

기고

항암제 등 위해약물 취급 의료종사자의 직업적 노출 예방



성균관의대 강북삼성병원
직업환경의학과 교수

김수근

서론

최근 매년 20만 명 이상의 암환자가 발생하고 120만 명의 암 투병자가 있다. 이에 따라 암 치료에서의 화학요법은 괄목하게 발전하고 있으며, 의료종사자들이 취급하는 항암제의 종류나 양도 급격히 증가하고 있다. 항암제에 관한 정보는 넘쳐나지만 그 대부분이 항암제 치료 효과에 관한 것이며 안전한 투여법 및 노출에 의한 영향에 대해서는 대부분 알려진 것이 없다. 항암제에 의한 노출은 암세포뿐만 아니라 정상세포에도 영향을 미쳐 피부 및 점막자극 등 단기 독성부터 유전독성, 최기형성, 발암성 등의 장기적 독성을 나타낼 수 있다.¹⁻⁵⁾ 따라서 항암제 및 면역억제제 등 위해약물을 취급하는 의료종사자들이 이러한 위험에 처할 가능성이 있다. 그러나 위해약물의 취급과 관련된 의료종사자의 직업상 노출에 대한 관심은 부족한 실정이며 이에 따른 표준 취급지침도 보고되어 있지 않다.

미국병원약사회(American Society of Health System Pharmacists, ASHP)에서는 조제실에서 안전한 의약품 사용을 위해 항암제, 항바이러스제, 호르몬제, 면역억제제, 전립선치료제 일부를 위해약물로 분류하여 2006년에 'ASHP guideline on Handling Hazardous Drugs'을 발표하였다.¹⁾ 또한 미국질병통제센터(DCP Center for Disease Control and Prevention²⁾), 산업안전보건청(OSHA Occupational Safety and Health Administration), 미국국립보건원(NIN National Institutes of Health^{3,4)}), 미국중앙간호협회

(ONS Oncology Nursing Society⁵⁾) 등 여러 기구에서도 유사한 위해약물에 대한 관리 지침을 제정하였다. 특히 무균조제에 관한 법규인 The United States Pharmacopeia 797의 2008 개정을 통해 위해약물의 보관, 조제안전사항, 시설 및 개인보호장비 등에 관한 항목을 보강함으로써 위해약물 관리의 중요성을 강조하였다.⁶⁾ 안전보건공단 등의 '의료기관 근로자의 화학물질 노출에 대한 보건관리지침'⁷⁾과 '특별관리물질⁸⁾ 취급 근로자 작업환경관리 지침'⁸⁾ 등이 있으나 이는 주로 화학물질의 분류 및 관리를 위한 실무지침으로, 항암제를 포함한 위해약물의 관리지침으로는 한계가 있다. 의료기관 인증평가에서 조제자의 안전을 위한 항목⁹⁾으로 보호복, 보호장갑, 호흡용 마스크 착용 여부에 관한 조사가 있으나 조제과정이나 투약과정, 특히 폐기나 유출에 관한 세부적 지침 항목은 미흡한 실정이다.

의료종사자의 발암물질에 대한 직업성 노출에 대한 의식이 조금씩 높아지고 있지만 개인 간, 직종 간 또는 시설 간에 차이가 크고 실제 현장에서는 올바른 지식이 몸에 배지 않고, 비용이 드는 경우도 있어서 충분한 예방시설이나 개인보호구 등의 제공이 부족한 상태에 있다. 따라서 항암제 등 위해약물의 안전한 사용을 위해 필요한 사항을 제시하고자 하였다.

위해약물(Hazardous Drug)이란

항암제 등 사람들에 대한 건강 피해를 일으킬 위험 약제들을 위해약물이라고 한다. 위해약물은 미국 병원약제사회(American Society of Hospital Pharmacists: ASHP)의 정의를 바탕으로 미국 국립산업안전보건연구소(NIOSH)가 ①발암성, ②최기성, ③생식독성, ④저용량의 장기장애, ⑤유전독성, ⑥위해약물의 구조 혹은 독성이 유사한 경우 등 6개 중 1개 이상에 해당하는 약물로 정의하고 있다.

관심이 되는 약물들은 세포독성이 있거나 태아에게 독성이 있는 것들(예로, 엽산길항제, 6-mercaptopurine 및 일부 알킬화 약물)과 기형유발이 가능한 약제들(예로, 액티노마이신-D(actinomycin-D), 마이토마이신-씨(mitomycin-C), 질소무스타드(nitrogen mustard), 프리드니손(prednisone), 프로카바진(procarbazine), 스트렙토마이신(streptomycin) 및 빈크리스틴(vincristine) 등이다.

많은 항암제는 동물에서 암을 유발한다고 하며, 발암물질로 여기고 있다. 최기성은 임신 중에 위험 의약품에 노출한 경우 태아의 구조상 장애가 생겨 기형을 일으키는 성질의 것을 말한다. 또 정자나 난자가 영향을 받으며 유산과 불임의 원인이 되는 경우도 있다. 발암성은 정상세포가 어떤 원인에 따라 암화하는 성질을 말한다. 세포의 잦은 변이와 세포사(apoptosis)의 장애, 세포분화 이상 등이 원인이 된다.

많은 항암제는 DNA에 영향을 미치고 암세포를 장애하는 작용을 갖고 있지만 동시에 정상 세포의 DNA나 염색체에도 작용하여 세포의 단백질 합성에 영향을 준다. 돌연변이를 일으킨 DNA나 염색체의 대부분은 이상 세포로서 생체 면역 반응에 따라 제거되지만 잔존한 일부가 돌연변이 세포를 만들어 암세포가 발생한다.

