

방사성옥소(I-131) 운반용기의
표면오염에 관한 연구

연세대학교 보건대학원

산업보건학과

신 규 설

방사성옥소(I-131) 운반용기의
표면오염에 관한 연구

지도 노 재 훈 교수

이 논문을 보건학 석사학위 논문으로 제출함

2002년 6월 일

연세대학교 보건대학원

산업보건학과

신 규 설

신규설의 보건학 석사학위논문을 인준함

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

연세대학교 보건대학원

2002년 6월 일

감사의 글

인생은 결코 관념이 아니라 엄숙한 실천과 노력 속에서 얻어지는 보람이라고 생각하며 많은 두려움과 설렘 속에 학교생활을 시작한지 엇그제 같은데 벌써 논문을 쓰고 감사의 글을 쓰게 되니 시원하기도 하고 아쉬운 마음이 생깁니다.

산업보건학 이라는 새로운 학문의 장에서 탐구할 수 있는 길을 열어주시고 이 논문이 완성되기까지 논문의 방향을 잡아주신 노재훈 교수님, 항상 많은 가르침과 도움을 주신 이경종 교수님께 깊은 감사를 드립니다. 대학원 입학원서를 낼 때부터 논문이 완성 될 때까지 늘 옆에서 학문적 도전과 열정을 갖게 해주시고 일생을 살아 가는데에 있어서 꼭 필요한 좋은 충고와 교훈을 주신 박찬희 교수님께 깊은 감사를 드립니다. 이 논문을 마치기 까지 세심한 배려와 자상한 지도를 아끼지 않으시고 항상 내일처럼 함께 해주신 조철우 교수님, 윤석남 교수님, 바쁜 업무에도 학교생활을 충실히 할 수 있도록 귀한 시간을 허락 해주시고 격려해 주신 전병길 선생님, 항상 옆에서 힘이 되어주신 배원규 선생님, 이광철 선생님, 이규찬 선생님, 노선권 선생님과 핵의학과 모든 선생님들께 지면을 통해 고마움을 전합니다. 그리고 정병곤 선생님 연주씨, 희정씨에게도 감사의 말을 전합니다. 늦은 시간까지 많은 관심과 배려를 해주신 김치년 교수님과 논문의 전반적인 틀과 통계를 도와 주신 임남구 선생님, 김재술 선생님께 감사드립니다.

늦게라도 공부를 할 수 있도록 정신적, 경제적으로 큰 힘이 되어주신 형님과 형수님, 누님, 동생, 처형, 처제에게도 고마움을 전하며, 학교에서 늦게

들어오는 아들을 걱정하시며 기다리시는 아버님, 어머님 정말 고맙습니다.
또한 멀리 경북 영주에서 힘들게 농사를 지으시며 늦게 공부하는 사위를 늘
대견스럽게 여기시는 장인, 장모님께도 감사 드립니다.

밤늦게 들어오는 아빠를 기다리다 잠이든 가장 소중한 딸 예진아! , 유진
아!. 정말 고맙다. 아빠 힘내세요! 노래도 불러주고 안마도 해주는 너희들이
정말 자랑스럽구나. 건강하고 예쁘게 자라거라.

끝으로 늦은 시간까지 남편을 기다리며 지치고 힘들 때 늘 옆에서 건강을
챙겨준 사랑하는 아내 금 경인에게도 고마운 마음을 전합니다. 학비 내느라
힘들어도 힘든 내색하지 않고 큰 버팀목이 되어준 아내가 고맙기도 하고 미
안하기도 합니다. 바쁘다는 핑계로 잘 해주지 못한 아내에게 이 논문을 드립니다.
여보 사랑해!

2 0 0 2 년 6 월

신 규 설 올림

차 례

국 문 요 약	i
I. 서론	1
II. 이론적 배경	5
III. 연구방법	9
IV. 결과	19
V. 고찰	26
VI. 결론	30
참고 문헌	31
영문 초록	33

표 차 례

표 1. 제품 및 운반용기별 표면오염 측정건수 -----	9
표 2. 제품 및 운반용기에 따른 표면오염도 수준(cpm)의 비교-----	20
표 3. 제품 및 운반용기에 따른 오염의 분포비교 -----	22

그림 차례

Figure 1. 국외산 캡슐용 운반용기-----	10
Figure 2. 국내산 용액용 운반용기-----	11
Figure 3. 국내산 캡슐용 운반용기-----	12
Figure 4. 표면오염선량계-----	14
Figure 5. 국내산 용액용 운반용기 오염수준 -----	22
Figure 6. 국내산 캡슐용 운반용기 오염수준 -----	23
Figure 7. 국외산 캡슐용 운반용기 오염수준 -----	23
Figure 8. 국내산 캡슐용 운반용기와 국외산 캡슐용 용기 비교 -----	24
Figure 9. 국내산 용액용 운반용기와 국내산 캡슐용 운반용기 비교 -----	25
Figure 10. 국내산 용액용 운반용기와 국외산 캡슐용 운반용기 비교 -----	25

국문 요약

인체에 대한 방사선의 잠재적 위험에 따른 제약에도 불구하고, 방사선은 그 다양한 유용성으로 인하여 의료, 공업, 농업, 환경분야의 연구 및 중성자 조사기술 분야 등 폭넓게 활용되어 현대사회 발전에 크게 공헌하였다. 그런데 방사선 산업의 지속적인 발전을 위해서는 방사선의 연구, 개발, 생산, 이용도 중요하지만 여기에는 안전성이 보장되어야 한다는 전제조건이 있어야 한다.

이 연구의 목적은 방사선 안전관리 측면에서 방사성동위원소의 운반용 용기 및 부속물의 표면오염 수준을 파악하기 위함에 있다.

연구 방법으로는 방사성동위원소가 핵의학과에 도착하면 운반용 용기 내부, 스티로폼, 깡통, 상자는 표면 오염선량계로 직접 측정하고 운반용기외부 및 병(vial)은 smear test를 이용하여 간접측정으로 오염여부를 확인하고 기록하는 방식을 취했다.

연구결과에서 제품별 오염수준을 보면 국내산 용액용에서는 병 표면(평균 3,155 cpm)이, 국내산 캡슐용에서는 스티로폼(평균 9,714 cpm)이, 국외산 캡슐용에서는 용기내부(평균 8,339 cpm)가 오염수준이 가장 높았고 운반용기의 오염의 분포를 보면 용기내부 77.9%, 병 표면 63.4%, 용기외부 41.5%, 스티로폼 37.6% 깡통 17.0%, 상자 2.7%가 오염된 것으로 나타났다.

본 연구결과에 따르면 운반용기의 오염은 전반적으로 나타났다. 그러므로 사용자의 안전성과 편의성을 높이기 위해 방사성동위원소 국내외 제조업체

는 명확한 오염 원인을 찾아 오염을 최소화하기 위하여 향후 보다 심도 있는 기술의 연구개발이 매우 중요하며, 방사성동위원소 작업종사자는 작업환경 개선을 위해 일상적으로 오염 측정함은 물론 운반용기의 오염 확산을 감소시켜 작업종사자의 개인피폭선량 및 표면오염을 최소화해야 한다. 이러한 노력이 선량저감은 물론 방사성동위원소 작업자의 피폭선량을 최소화하는데 일익을 담당할 수 있을 것으로 기대된다.

핵심어: 표면오염, 방사성동위원소, 개인피폭선량, 방사선 안전관리

I. 서론

핵의학은 크게 진단과 치료 두 분야로 나뉘어진다. 진단분야는 체내검사 (in-vivo)와 체외검사(in-vitro)로 구분하며, 치료는 체내조사(照射)와 체외조사 로 구분된다. 우리나라 핵의학은 1959년 3월 원자력법이 제정된 후 같은 해 6월에 갑상선 기능항진증 치료를 위해 환자에게 I-131을 투여한 것이 우리나라 핵의학의 효시이다(고창순, 1997). 갑상선질환에 I-131을 처음으로 사용한 이후 동위원소의 종류, 이용형태, 핵의학분야 종사자수, 이용 의료기관 수, 진료 환자 수 등에서 놀라운 증가를 보이고 있다. 방사선 및 방사성동위원소는 물리학, 화학, 생물학, 농학, 의학 등 기초학문의 발전에 크게 기여해 왔 으며, 방사선조사 이용기술, 추적자 이용기술, 비 파괴 검사기술, 응용계측기 술, 방사화학분석기술 등 많은 공업적 이용기술들이 다양하게 활용되고 있 고, 최근 생명공학 분야에서도 동위원소 이용한 기술이 많이 개발되고 있다 (김영상, 1999). 이와 같이 방사성동위원소 이용은 다양한 유용성으로 인하여 많은 분야에서 활용되고 있지만 인체에 대한 방사선의 잠재적 위험이 항상 함께 하고 있다. 방사선산업의 지속적인 발전을 위해서는 방사선의 연구, 개 발, 생산, 이용도 중요하지만 여기에는 안전성이 확보되어야 한다는 전제조 건이 있어야한다.

