



의료실 접지 및 배선의 적용실태와 개선방안

오청환 (고려대학교 구로병원 시설팀 전기부 팀장)

1 개요

병원은 특수한 기능을 겸비한 많은 시설물의 종합체라고 볼 수 있으며, 이는 일반 건축물이 추구하는 안정성과 쾌적성 향상을 실현하기 위한 복잡한 설비들의 토대 위에 IT(정보기술), BT(생명공학 기술)를 응용한 고도의 첨단 의료 장비가 사용되고 있다.

의료분야에서 의공학 기술의 빠른 발전은 병원에서 많은 의료용 기기의 활용을 촉진시키고 있다. 그 결과 수술실, 중환자실, 진료실, 병실 등에서 전기를 사용한 의료기기가 평소에 빈번하게 사용되고 점점 기능도 다양하고 복잡해지며 숫자도 늘어나고 있다.

의료기기는 체력이 약해져 있거나 마취 등으로 몸이 구속된 상태의 환자에게 직접 또는 근접상태에서 작동하여 생명유지를 담당하는 중요한 역할을 하고 있다.

이러한 의료용 장비 운용에 따른 의료기기의 운전 미숙과 의료 장비 및 시설물의 노후화로 인한 누설전류가 환자에게 치명적 사고로 발전할 수 있다. 그러므로, 의료실 접지와 배선은 일반 접지와 배선보다는 더 고도의 시설이 요구되어 의료실 접지 및 배선의 시스템은 완벽한 설계와 시공과 시설유지가 되어야 한다.

이는 하나의 건물 내에 여러 가지 전기설비가 되어

있는 경우 모든 전기, 전자기기의 접지를 일괄 접속하는 일률적인 공통접지(common grounding) 또는 등전위접지(equipotential grounding) 등으로 예상하지 못했던 문제점들이 나타나기도 하기 때문에 의료장비 및 ME기기의 운용 시 작업자에 대한 안정성과 효율화를 위해서는 의료접지와 배선방식에 대한 검토와 이해가 우선시되어야 한다. 따라서 이러한 전기기기시스템의 안정성, 신뢰성은 보다 정밀하고 세심한 고도의 기술이 요구된다.

병원에서 한 명의 환자에 대하여 여러 대의 ME기기를 사용하고 있는 경우 각각의 ME기기가 완전히 보호접지되어 있어도 접지점의 전위가 다르면 전위차가 생기고 ME기기 간에 전류가 흐르게 된다. 이때 ME기기에 의한 마이크로 쇼크가 발생한다. 이는 기기에 국한되지 않고 환자 주위에 있는 도전성부분과 전위차가 생기기 쉬운 환경이 많기 때문에 위험하며, 이 때문에 전위차가 발생하지 않도록 등전위 접지가 필요하게 된다. 즉 일반적으로 감전 보호 측면에서 누설전류는 수 [mA]인데 반해 의료용 설비에서는 0.1 [mA]이하의 적은 전류에도 일어날 수 있는 사고에 대비하여야 한다.

중환자실 · 관상동맥질환 집중치료실 · 흉부수술실과 검사실에는 의료용 접지센터 설치에 따른 정격적

인 접지 시설물 점검과 의료용 전기기기의 절연상태의 점검이 필요하기 때문에 각 분야의 의료담당자, 전기기술자·의공기술자 등이 수시로 문제가 생기지 않도록 서로협조 하여 안전대책을 유효적절하게 분담하여야 한다.

특히 의료기기에 의한 감전방지대책으로는 해당되는 의료실 마다 접지 분기선 수가 많아지고 있어 길이를 짧게 해야 하는 경우에는 복수개의 접지센터를 설치해야 한다. 이는 병약한 상태의 환자를 전기적인 위험으로부터 보호하고자 하는데 목적이 있기 때문이다. 의료실에는 원칙적으로 접지방식·비접지 방식이 적용되고 있으며, 통상적으로 안전하다고 하는 접지 배선 시설은 정상인의 경우이고 병약한 환자의 경우에는 작은 전기적인 쇼크에 의하여도 쇼크사하는 경우가 있어 비접지 전로를 채용하고 누설전류를 감지할 수 있는 LIM 등의 보호 장치의 시설과 전위차에 의한 정전기 발생을 방지하기 위한 등전위 접지를 선택함으로써 정전기에 의한 쇼크사를 방지하여야 한다. 위와 같이 의료실내 전기시설의 가능성 있는 위험 전류치를 감지하여 신속히 대처함으로써 환자의 치료에 안정성을 확보하는 최적의 의료실 접지 및 배선 시스템이 유지되어야 한다.

