제어공학	0	2
	의료공학	4	5
	보건의료개론	4	0
	병원운영공학	0	2
	공학적 작업	0	4
전공선택 과목	-	2	6
선택 과목	-	4	6
전체	-	40	40

출처: Bundesagentur für Arbeit(2017b).

시간 편성은 위와 같이 교양필수 과목에서 기본과정 9시간, 전문과정 8시간이 배정되어 있고 전공필수 과목의 경우 기본과정 25시간, 전문과정 20시간이 배정되어 있다. 전공선택 과목과 선택 과목을 합쳐 전체 기본과정이 40시간, 전문과정이 40시간으로 편성된다(Bundesagentur für Arbeit, 2017b).

## 나. 훈련 시 재정 지원

의료공학기사가 되기 위해 이원화 대학에 다니며 훈련생으로 취업한 경우 기업은 훈련생에게 훈련 1년 차에 800~900유로, 훈련 2년 차에 900~1,000유로, 훈련 3년 차에 1,000~1,100유로를 지급한다(Zagar, 2016).

훈련을 병행하지 않고 전일제로 전문학교 과정을 이수하는 경우 그간 향상 훈련에 대한 월급은 지급하지 않는다. 그러나 국가에서 운영하는 전문학교는 수업료가 없고 훈련생은 승진승급촉진법(Aufstiegsfortbildungsförderungsgesetz)에 의해 승진훈련지원금을 신청할 수 있다. 지원금은 수당의 형태로 지급되는 부분과 대출금 형태로 지급되는 부분으로 나뉘어 있다. 대출금 형태로 지급되는 지원금은 지원이 종료된 후 2~4년 안에 상환해야 하는데 상환금은 한 달에 125~500유로이며, 금리는 시중금리에 비해 저리이다. 또 재능이 있는 젊은 기술자들에게는 승진훈련에 대해 장학금이 지급되기도 한다(Bundesagentur für Arbeit, 2017b).

## IV. 의료공학기사 직업훈련의 종료와 직업 전망

### 1. 졸업시험

의료공학기사가 되고자 하는 전문학교의 훈련생은 주정부의 전문학교 규정에 근거하여 해당 시험감독청의 감독하에 시험을 치르게 된다. 그리고 시험에 합격하면 의료공학기사 자격을 취득한다. 시험은 필기시험, 실기시험, 구두시험으로 나뉘어 진행된다. 일반적으로 필기시험 과목은 비즈니스 커뮤니케이션, 비즈니스 영어, 전자공학, 통신공학, 의료공학이다. 필기시험의 점수가 좋지 않은 경우 필기시험을 보완하는 방법으로 구두시험을 추가적으로 볼 수 있다. 실기시험에서는 의료공학적인 작업을 시험한다. 시험에 합격한 훈련생은 국가공인 의료공학기사 자격을 취득한다(Bundesagentur für Arbeit, 2017b).

### 2. 의료공학기사의 월급

의료공학기사의 전형적인 세전 기본급은 공공기업의 경우 2,544~4,120유로에 달하고, 개인 사업체의 경우 3,294~3,723유로에 달한다. 물론 의료공학기사의 월급 수준은 양성훈련이나 향상 훈련, 직장경험, 직무책임, 지역, 기업 특성에 따라 달라진다. 의료공학기사의 세전 월급은 최저 2,000유로이고 일부 의료기기 판매 담당의 경우 세전 월급이 8,000유로에 달한다. 모든 엔지니어 직업중 의료공학기사의 월급이 가장 높은 편이며, 전체 직업 중에서도 의료공학기사는 가장 돈을 잘 버는 5개 직업 중 하나로 꼽힌다(Bundesagentur für Arbeit, 2017; Zagar, 2016).

### 3. 향상 훈련, 고등교육의 기회 및 취업 전망

전문학교 과정이나 이원화 대학을 성공적으로 마치고 의료공학기사 자격을 획득하면 대부분 곧바로 취업한다. 일반적으로 기업이 정규직으로 입사시키기 위해 훈련과 교육이 종료되기를 기다리는 경우가 대부분이다. 업무분야는 의료기기나 장비의 구매 및 관리, 생산계획, 통제, 품질관리, 설계, 제조, 판매, 유지·보수, 수리 등이다. 의료공학기사는 일반적으로 직장생활을 하면서 의료공학, 측정기술, 품질관리, 팀관리분야에 향상 훈련을 받는 경우가 대부분이다.

현재 의료공학분야의 기술은 3D 프린터로 인공혈관을 생산할 수 있는 단계까지 도달했다. 이러한 기술의 발전으로 의료서비스의 디지털화 과정에서 의료공학과 의료정보학의 공동작업의 필요성이 높아지고 있어 이 분야에서 향상 훈련의 잠재력이 높은 것으로 판단된다. 또, 학사나 석사 과정에 등록할 수도 있고 석사 과정을 종료했을 때 취업을 하거나 공학자로서의 길을 선택할 수도 있다. 또한 의료기기 상담 및 자문업, 의료기 판매 대리점, 의료기 제조 판매업 등의 개인사업을 할 수도 있다 (Bundesagentur für Arbeit, 2017b; Zagar, 2016). 

### 참고문헌

- Bundesagentur für Arbeit(2017a). Elektroniker/in - Automatisierungstechnik(Industrie), Duale Ausbildung. (<https://berufenet.arbeitsagentur.de/berufenet/faces/index?path=null/kurzbeschreibung/ausbildungsaufbau&dkz=15630&such=Elektroniker%2Fin+-+Automatisierungstechnik+%28Industrie%29>)(검색일: 2017.02.18.)
- \_\_\_\_\_ (2017b). Techniker/in - Medizintechnik, Technikerweiterbildung.(<https://berufenet.arbeitsagentur.de/berufenet/faces/index?path=null/kurzbeschreibung&dkz=6047&such=Techniker%2Fin+-+Medizintechnik>)(검색일: 2017.02.01.)
- Jung M. K.(2012). University or job training: Korea, and Germany compared, Educational Research Vol. 3(11), pp. 879~897.
- Rammer, C. & Horn, N.(2015). Hidden Champions –Driven by Innovation Empirische Befunde auf Basis des Mannheimer Innovationspanels, Dokumentation Nr. 15-03, Zentrums für Europäische Wirtschaftsforschung(ZEW).(http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/docus/dokumentation1503.pdf(검색일: 2017.02.03.)
- yourfirm(2017). Zukunftsbranchen, Deutschlands Branchen der Zukunft.(http://www.yourfirm.de/zukunftsbranchen)(검색일: 2017.02.01.)
- Zagar, S.(2016). Gehalt & Verdienst Medizintechnik.(<https://www.ausbildung.de/berufe/duales-studium-medizintechnik/#ueberblick>)(검색일: 2017.01.05.)