방사선 안전관리는 방사성물질에 의한 오염 및 확산을 방지하기 위한 방 사성물질관리, 방사선량이나 방사능 오염에 대한 방호조치를 취하는 방사선 방호관리 및 방사선 작업종사자 각 개인의 방사선량을 측정, 평가, 관리하는 개인방사선량관리, 발전소 주변의 환경에 대한 방사선 감시 및 방사선 비상

사고 시를 대비한 비상계획 등이 있다(유보중, 2000).

방사선 안전시설은 방사선으로부터 종사자의 신체 외부피폭을 방지하거나 또는 저감시키기 위한 차폐시설, 신체 내부피폭을 방지하기 위한 공기정화설비, 방사선작업장 및 주변환경의 방사선 준위를 알려주고 비정상 시 경보를 발생하거나 안전설비에 동작신호를 제공하는 방사선감시설비, 발전소에서 발생하는 기체, 액체, 고체폐기물을 안전하게 처리하는 방사성폐기물 처리시설 등이 있다(유보중, 2000). 따라서 방사선 시설에서 작업하는 종사자 뿐만 아니라 일반 사람에서도 생길 수 있는 신체적 유전적 영향으로부터 인체를 보호해야 하며, 특히 작업종사자는 집적선량에 대한 합리적 피폭 저감화 달성(ALARA: As Low As Reasonably Achievable)에 노력 해야한다. 효율적인 방사선 안전관리를 위해서는 합리적인 규제제도도 필요하지만 무엇보다도 자율 안전관리가 중요하다. 즉 자기가 사용하는 방사선원에 대한 특성을 정확히 파악하는 것이다. 이것은 시설의 내외에 있는 방사성 물질의 양을 항상 판단할 수 있으므로 해당구역에서의 방사선 피폭가능성을 예측할 수 있다. 방사성 물질의 관리 및 감시가 제대로 이루어지지 않는다면 불의의 피폭이나 사고피폭을 방지할 수 없을 것이다. 모든 방사성 물질은 원자력 관계법령에서 정하는 대로 적절한 용기 등에 보관되어야 하고 정기적인 재고조사가 수행되어야 하며 방사성 물질의 이동 및 사용현황은 일지에 기록되어 있어야 한다(한현수 등, 1999).

방사성 폐기물도 방사성 물질과 마찬가지로 적절히 관리되어야 한다. 일반 쓰레기와 방사성 폐기물은 분리 수거되어야 한다. 방사성 폐기물이나 방사성물질에 의하여 오염된 물체(기구, 장비 및 부품 등)를 취급할 경우 방사성 물질의 관리원칙이 잘 지켜지지 않는 경우가 있다. 방사성 폐기물의 관리

가 제대로 수행되지 않을 경우에는 이를 모르는 다른 사람에게 불의의 오염이나 피폭을 줄 가능성이 커진다(한현수 등, 1999). 따라서 이에 적합한 안전관리 체제를 자율적으로 구축하여 시행해 나가는 방안이 바람직하다. 또한 직업상 방사선 방호 및 방사선 안전, 나아가 그 모체인 직업보건의 주목표는 작업환경에서 받아들일 수 있을 정도의 안전 및 보건을 달성하고 유지하는 것이다.

방사선방호의 최종목적은 사람의 피폭방사선량을 최소화하는 것이다. 방사선피폭은 체외피폭과 체내피폭으로 나뉘어지는데 체외피폭은 신체의 외부에 있는 방사선원으로부터의 피폭을 말한다. 체외피폭에서 문제가 되는 것은 베타(β)선과 감마(γ)선이다. γ 선은 물질의 투과능력이 커서 인체를 쉽게 투과하며, 그때 전리작용에 의한 장애를 일으킨다. β 선은 γ 선에 비해 투과력이 약하기 때문에 체 표면의 피부나 눈에 장애를 주지만 심부(深部)까지는 미치지 않는다. 알파(α)선은 외부로부터의 피폭일 때는 거의 장애를 주지 않는다. 체내피폭은 호흡기, 소화기, 피부 등을 통해 체내에 받아들여진 피폭을 체내피폭 또는 내부피폭이라 한다. 이 방사성물질은 조기에 배설될 경우도 있지만, 배설되지 않고 장기간에 걸쳐 체내 조직 장기를 조사(照射)하여, 결과적으로 혈액장애나 악성종양의 원인이 된다. 체내 피폭일 경우는 α 선의 작용이 가장 강하며, 다음은 β 선, γ 선의 순으로 강하다(Lombardi, 1999; 허준, 1986).

외부 및 내부 피폭을 모두 일으킬 수 있는 것 중의 하나가 방사성오염(contamination)인데 방사성오염은 그 형태와 규모가 매우 다양하다. 오염의 대상과 분포형태에 따라 공기오염, 수질오염, 표면오염, 인체오염 등으로 분류되며 대개 어떠한 공간 혹은 매질에 원하지 않는 방사성물질이 분포하는

것으로 정의된다. 규모나 그 정도 면에서도 실험실내에서의 실험결과에 영향을 줄 수 있는 그 미량의 방사성물질이 존재하는 수준에서부터 지표면에서의 핵실험에 의한 전 지구적인 규모의 오염까지 포함될 수 있다. 오염의 형태 가운데 표면오염(surface contamination)이란 구조물, 물체 또는 인체 등의 표면에 원하지 않는 방사성물질이 부착된 것을 의미하며(임병찬, 2000) 이러한 오염 중 보통 일반에게 해(harm)를 줄 수 있는 정도의 오염이 규제 대상이 된다.

본 연구에서는 핵의학 작업종사자의 손 또는 의복에 원인 모르는 방사성 표면오염이 계측되어 개인피폭 및 관리구역 밖으로 방사성 오염이 발생할 수도 있는 여러 가지 인자 중에 운반용기의 표면오염을 측정 하게되었다. 미국 같은 선진국에서는 NRC규정에 따라 오염 여부를 일상적으로 측정하고 기록하는 실정이다.

연구의 목적은 방사성동위원소 운반용기중에 갑상선 치료에 사용하는 I-131의 운반용기 및 부속물의 표면오염 수준을 평가하는데 있다.

II 이론적 배경

1. 방사성동위원소 옥소 ($I-131$)

방사성옥소는 1941년 갑상선 기능항진증 환자에서 처음으로 치료 목적으로 사용하였다. 처음에는 $I-131$ 을 사용하였으나, 곧 $I-131$ (반감기=8.04일, 베타 에너지 $E_{max}=0.61MeV$)이 사용되기 시작하면서 분화된 갑상선 암의 치료에도 사용되어 그 이용이 크게 확대되었고, 안전성 및 유효성이 입증되었다. 옥소는 티로신의 일부이며, 갑상선의 여포세포에 섭취되는데, 여포세포내 저류는 세포의 대사속도에 의존하며, 갑상선 기능항진증에서 생물학적 반감기가 단축되고, 갑상선암 조직에서 방사성 옥소 치료 후 한달 뒤에도 옥소가 남아있는 경우도 있다. $I-131$ 이 갑상선 치료에 쓰이는 이유는 표적 장기인 갑상선에의 옥소 섭취율이 타 장기에 비해 4,000~5,000배로 높고, 투여된 옥소가 모든 갑상선 조직에 균등하게 분포되고, 베타선의 치료효과가 0.5 mm이내에 국한되어 주위조직에 거의 영향을 미치지 않고, 갑상선에 섭취되지 않은 옥소는 대부분 신장을 통하여 요로 배설되고, 붕괴산물은 해가 없는 제논(Xenon)가스 이기 때문이다(고창순, 1997).