본 고에서는 병원의 의료실 접지 및 배선의 적용 실태에 대한 실태 조사 결과를 중심으로 개선방안에 대해서 알아보려고 한다.

2. 조사대상 및 방법

의료접지 적용실태 파악을 위하여 종합병원규모를 조사대상으로 설문지를 발송한 결과 35개 병원에서 설문지 회수가 되었고, 응답자의 신뢰성을 확인하기 위한 응답자의 기술자력에 대한 조사에서 모두 전기산업기사 이상의 자격을 보유한 전기안전관리자로서 병원전기업무의 책임자급이었으며, 병원의 규모는 초 대형병원인 1000베드 이상이 6개 병원, 대형병원인

500베드 이상이 27병원, 400베드 규모 2개 병원, 총 35개 대형병원이 설문조사에 답하였다.

3. 의료실 접지 및 배선의 실태 설문조사 결과

3.1 설치 장비의 적용 실태 및 분석

가) 귀하의 병원에 설치된 비접지 절연변압기의 종류는?

그림 1은 절연변압기의 종류에 대한 실태를 나타낸 것이며, 전기설비 기술 기준 3항과 내선규정 661-5에 절연변압기의 시설은 단상 2선식의 비접지 절연변압기를 설치하도록 규정하고 있다.

설문조사의 결과 치는 54(%)가 적당하게 적용하고 있는 것으로 조사되었고, 46(%)가 단상 3선식 사용과 혼용 사용되는 것으로 나타났다.

단상변압기가 아닌 단상 3선식 비접지 절연변압기를 사용할 경우 회로의 누설 시 중성선을 통한 중첩으로 한 회로 이상 시 건전상의 회로에 이상이 감지되는 문제점이 발생한다. 단상3선식 비 접지 절연변압기를 사용하는 곳은 설치연도가 오랜된 병원으로 나타나고 있었다.

나) 귀하의 병원에 설치된 비 접지 절연변압기의 용량은?

그림 2는 절연변압기의 용량에 대한 조사 결과이며, 전기설비 기술 기준 3항과 내선규정 661-5의 비 접지 절연변압기의 용량은 7.5(KVA)를 초과하지 않아야 한다고 규정하고 있다.

설문지 조사에 의하면 비접지 절연변압기의 용량이 10(KVA) 이상이 11곳이 31(%)로 조사되어 절연변압기의 용량의 규정을 초과하는 것으로 조사되었다.

절연변압기의 용량이 7.5(KVA)를 초과할 경우 대지정전용량이 300(pF)로 규정되었기에 누설전류의 제한치가 초과할 수 있다.

기술해설

때문에 의료실의 전기사용량이 7.5[KVA]를 초과할 경우에는 절연변압기를 분할하여 추가 설치할 필요성이 있다.

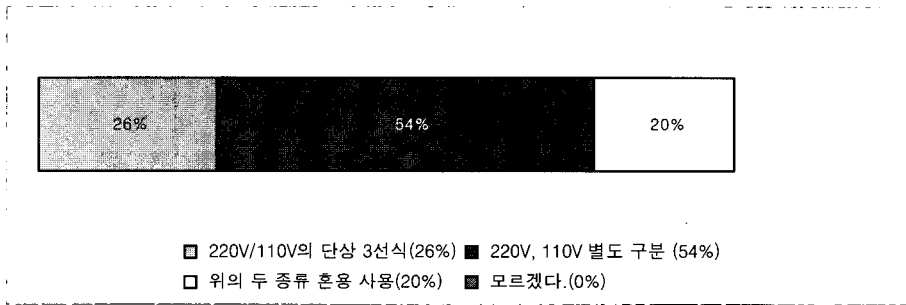


그림 1. 절연변압기의 종류

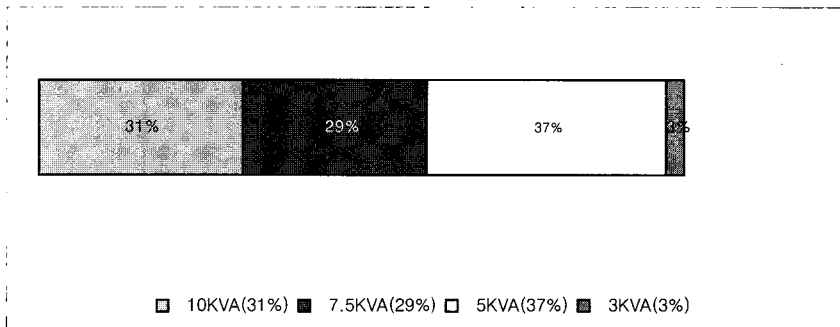


그림 2. 절연변압기의 용량

다) 귀하의 병원에 설치된 절연변압기 LIM의 누설 전류 경보 조정치는?

전기설비 기술 기준 3항과 내선규정 661-5의 비접지 절연변압기전로의 전원측에는 상시누전을 감시하여 경보하는 절연감시장치(LIM)를 설치하고 지락전류의 값이 2[mA]가 되면 경보장치가 동작되게 규정되어 있다.

설문지 조사치에 의하면 절연감시장치(LIM)의 경보설정치가 2[mA]로 되어있는 곳이 11[%]이고 5[mA]로 설정된 곳이 71[%]로 나타났다.

국내 규정에는 2[mA]를 기준으로 하나 전기안전

공사의 병원전기설비의 접지방식 지침(ESG-1005)와 외국의 규정(NEC. 517절 160)이 5[mA]로 되어 있고 대다수 국내설치 제품들이 외제품 도입설치로 되어있어 국내규정에 위배되기 때문에 5[mA]의 설정이 안전하다는 외국 규정의 현실적 반영이 필요한 것으로 나타났다.

2) 의료실 접지 및 배선의 설계와 시공의 적용실태 분석

가) 비접지 절연변압기와 절연감시 장치의 2차회로 전선의 종류는?

병원전기설비의 접지방식 지침(ESG-1005)의 등전위접지 분기선의 시설을 적용시키면 전선의 사용은 누설전류량이 다르기 때문에 비닐절연전선(IV) 보다는 가교폴리에틸렌절연 비닐스케이블(CV)을 사용하는 것이 바람직하다고 권장하고 있다.

설문지 조사치는 35[%]만이 가교폴리에틸렌절연 비닐스케이블(CV)을 사용하는 것으로 나타나 규정에 대한 인식이 미약한 것으로 나타났다.

나) 비접지 절연 변압기와 절연 감시 장치의 2차회로 배선의 배관은?

병원전기설비의 접지방식 지침(ESG-1005)의 등전위접지 분기선의 전선관의 재질은 경질비닐관이나 금속관을 사용하는 것이 바람직하다고 권장하고 있는데 설문지 조사치에 94[%]가 적용하고 있는 것으로 나타났다.

3) 비접지 절연변압기의 운영실태 및 분석

가) 비접지 절연변압기와 절연감시 장치의 2차회로의 부하는?

비접지 절연변압기와 절연감시 장치의 2차회로의 부하는 의료용 전원만을 사용하여 누설전류에 대한 관리가 이루어지고 있는가하는 설문에 대하여 90[%]가 의료전원 전용으로 사용되는 것으로 조사되었다.

나) 비접지 절연 변압기와 절연감시 장치의 경보알람의 관리?

비접지 절연 변압기와 절연감시 장치의 경보알람의 관리는 병원전기설비의 접지방식 지침(ESG-1005)의 제 7장 보수 및 관리 702절에 매주 1회 동작시험을 하도록 규정되어 있는데 설문지의 1달에 1회 이상 작동시험관리가 43[%]로 나타나 전체적으로 적극적인 관리가 되지 않는 것으로 나타났다.

다) 비접지 절연 변압기와 절연 감시 장치의 2차 회로에 사용하는 부하의 관리는?

비접지 절연 변압기와 절연 감시 장치의 2차 회로에 사용하는 부하의 관리에 대해서는 설문지 조사결

과 57[%]만 관리한다고 하여 관리운용에 대하여 낮은 관심을 나타내고 있다.

라) 비접지 절연 변압기와 절연 감시 장치의 2차 회로에 연결코드를 사용여부?

비접지 절연 변압기와 절연 감시 장치의 2차 회로에 연결코드를 사용여부에 대한 설문에 대하여 43[%]가 사용하지 않는다, 23[%]가 사용하지만 길이를 제한한다고 조사되어 67[%]만 2차회로의 누설 전류에 대하여 관리하는 것으로 조사되었다.