방사성 옥소는 보통 NaI의 형태로 얻어진다. 수용액상태에서 이 옥소는 I(iodide) 형태로 존재한다. I는 산소, 방사분해(radiolysis), 유리 라디칼(free radical) 등에 의해 산화되어 승화성이 있는 옥소로 변화되어 방사선장해를 일으키는 요인이 된다(고창순, 1997).

$I-131$ 용액은 테르븀 산화물(TeO_2) 표적을 원자로에서 중성자로 조사시킨 후 방사성동위원소 생산시설에서 표적으로부터 분리, 정제하여 생산한다. 순도 99.9% 이상의 TeO_2 를 표적 물질로 사용하며 조사용기로 이중 밀봉한 후

원자로에서 중성자로 조사한다. 조사가 끝나면 운반용기로 동위원소 생산시설인 핫셀로 이동시켜 조사용기를 자른 후 건식증류 장치에 투입하여 750~770℃의 온도에서 2.5 시간 증류한다 이때 발생하는 I₂-131 가스는 산소가스를 이용하여 10 ml의 수산화나트륨(NaOH) 용액에 포집하며 염산을 사용하여 pH 8~10으로 조절한다. 최종적으로 비방사능 1~2 Ci/ml, 핵종순도 99.5%이상, 방사화학적순도 95%이상인 I-131 분배원액을 얻는다(한현수 등, 1999).

바이알 포장은 작업용 로봇의 바이알 및 고무마개 취급기에 의해 빈 바이알을 포장위치로 옮겨놓고 측정된 캡슐을 투입한 후 작업용 로봇의 바이알 및 고무마개 취급기에 의해 고무마개를 바이알의 홈에 올려놓는다. 고무마개 조립기가 고무마개를 조립한 다음 작업용 로봇이 캡핑 장치로 옮기게 되고 작업용 로봇의 바이알 및 고무마개 취급기로 알루미늄 캡을 덮어주면 캡핑 장치가 캡핑을 하게된다. 라벨에 컴퓨터로부터 받은 제조번호, 방사능 제조일시 등이 인쇄되면 이 상태에서 포장된 바이알이 작업용 로봇에 의해 라벨부착 위치로 이동하여 인쇄된 라벨을 흡착하여 바이알의 측면에 라벨을 접착시키고 회전모터가 바이알을 회전시키면서 라벨을 부착한다. 라벨이 부착된 완성품은 핫셀 밖으로 반출하기 위해 작업용 로봇에 의해 지정된 위치에 정렬한다(한현수 등, 1999).

2. 용어의 정의

1) 표면오염도

운반물의 외부표면과 덧 포장·화물컨테이너 및 탱크의 내·외부표면의 제거성 표면오염도는 임의의 표면 300 제곱센티미터 이상에 대하여 측정된 평균값이 베타·감마 방출체 및 저 독성 알파 방출체는 제곱센티미터 당 4 베크렐, 그 외의 모든 알파 방출체는 제곱 센티미터당 0.4 베크렐을 초과하지 아니 하여야 한다(방사선 안전 관리 등의 기술기준에 관한 규칙 제94조)

2) 운반용기

“운반용기”란 방사성내용물을 완전히 포장하는데 필요한 구성품의 집합체를 말하며 특히, 하나 이상의 운반용기, 흡수체, 공간구조물, 방사선 차폐체, 충전·제거·배기 및 압력경감을 위한 장치, 냉각, 기계적 충격흡수, 취급 및 결속을 위한 장치, 열적 차폐체 및 포장물의 구성요소인 장치 등으로 구성된다. 운반용기는 상자, 드럼이나 유사용기일 수 있고, 화물컨테이너, 탱크, 또는 중형 화물컨테이너일 수도 있다(과학기술부 고시 제2001-19호).

3) 조사선량

조사선량(Exposure; X)은 x선 또는 γ 선이 방출하는 방사선의 세기를 나타내는 양으로 공기 분자를 이온화시키는 양으로 정의된다. 즉 공기의 단위 질량(dm)당 이온화된 이온의 전하량(dQ)으로 정의된다.

조사선량 X는

$$X = \frac{dQ}{dm}$$

여기서 dQ 는 γ 선 (또는 x선)이 질량 dm 의 공기 중에 들어가서 생성한 한 쪽 부호 (+ 혹은 -)의 이온들의 총 전하량이다.

조사선량의 단위는 SI단위계로 C/kg 이고 관습적으로 Roentgen(R)을 사용하며(정운혁, 1992; ICRU, 1980; Cember, 1996),

$$1R = 2.58 \times 10^{-4} C/kg \text{ air 이다.}$$

4) 흡수선량

방사선이 물질에 조사되면 그 물질은 물리적 또는 화학적 변화를 일으키며 그 변화의 정도는 물질에 흡수된 방사선의 에너지와 양에 따라서 좌우되기 때문에 이 변화를 평가하는 데에는 그 물질의 일정한 질량 당 흡수된 에너지, 즉 흡수선량을 알아야 한다.

흡수선량(Absorbed Dose; D)은 방사선의 종류나 물질의 종류에 관계없이 피 조사 물질의 단위질량(dm)당 입사한 방사선에 의하여 그 물질에 주어지는 평균에너지의 양(dE)으로 정의된다.

$$D = \frac{dE}{dm}$$

흡수선량의 관습상 단위는 rad이고 SI 단위는 gray(Gy)이다(정운혁, 1992; ICRU, 1980; Cember, 1996).

Ⅲ. 연구방법

1. 연구대상

가) 운반용기

2001년 11월 24일부터 2002년 4월 9일 까지 모 대학병원 핵의학과에 입고된 국외산 캡슐용 운반용기 30개, 국내산 용액용 운반용기 33개, 국내산 캡슐용 운반용기 14개를 대상으로 표면오염을 측정하였다 (표 1).

운반용기 Figure 1, Figure 2, Figure 3의 구성은 병(Vial), 납 용기, 스티로폼(Styrofoam), 깡통, 종이상자로 되어 있다. 국내산(원자력연구소)은 캡슐용 운반용기와 용액용 운반용기를 대상으로 하였고 국외산(호주의 AUST. RADIOISOTOPES.사)은 용액용 운반용기가 입고되지 않아 캡슐용 운반용기만 대상으로 하였다.

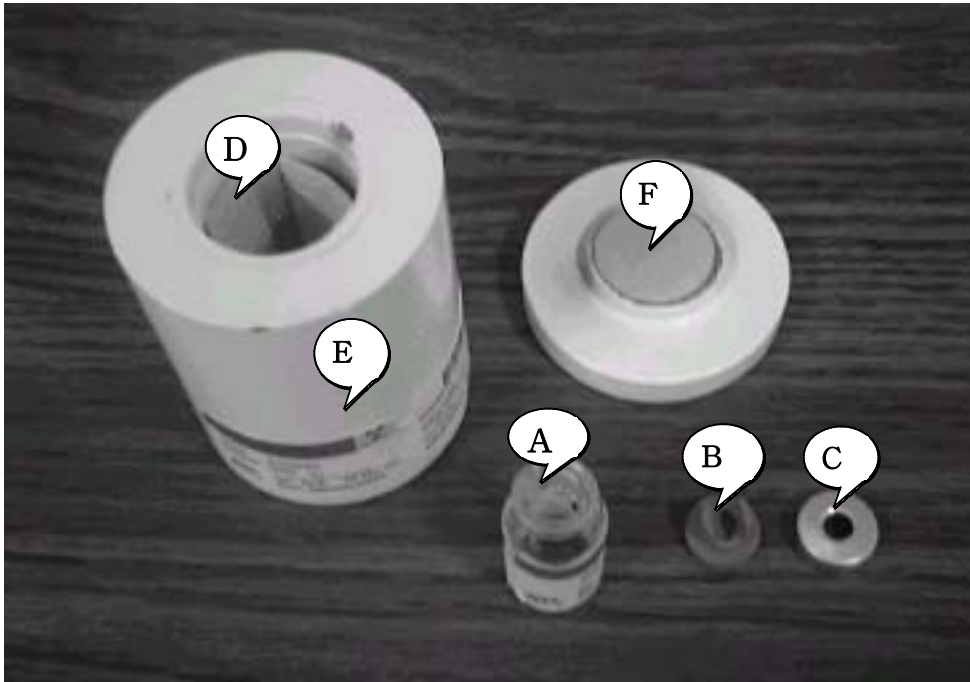


Figure 1. 국외산 캡슐용 운반용기

A, vial for radioiodine capsule; B, rubber cap for vial; C, aluminum cap for vial; D, lead peg inside; E, lead peg outside; F, lead cover



Figure 2. 국내산 용액용 운반용기

A, vial for radioiodine solution; B, rubber cap for vial; C, aluminum cap for vial; D, lead peg inside; E, lead peg outside; F, lead cover; G, styrofoam; H, can

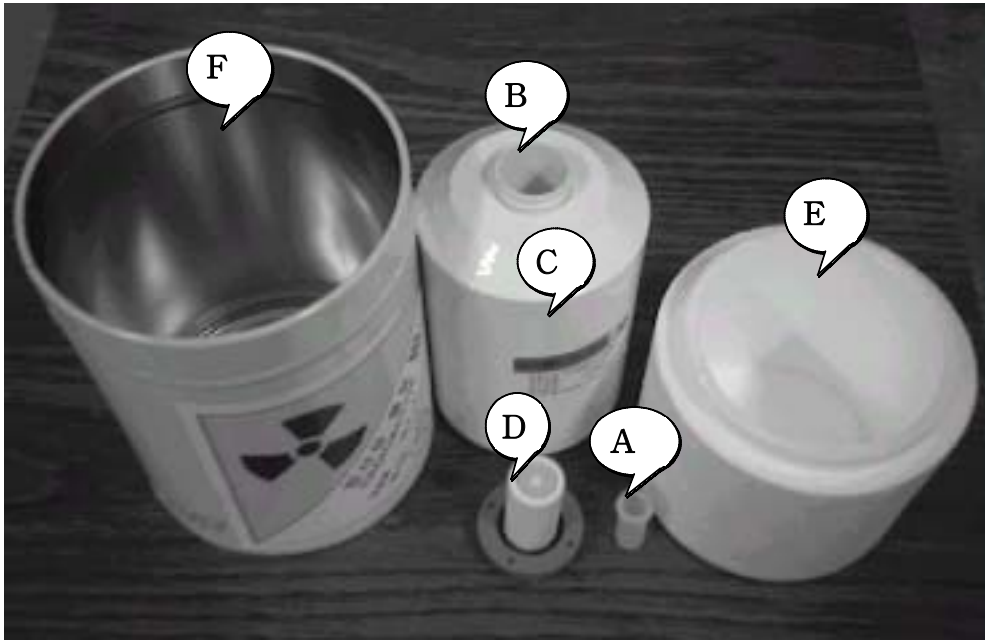


Figure 3. 국내산 캡슐용 운반용기

A, capsule container; B, lead peg inside; C, lead peg outside;
D, lead cover; E, styroform; F, can

나. 실험재료

1) 방사성 표면오염선량계(Surface Contamination Monitor, Figure 4)는 RAM 100 (ROTEM Industries Ltd, ISRAEL)을 사용하였다. 측정단위는 CPM(counts per minute)이고 검출기는 Pancake GM tube (LND 73118 or equivalent)를 사용하였으며, 검출기의 직경은 1.75"이다. 검출효율은 Tc-99m 이 4.5%, I-125 은 0.4%, I-131 은 29.7%으로 accuracy는 $\pm 15\%$ 이다. 표면 오염선량계의 교정은 국가 검교정 기관인 원자력연구소에서 2001년 9월 14일 (교정번호: 01-0469, 유효기간: 1년)에 교정을 받았다

2) 운반용기 외부와 병 표면을 스메어하기 위하여 swab(Isopropyl Alcohol BP 70%) 1×1 inch를 사용하였다.

3) 실험자의 손에 오염을 방지하기 위해 poly glove(고려양행)를 사용하였다

4) 실험대 및 다른 운반용기에 오염확산을 방지하기 위해 safer mat(유한 김벌리)를 사용하였다.



Figure 4. 표면오염 선량계

2. 방사성 표면오염 측정

표면 방사성 오염 측정은 미국 NRC(nuclear regulatory commission) 10CFR 20과 NRC 10CFR 35의 규정에 따라 운반용기내부, 스티로폼, 깡통, 상자는 직접법을 이용하여 측정하였고 운반용기외부와 병 표면은 미국 NRC Reg Guide 8.21과 NRC Reg Guide 8.23의 규정에 따라 간접법으로 오염 측정을 하였다.

가. 직접법

1) 방사능 준위가 가장 낮은 곳에서 자연 방사능을 표면오염 선량계로 측정하여 기록하였다.

2) 방사성 동위원소가 핵의학과에 도착하면 방사성동위원소가 들어있는 운반용기를 저장실에 옮긴다.

3) 포장에 사용되었던 상자와 스티로폼, 깡통을 방사능 준위가 가장 낮은 곳에서 오염확산을 방지하기 위해 실험대위에 safer mat를 깔고 각각 10 cm 거리에서 표면오염 선량계로 측정하여 기록하였다.

4) 운반용기 안에 있는 방사성 동위원소(캡슐 또는 용액)를 안전한 곳에 옮긴 후 운반용기 내부를 10 cm거리에서 표면오염 선량계로 측정하였다.

5) 측정이 끝난 운반용기의 측정결과는 별도의 용지에 기록하고 규정(원자력법시행령 제228조의 2)에 따라 폐기물 처리하였다.

나. 간접법

간접법은 여과지를 이용한 스메어법을 말하며, 운반용기 내부와 외부, 병

표면과 내부가 겹쳐서 측정되는 것을 방지하기 위해 운반용기외부, 병 표면은 스메어 하였다. 스메어는 미국 NRC Reg Guide 8.21과 NRC Reg Guide 8.23의 규정에 스메어의 면적은 측정 대상이 물체일 경우에는 300 cm²를 바닥, 벽면, 천장 등에 대하여는 100 cm²를 측정하도록 규정하고 있다. 한편 방사성물질등의 수송에 관한 과기부 고시(제96-38호) 및 DOT(Department of Transportation)의 규정(49 CFR 173.443)에서도 수송될 방사성물질의 포장물에 대한 스메어는 300 cm²를 대상으로 수행하고 측정대상물의 표면적이 300 cm² 이하인 경우에는 전체 면적을 스메어 하도록 명시하고 있어 운반용기의 면적이 300 cm² 이하이기 때문에 전체면적을 스메어 하였고, NRC 10CFR 35 Appendix D-1998에서는 “4×4 inch(10.2×10.2 cm) 면적을 나선원법, 직선법, 지그재그법 등 여러 형태로 문지를 수 있다.” 라고 규정하고 있어 직선법을 이용하여 다음과 같이 스메어 하였다.

1) 방사능 준위가 가장 낮은 곳에서 자연 방사능을 표면오염 선량계로 측정하여 기록하였다.

2) 스메어 방법은 용기 전체외부표면 및 병 표면을 swab을 이용하여 적당한 압력으로 스메어 물질이 서로에 의해 교차측정이 되지 않도록 2~3회 정도 문질러 오염물질이 스메어 물질로 옮겨지도록 하였다.

3) 운반용기 안에 있는 방사성 동위원소(캡슐 또는 용액)를 안전한 곳에 옮긴 후 운반용기의 외부표면 전체를 직선법으로 3회 스메어하여 스메어한 swab을 실험대위에 올려놓고 10 cm거리에서 표면오염 선량계로 측정하여 기록하였다.

4) 방사성동위원소가 들어있는 병(vial)표면을 직선법으로 2회 스메어 하여 swab을 표면오염 선량계로 측정하여 기록하였다.

5) 측정이 끝난 물질의 측정결과는 별도의 용지에 기록하고 폐기물은 규정(원자력법시행령 제228조의 2)에 따라 처리하였다.