4. 의료실 첩지 및 배선의 개선방안

4.1 법과 제 규정의 개선방안

1) 전기설비 기술기준에 의료실에 대한 구체적 분류와 적용범위가 정확하게 명시되지 못하여 적용대상 에 대한 명확한 제시가 전기설비 기술기준 및 내선규정에 제시되지 못하고 안전공사의 병원전기설비의 접지방식 지침(ESG-1005)의 203절 의료실별 적용기준 표 1에 제시하고 있어 전기설비 기술기준에 의료실이라는 막연한 기준이 아닌 구체적 분류가 필요하다.

2) 비접지 절연 변압기회로의 절연감시장치(LIM)의 경보설정치가 전기설비 기술기준에 2[mA]로 되어있는데 전기안전공사의 병원전기설비의 접지방식 지침(ESG-1005)와 외국의 규정(NEC. 517절 160)이 5[mA]로 되어 있고 대다수의 설치된 제품들이 외국제품의 도입설치로 되어 있어 국내규정에 위배되기 때문에 5[mA]의 설정이 안전하다는 외국 규정의 현실적 반영이 되어야 한다.

3) 비상전원에 대한 규정 제시는 병원 전기 설비의 안전 기준(KS C 0913)의 6.비상 전원에 일반 비상 전원, 특별 비상 전원, 순간 특별 비상 전원으로 분류하여 제시하고 있다.

병원 전기 설비의 안전 기준 [KS C 0913]은 법적 규정이 없는 발주처의 선택사항이나 건강보험심사평

기술래설

가원(집중치료실급여 적정성 평가)과 보건복지부, 한국보건산업진흥원(의료기관 서비스 평가)에서 병원의 평가에서 요구하는 비상전력체계 관리범위인 응급실, 중환자실, 수술실, 회복실, 분만실, 신생아실에 작동여부를 체크하는 사항과 연계하여 법과 제규정에 반영되어야 한다.

4.2. 설계 및 시공의 개선방안

1) 비접지 절연 변압기의 용량과 절연감시장치(LIM)의 경보설정치가 전기설비기술기준에 명시되었음에도 제규정에 위배된 설계 및 시공 사례가 많으므로 제품의 제작 및 외제품의 도입 허가때 기준이 필요하다.

2) 전기설비 기술기준에는 의료실에 사용되는 전선 및 전선관의 규격이 제시되지 못하고 병원 전기설비의 안전기준(KS C 0913)과 전기안전지침 부하설비편인 병원전기설비의 접지방식 지침(ESG-1005)에 제시되어 있어 설계 및 시공에 적용시키기 위해서는 전기설비 기술기준에 명시가 필요하다.

3) 병원전기설비의 접지방식 지침(ESG-1005), 302절의 아)항에 중환자 치료구역의 각 침대당 적어도 6구이상의 수구를 규정하고 그 해설에서는 16~20개의 수구를 설치하게 기술되어있으나 건강보험심사평가원은 대한중환자의학회의 의견을 따라 병상당 11~17개(권장 18개 이상)확보로 되어있어 이에 대한 법 및 규정에 일괄된 명시가 필요하다.

4.3 의료실 전기설비의 운영상의 개선방안

비접지 절연 변압기와 절연감시 장치의 경보알람의 관리는 병원전기설비의 접지방식 지침(ESG-1005)의 제 7장 보수 및 관리 702절에 매주 1회 동작시험을 하도록 규정하고 있으나 실질적 관리가 되고 있지 않으며 의료실의 접지 및 배선방식에 따른 이해가 부족한 것으로 조사되었다

이에 대한 개선방안으로 의료실의 접지 및 배선과 관련된 설비의 관리를 위해서는 전력기술인협회에서 실시되는 설계, 시공, 감리의 보수교육과 직무교육을 병원건축물에 대한 특화가 필요하며 특히 병원건축물의 전기안전관리자 및 안전담당자의 교육이 전력기술인협회와 병원협회가 연계된 교육프로그램의 체계적 관리가 필요하다.

◇ 저 자 소개 ◇



오청환(吳淸煥)

1960년 8월 25일생. 2006년 고려대학교 공학대학원 전기과 졸업(석사). 건축전기설비기술사 취득. 현재 고려대학교 구로병원 시설팀 전기부팀장. 고려대학교 구로병원 신축 및 리모델링공사 감독.