3. 허용오염기준치 산출근거

원자력법 방사선 안전관리등의 기술기준에 관한규칙 제94조에 의하면 허용표면 오염도는 $4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 이다. $1\text{Bq} = 1\text{ dps}$ (disintegration per second; 초당 붕괴수) 이므로

$$4\text{ Bq} = 4\text{ dps}$$

이다. dps를 분당 붕괴수, 즉 dpm 으로 환산하면

$$4\text{ dps} = 240\text{ dpm}$$

이다. 표면오염 선량계로 측정된 분당 계수율(cpm)은 분당 붕괴수(dpm)에 측정된 표면오염 선량계의 검출효율을 곱한 것이다. 즉

$$\text{cpm} = \text{dpm} \times \text{검출효율}$$

이다. 따라서 본 실험에 사용한 장비의 검출효율이 29.7%(ROTEM Industries Ltd, ISRAEL)이므로 분당 계수율은

$$240\text{ dpm} \times 0.297 = 71.28\text{ cpm}$$

이다. 이 표면오염 선량계의 유효직경이 4.5 cm이므로 검출면적은 16 cm^2 이다. 따라서 허용표면오염도 $4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 는 1140.48 cpm 이다. 여기에 배후 방사능이 60.9 cpm 이므로 이를 합하면 1201.38 cpm이 된다. 이 표면오염 선량계의 accuracy가 15 %(ROTEM Industries Ltd, ISRAEL)이므로 1020 cpm이하이면 표면 오염되지 않은 것으로, 1382 cpm이상이면 표면 오염된 것으로 간주하였고 오차범위 내에서 측정된 값은 통계처리에서 제외하였다.

4. 통계학적 분석

국내산 캡슐용 용기와 국외산 캡슐용 용기, 국내산 용액용 용기와 국외산 캡슐용 용기, 국내산 용액용 용기와 국내산 캡슐용 용기의 오염수준 비교하려고 각각의 용기를 SPSS 한글 10.0 버전을 이용하여 교차분석을 하였고 제품 및 운반용기에 따른 표면 오염도 수준의 비교는 SAS 통계 프로그램의 multiple comparison test를 이용하여 분석하였다. 또한 제품 및 운반용기에 따른 오염여부의 분포 비교는 χ^2 -test를 하였다. 그리고 간단한 기술통계는 Excel 프로그램을 이용하여 자료를 요약하고 표와 그림으로 표현하였다.

IV. 결과

1. 제품 및 운반용기에 따른 표면오염도 수준의 비교

측정장소 주변의 배후방사능은 평균 60.85 ± 8.1 cpm으로 측정되었고 허용 표면오염 기준 값은 측정장소 주변의 방사능 준위가 평균 60.9 cpm으로 측정되었기에 1,020 cpm 이하이면 표면 오염되지 않은 것으로, 1,382 cpm 이상이면 오염된 것으로 처리하였다.

제품별 운반 용기의 오염도 수준을 보면 다음과 같다. 국내산 용액의 경우, 병(평균 3,155 cpm), 용기내부(평균 2,591 cpm), 용기외부(평균 1,211 cpm)의 오염도 수준은 깡통의 오염도 수준인 평균 698 cpm과 통계학적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.005$). 국내산 캡슐의 경우, 스티로폼의 오염도 수준이 평균 9,714 cpm으로 가장 높았으며 용기내부, 깡통, 용기외부 순으로 오염도가 통계학적으로 유의하게 감소하였다($p < 0.05$). 국외산 캡슐의 경우, 용기 내부의 오염도 수준이 평균 8,339 cpm으로 가장 높았으며 병, 용기외부, 스티로폼 순으로 오염도가 통계학적으로 유의하게 감소하였으며($p < 0.05$) 깡통과 상자의 오염 수준에는 통계학적으로 유의한 차이가 없었다.

운반 용기별 제품에 따른 오염도 수준을 보면 다음과 같다. 병의 경우, 국외산 캡슐의 오염 수준은 평균 6,794 cpm으로 국내 용액의 오염 수준인 3,155 cpm에 비해 통계학적으로 유의하게 높았다($p = 0.0006$). 용기내부의 경우, 국내산 캡슐과 국외산 캡슐의 오염 수준은 각각 평균 8,395 cpm, 8,339 cpm으로 국내 용액의 오염 수준(평균 2,591 cpm)보다 통계학적으로 유의하게 높았다($p < 0.05$). 스티로폼의 경우, 국내산 캡슐의 오염 수준(평균 9714

cpm)은 국내산 용액의 평균 1,211 cpm, 국외산 캡슐의 평균 422 cpm보다 통계학적으로 유의하게 높았으며($p < 0.05$) 깡통의 경우 국내산 캡슐의 오염수준이 국내산 용액보다 통계학적으로 유의하게 높았다($p = 0.0002$). 그 외 용기 외부와 상자의 오염도 수준은 제품에 따른 통계학적으로 유의한 차이는 없었다 (표 2, Figure 5, 6, 7).

표 1. 제품 및 운반용기별 표면오염 측정건수

제 품	형 태	병	용기	스티로폼	깡통	상자
국내산	용 액	33*	33	33	33	6
	캡 술	-	14	14	14	-
국외산	용 액	-	-	-	-	-
	캡 술	30	30	30	-	30

*, 단위(개)

표 2. 제품 및 운반용기에 따른 표면오염도 수준(cpm)의 비교

제 품	병	용기내부	용기외부	스티로폼	깡 통	상 자	p 값
국 내 용 액	3155±4005 (n=33)	2591±4006 (n=33)	2591±3717 (n=33)	1211±1704 (n=33)	698±2401 (n=33)	88±105* (n=6)	0.0001
국 내 캡 술	-	8395±3559 (n=14)	2893±4219 (n=14)	9714±1069 (n=14)	3049±3955 (n=14)	-	0.0001
국 외 캡 술	6794±3804 (n=30)	8339±2895 (n=30)	1550±2319 (n=30)	422±875 (n=30)	-	144±403 (n=30)	0.0001
p 값	0.0006	0.0001	0.7262	0.0001	0.0002	0.3492	

*, Mean±SD (cpm)

2. 제품 및 운반용기에 따른 오염 여부의 비교

제품별 운반용기의 오염 여부를 보면 다음과 같다. 국내 용액의 경우, 용기내부의 오염이 54.5%로 가장 높았으며 그 다음으로 병은 48.4%, 용기외부는 45.4%, 스티로폼은 33.3%, 깡통은 6.0%, 상자는 0.0%로 오염 여부는 운반용기에 따라 통계학적으로 유의한 분포의 차이가 있었다(p=0.001). 국내 캡슐의 경우, 스티로폼의 오염이 100%로 가장 높았으며 그 다음으로 용기내부는 85.7%, 용기외부와 깡통은 각각 42.8%로 오염 여부는 운반용기에 따라 통계학적으로 유의한 분포의 차이가 있었다(p=0.001).

국외 캡슐의 경우, 용기 내부의 오염이 100%로 가장 높았으며 그 다음으로 병은 83.3%, 용기외부는 36.6%, 스티로폼은 13.3%, 상자는 3.3%로 오염 여부는 운반용기에 따라 통계학적으로 유의한 분포의 차이가 있었다

($p=0.001$).

운반 용기별 제조사에 따른 오염여부를 보면 다음과 같다. 병의 경우, 국내 용액의 오염은 48.4%, 국외 캡슐의 오염 83.3%으로 통계학적으로 유의한 분포의 차이가 있었다($p=0.004$). 용기내부는 국외산 캡슐의 오염이 100%로 가장 높았으며 그 다음으로 국내산 캡슐은 85.7%, 국내산 용액은 54.5%로 통계학적으로 유의한 분포의 차이가 있었다($p=0.001$). 용기외부의 경우에는 국내산 용액의 오염 45.4%로 가장 높았고 그 다음으로 국내산 캡슐이 42.8%, 국외산 캡슐은 36.6%로 통계학적으로 유의한 분포의 차이는 없었다($p=0.774$). 스티로폼은 국내산 캡슐의 오염이 100%로 가장 높았으며 그 다음으로 국내산 용액이 33.3%, 국외산 캡슐이 13.3%로 통계학적으로 유의한 분포의 차이가 있었다($p=0.001$). 강통은 국내산 캡슐이 42.8%, 국내산 용액이 6.0%로 통계학적으로 유의한 분포 차이가 있었다($p=0.002$). 상자는 국외산 캡슐이 3.3%, 국내산 용액이 0.0%로 통계학적으로 유의한 분포의 차이가 없었다($p=0.650$) (표 3).

표 3. 제품 및 운반용기에 따른 오염의 분포비교

제 품	병	용기내부	용기외부	스티로폼	깡 통	상 자	p 값
국내산 용 액	16* (48.4) [†]	18 (54.5)	15 (45.4)	11 (33.3)	2 (6.0)	0 (0.0)	0.001
국내산 캡 슬	-	12 (85.7)	6 (42.8)	14 (100)	6 (42.8)	-	0.001
국외산 캡 슬	24 (83.3)	30 (100)	11 (36.6)	4 (13.3)	-	1 (3.3)	0.001
전 체	40 (63.4)	60 (77.9)	32 (41.5)	29 (37.6)	8 (17.0)	1 (2.7)	
p 값	0.004	0.001	0.774	0.001	0.002	0.650	

*, 허용오염을 초과한 용기의 수량, †, 단위(%)

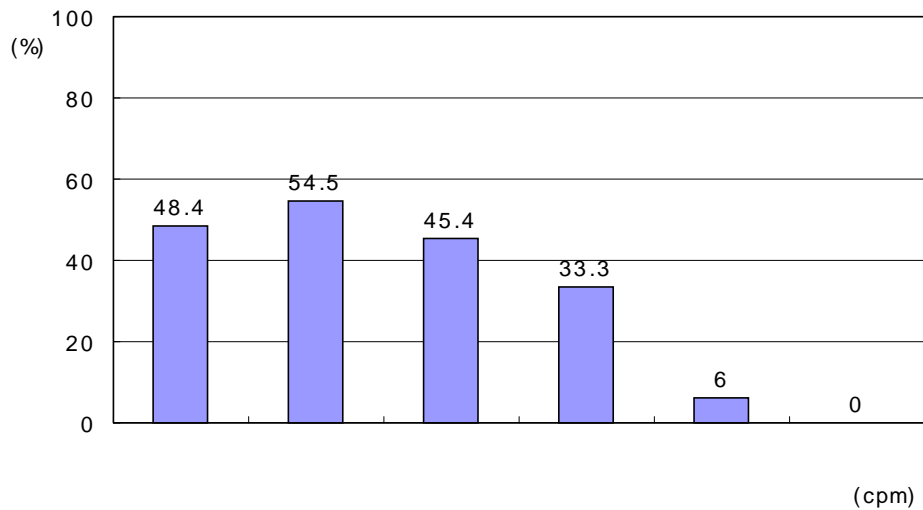


Figure 5. 국내산 용액용 운반용기 오염수준

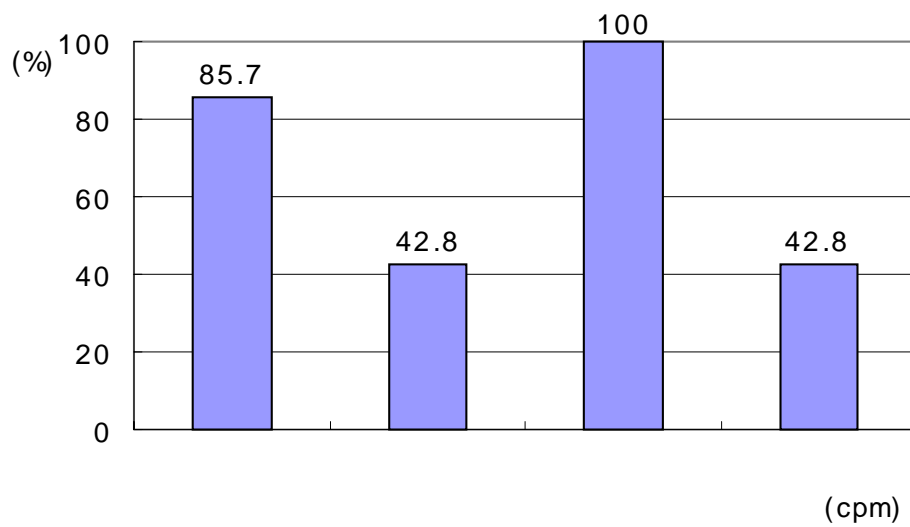


Figure 6. 국내산 캡슐용 운반용기 오염수준

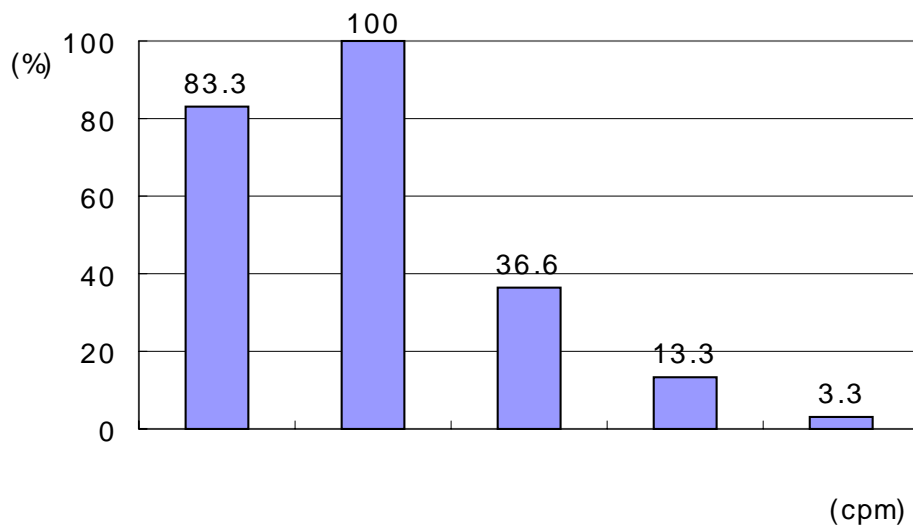


Figure 7. 국외산 캡슐용 운반용기 오염수준

3. 제품별 오염의 교차분석

국내산 캡슐용 운반용기와 국외산 캡슐용 운반용기를 비교해보면 스테로폼에서 국내산 캡슐이 100%, 국외산 캡슐이 7.1%로 많은 차이를 나타냈고 용기내부와 용기외부는 큰 차이를 보이지 않았다. 국내산 용액용과 국내산 캡슐용을 비교해보면 용기내부에서 국내산 용액용이 62.1%, 국외산 캡슐이 100%($p=1.552$)로 통계학적 유의한 차이를 보이지 않았고 용기외부의 경우는 국내산용액용 50%, 국외산 캡슐이 35.7%($p=0.067$)이고 스테로폼은 국내산 용액용이 42.3%, 국외산 캡슐이 21.1%($p=2.672$)로 통계학적 차이를 보이지 않았다. 국내산 용액용과 국외산 캡슐용을 비교해보면 스테로폼에서 국내산 캡슐용이 100%, 국내산 용액용이 42.9%로 가장 큰 차이를 보이고 있다(Figure 8, Figure 9, Figure 10).

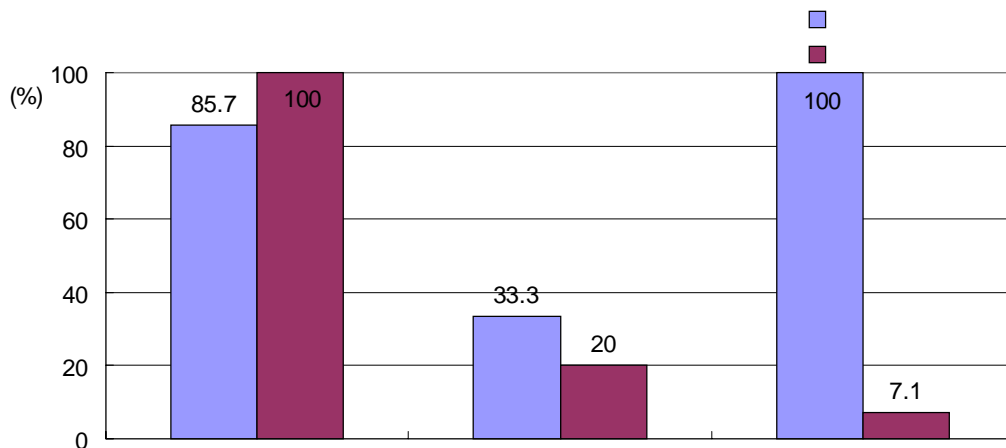


Figure 8. 국내산 캡슐용 운반용기와 국외산 캡슐용 운반용기 비교

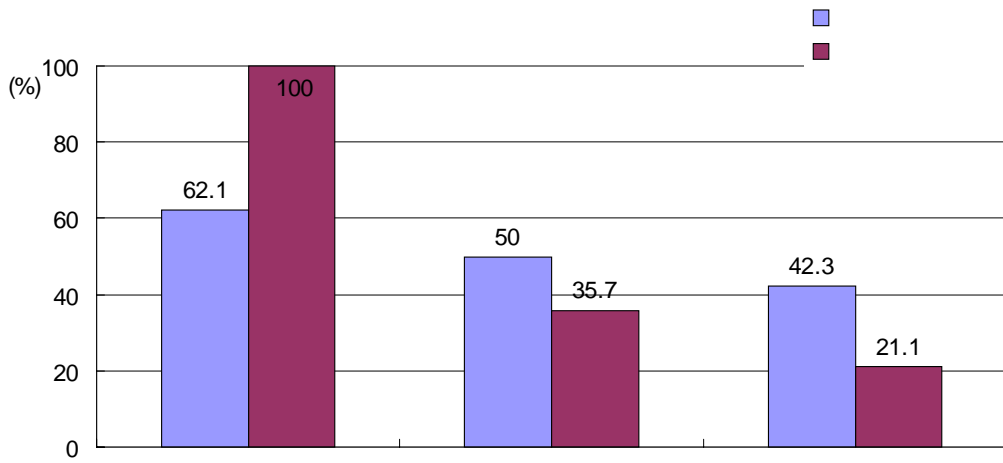


Figure 9. 국내산 용액용 운반용기와 국외산 캡슐용 운반용기 비교

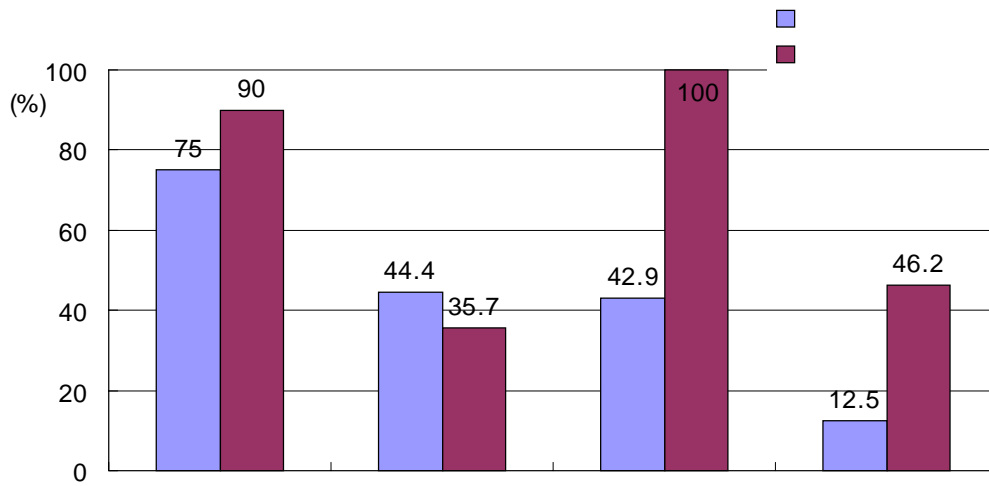


Figure 10. 국내산 용액용 운반용기와 국내산 캡슐용 운반용기 비교

V. 고찰

표면오염은 비고착성(non-fixed) 표면오염과 고착성(fixed) 표면오염으로 구성되며 고착성과 비고착성 오염도의 합을 '총 표면오염도' 라고 정의한다 (NUREG-1608, 1993). 표면오염은 다양한 경로를 통해서 방사선 작업종사자의 피폭에 기여할 수 있기 때문에 철저한 관리가 필요하다. 어떠한 오염이라도 즉시 오염제거를 하여야 하며 여러번 오염제거를 하여도 오염제거가 되지 않으면 오염된 낱자, 핵종, 오염정도(cps, $\mu\text{Sv}/\text{h}$)를 표시하여야 하며 베타선인 경우는 플라스틱 또는 종이로, 감마선은 납으로 오염된 부분을 덮어 두고 이동이 가능하면 보관실로 옮겨 붕괴될 때까지 보관시킨 후 규정에 따라 폐기 처분해야 한다.

본 실험 결과에서 보면 대부분 운반용기 및 구성품에 오염이 된 것을 알 수 있었다. 제품 및 운반용기에 따른 표면오염도의 수준을 비교해보면 깡통과 상자를 제외한 운반용기가 통계학적으로 유의한 차이를 보였다. 제품별 오염 여부의 분포를 보면 국내산 용액용의 용기내부가 54.5%, 국내산 캡슐용의 스티로폼이 100%, 국외산 캡슐용의 용기내부가 85.7%로 오염이 가장 많이 되었다. 제품별로 비교해보면 국내산 용액용에서는 병 표면이 평균 3,155 cpm, 국내산 캡슐용은 스티로폼에서 평균 9,714 cpm, 국외산 캡슐용에서는 용기내부가 평균 8,339 cpm으로 가장 높았다. 제품을 비교한 이유는 현재 본 병원에서 사용하는 I-131의 국내산 사용률은 20%이고 국외산 사용률은 80%를 차지하고 있다. 하지만 최근에는 정부 투자기관인 한국원자력연구소에서 새롭게 생산되는 I-131캡슐을 권장하는 추세에 있기 때문에 본 병원에

서도 국내산 동위원소가 질(quality)과 가격 경쟁 면에서 우수하다면 점점 더 많이 사용하려 한다. 따라서 제품의 질(quality)을 평가하는 측면에서 국내산과 국외산의 표면오염정도를 교차분석 하였다.

용액 또는 캡슐에 봉인된 운반용기내의 I-131은 승화성이 있는 비 밀봉 선원이기 때문(Patterson와 Brian, 2000) 내부오염을 방지하기 위해서는 오염된 운반용기의 사용 시에는 반드시 환기 후드 구역에서 계측하고 포장을 풀어야 한다. 넓은 의미에 있어서 환기는 실내의 공기를 바꾸어 넣어줌으로써 작업환경에 깨끗하고 쾌적한 공기를 유지시켜주는 한 방법이라 말할 수 있다(조규상, 1991). 운반용기 사용 시에는 항상 보호용 의류를 충분히 사용해야 하며 반드시 일회용장갑(poly glove)을 착용해야한다. 만약 모든 절차에서 일회용 장갑을 사용하지 않는다면 방사능 오염이 작업을 하는 동안 오염된 손에 의해서 다른 표면들로 옮겨 또 다른 오염을 야기 시킨다. 고착성 오염에 의한 피폭 경로는 베타, 감마선에 의한 외부피폭과 방사성물질의 공기로 인한 흡입, 손을 통한 소화기관으로의 섭취 등, 특수한 경우에는 상처를 통하여 체내에 침투하는 내부피폭이 있다. 방사능은 체외에 있을 때보다 체내에 있을 때 훨씬 더 큰 방사선 영향을 줄 수 있기 때문에 체내오염을 방지하는 것이 매우 중요하다(Patterson와 Brian, 2000). 내부피폭장해 가운데서 역사적으로 유명한 것은 radium장해이다. 제1차 세계대전 중에 야광도료가 발명됨에 따라 그 초기에는 소량의 radium을 첨가한 황화아연의 혼합물을 시계의 글자판에 칠하는 일이 생겼는데 그 종사자 사이에 골육종이 발생하였다. 이들 여공은 붓끝을 다듬느라고 입으로 붓을 빠는 습관이 있었으며 이에 따라 radium을 함유하는 도료가 구강을 통하여 체내에 섭취된다는 사실이 곧 밝혀졌다. Ra과 Ca은 화학적 성질이 유사하므로 Ra은 곧 조직에 축적

되어 뼈의 붕괴 특히 하악골의 괴저, 골조송증을 일으킨 동시에 심한 백혈구 감소와 빈혈증 또는 골육종이 발생하였다. 당시 100 여명의 종업원 중에서 60 여명의 환자와 사망자를 낸 것으로 기록되어 있다(조규상, 1991).

개봉선원을 안전하게 취급하기 위해서는 체내섭취의 방지, 인체표면오염의 방지, 시설의 오염방지의 3가지 수단이 있는데 그중 체내섭취 방지를 위해서는 가스 및 증기가 발생할 가능성이 있는 방사성 핵종은 완전히 기밀인 운반용기(유리등으로 된 용기)에 보관하고, 용기내의 압력은 대기압 보다 약간 낮게 하는 것이 좋고, 분말형태의 방사성 핵종을 취급할 경우에는 반드시 글로브박스(glove box)내에서 행하고 글로브박스내의 압력은 약간 부(-)압이 되게 해야하는데, 캡슐로 된 방사성 핵종은 성분이 분말이며 완전 기밀이 안된 플라스틱에 담겨져 있고, 용액으로 된 방사성 핵종은 병(vial)에 담겨져 있고, 모두 대기압 상태에서 운반하기 때문에 본 실험에서도 캡슐용 운반용기가 전반적으로 오염이 많이 된 것으로 나타났다.

방사성 동위원소가 해당과에 도착했을 때에는 방사성동위원소 운반용기 외부손상 유무를 확인한 후 동위원소가 들어있는 납 운반용기는 저장함에 안전하게 이동시킨 후 상자와 스티로폼, 깡통의 오염여부를 배후방사능이 낮은 곳에서 계측하고 오염이 된 것은 차폐장소에 보관하여 폐기규정(원자력법 시행령 제228조의 2)에 따라 폐기 해야한다.

본 연구에서는 국외산 용액을 사용하지 않았기 때문에 국외산 캡슐용 운반용기와 용액용 운반용기는 비교할 수 없었으며, 국외산 캡슐은 병(vial)에 담겨져 있고 국내산 캡슐은 플라스틱에 담겨져 있었기 때문에 제조사별로 비교하기에는 제한점이 있었다. 또한 방사성동위원소가 고 용량이기 때문에 개인적인 피폭에 영향을 줄 수 있어 자료수집과 표면오염측정에 많은 어

려움이 있었고 I-131을 사용하는 여러 병원과 같이 측정하지 못해 많은 정보를 얻지 못한 단점도 있다.

VI. 결론

본 연구에서는 현재 임상에서 유통되고 있는 방사성 동위원소 운반용기의 오염수준을 평가하였다.

1. 제품별 오염수준을 보면 국내산 용액용에서는 병 표면(평균 3,155 cpm)이, 국내산 캡슐용에서는 스티로폼(평균 9,714 cpm)이, 국외산 캡슐용에서는 용기내부(평균 8,339 cpm)가 오염수준이 가장 높았다.

2. 오염의 분포를 보면 용기내부 77.9%, 병 표면 63.4%, 용기외부 41.5%, 스티로폼 37.6% 깡통 17.0%, 상자 2.7%가 오염된 것으로 나타났다.

본 연구의 결과를 종합해보면 전반적으로 운반용기는 오염된 상태에서 유통되고 있었다. 그러므로 사용자의 안전성과 편의성을 높이기 위해 방사성 동위원소 제조업체는 명확한 오염 원인을 찾아 오염을 최소화하기 위하여 향후 보다 심도 있는 기술의 연구개발이 필요하다고 생각한다. 또한 본 연구의 결과에서 운반용기가 오염된 것으로 나타났기 때문에 동위원소 작업종사자는 작업환경 개선 및 운반용기의 오염 확산을 감소시켜 표면오염을 최소화해야 한다. 이러한 노력이 선량저감은 물론 직업보건의 주목적인 방사성동위원소 작업자의 피폭선량을 최소화하는데 일익을 담당할 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

- 고창순. 핵의학 (제2판). 고려의학, 1997: 7, p48, 772
- 김영상. 농업 생명공학기법 활용을 위한 RI 이용연구와 개발전망. 동위 원소회보 1999; 14(3): 7
- 서경원. 방사선장해방어. 한국원자력연구소, 1999: 89
- 유보종. 방사선 안전관리의 서비스측면 강화를 위한 방안 검토. 대한방사선방어학회 춘계학술발표회, 2000; 164
- 임병찬, 제거성 표면오염 측정시 전이율에 관한 실험. 대한방사선방어학회 2000
- 조규상, 산업보건학, 수문사. 1991: 204, 400
- 정운혁, 최근핵물리학, 청문각, 1992
- 최도영. 방사선사고와 규제방향. 동위원소 회보 1999; 14(2): 22
- 허 준. 방사선용어사전. 신광출판사, 1986. p378-379
- 한현수, 조운갑, 박울재, 신현영, 홍순복. 치료용 I-131캡슐 자동조립장치 개발. 동위원소회보 1999; 14(3): 19
- Cember H. Introduction to Health Physics. 3rd Edition, 1996:170
- Donald R. Bernier, Paul E. Christian, James K. Langan. Nuclear Medicine Technology and Techniques(Third Edition). Mosby, 1994: 43, 228
- International Commission of Radiological Units and Measurments. Radiation quantities and units. Report No.33.Washinton DC, USA ; ICRU,(1980)

International Commission of Radiological Units and Measurements.
Quantities and units in radiation protection dosimetry. Report No.51.
Bethesda, MD, USA :ICRU(1993)

James A. Sorenson, Michael E. Phelps. Physics in Nuclear
Medicine(Second Edition). Grune & Stratton, Inc, 1987: 39

NUREG -0770, Glossary of Terms, Nuclear Power and Radiation,
1981

Lombardi MH. Radiation safety in nuclear medicine. Boca Raton
London, New York, Washington, 1999: 108~114

NUREG-1608. Categorizing and transporting low specific activity
materials and surface contaminated objects. RAMREG-003; 1998

Patterson HE, Brian F. Hutton. Distance Assisted Training
Programme for Nuclear Medicine Technologists. 대한핵의학회 2000:
p183

Paul j. Early, Dabsnm, Abmp, et al. Principles and Practice of
Nuclear Medicine. Mosby, 1994: 323-336

=Abstract=

**Assessment of surface contamination
of radioiodine container**

Gyoo Seul Shin

Department of Occupational Health

Graduate School of Health Science and Management

Yonsei University

(Directed by Professor Jaehoon Roh, M.D., Ph.D)

Radiation has been widely utilized in hospitals and employed in other industrial fields for its various practical services and utilities. Potential health risk to the handlers of radiation material requires guaranteed safety of its utilization, treatment first prior to its study, development and production.

Contamination on hands and clothes of radiation handlers from the radiation containers has been occasionally reported throughout the world.

In this study, we have assessed the safety level of radiation containers

currently used in clinical setting and developed the way to reduce the radioisotope handlers' unnecessary exposure to the radiation and established safety guide line of radiation material container.

We examined inside and outside of containers and all components attached to them in order to see whether they are contaminated or not and how much they exceed the tolerance limits if they are contaminated.

In this study, the inside of containers, Styrofoams, cans and boxes were measured directly with survey meter. The outside of containers and vials were measured indirectly by employing smear method.

Among the 77 radiation material container sets experimented, 63.4% vial surface, 77.9% inside of lead containers, 41.5% outside of lead containers, 37.6% Styrofoams, 17.0% cans and 2.7% boxes exceeded the tolerance limit of $1,116 \pm 167$ cpm.

Experiment data demonstrated serious contamination of all components of container probable caused by contamination during supplying route and its handling. Therefore this represents possible high risks to the handlers.

To guarantee the safety of the handlers, the manufacturers and the providers of radiation materials should make every efforts to minimize the contamination. The possibility of having been contaminated during manufacturing and providing process strongly demands that the handlers should keep-up with the safety regulations in order not to make the second contamination while handling the containers and radiation

material. Also, in waste disposal all the attached components of containers should be examined for contamination. If they exceed tolerance limit, they should be kept in safe place and disposed as other radiation wastes.

We believe this study is an important step in establishing the safety in handling hazardous radioisotopes or radiopharmaceuticals.

Key word: Surface Contamination, Radioisotope, Personal exposure dose,