항암제의 직업성 노출에 의한 영향

발암성이 있는 약물을 취급하는 경우에는 그 약물이 자신에게 어떤 영향을 끼치는지 모르고 있으며 직업성 노출을 소홀하게 여기게 된다.

1979년에 핀란드의 Falck 등이 항암제를 다룬 간호사의 소변에서 정상인보다 유의하게 높은 변이원성 물질이 검출됐다고 보고하면서 건강한 의료종사자들에 대한 첫 독성 보고로 주목을 받았다. 그 후에도 항암제를 취급하는 의료종사자의 염색체 이상이나 유산 발생률 증가, 급성중독 발생 등의 보고가 이어져, 직업성 노출에 대한 예방 대책이 주목 받게 되었다. 항암제의 노출에 의한 영향으로 발암성, 최기성과 장기장애나 급성 증상 등이 보고되고 있다<표1>.

항암제의 발암성을 나타내는 데이터의 대부분은 동물의 위해약물 노출로 인한 발암성, 변이원성 확인과 위해약물을 다루는 의료종사자의 노 중에서 변이원성 물질의 검출, 항암제를 투여한 환자에서 2차 암의 발병에 관한 연구결과들에서 도출된 것이다. 2차 암으로는 백혈병, 비호지킨림프종, 방광암이 증가한다고 보고 하였다.

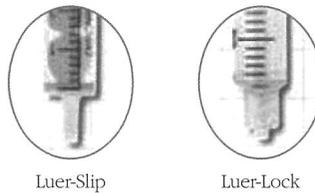
<표1> 항암제의 노출에 의해서 일어나는 급성 증상

과민 반응	알레르기 반응, 피부 발진, 눈의 자극 등
면역 반응	만성 기침 또는 목의 자극, 발열 등
소화기 증상	식욕 부진, 오심, 구토, 설사, 변비 등
순환기 증상	숨이 참, 부정맥, 말초 부종, 흉통, 고혈압 등
신경 증상	두통, 현기증, 불면, 의식 상실 등

항암제에 노출되는 경우

1. 항암제 조제 시

요즘은 약사가 안전 캐비닛 안에서 조제하는 경우가 많아지고 있지만, 아직도 병동의 처치대에서 간호사나 의사가 하고 있는 경우도 있다. 항암제가 앰플 또는 바이알에 봉입되어 있는 경우, 조제를 위해서 약액을 꺼낼 때에 약물이 튀거나 떨어지거나 에어로졸이 발생할 수 있다. 바이알의 항암제가 늘고 있는데 바이알 내부가 양압화하는 경우에 바이알 끝에 뚫린 구멍으로 항암제가 떨어지거나, 에어로졸이 발생할 수 있으므로 취급에는 주의가 필요하다. 또 주사기 내의 공기를 배출할 때나 바늘을 뽑 때에 에어로졸의 발생이나 항암제가 떨어지기 쉽다. 루어락 주사기(luer-lock syringe)(그림1)가 아닌 경우 작업 중 접속부위가 떨어지는 경우도 있다.



〈그림1〉 주사기 유형

2. 항암제 투여 시

점적으로 투여할 때에는 수액 라인에 항암제가 들어가 약액으로 주사(라인을 약물로 채우는)하면 라인의 끝으로 항암제가 흘러나올 수 있다. 또 주사 후 접속을 풀 때에 링거 세트 접속부, 수액 백 등에서 항암제가 쏟아질 가능성이 있다. 경구의 항암제도 세립이나 과립이면 투약 때 비산될 수 있다. 또 정제 및 연고 등에서도 맨손으로 취급하면 피부로 항암제가 흡수될 가능성이 있다.

3. 항암제 운반·보관 시

항암제가 유리 바이알과 앰플에 들어있는 경우, 운반 중의 진동 등으로 유리가 파손돼 약물이 누출될 위험성이 있다. 보관할 때에도 장소에 따라 낙하 등으로 용기가 파손되면 약물 누출사고가 일어날 수 있다. 한편, 제조과정에서 바이알 표면에 항암제가 오염될 수 있다.

4. 남은 약이나 항암제에 오염된 물품 파기 시

사용하고 남은 항암제, 조제 시 사용된 기재, 사용 후 수액 세트, 약물에 오염된 시트와 알코올 솜 등을 뚜껑 없는 쓰레기통에 버리면 약물이 흘러 에어로졸화 할 위험이 있다. 항암제에 오염된 물품을 파기 할 때에는 용기에 항암제가 오염되었다는 라벨링을 해서 폐기물처리업자에 대한 노출예방에 대해서도 배려가 필요하다.

5. 배설물 취급 시

항암제 치료 종료 후 48시간은 체액 중에 약물이 잔존하고 있을 가능성이 높기때문에 치료를 받은 환자들의 배설물(소변, 대변, 토물 등)에서 항암제의 노출 위험이 있다. 따라서 환자의 기저귀, 소변 백, 스톰퍼 파우치(stoma pouch) 등을 통상의 폐기방법으로 하면 튀거나 넘쳐 떨어져 에어로졸화 할 수 있다.

6. 리넨 취급 시

배설물과 마찬가지로 항암제 치료 종료 후 48시간은 체액 중에 약물이 잔존하고 있을 수 있기 때문에 치료를 받았던 환자의 체액이 오염된 리넨을 맨손으로 취급하면 항암제에 노출될 위험이 있다.

항암제의 노출경로

액체의 경우는 공기 중으로 분산되거나 흘러 나와서 흡입되거나 피부로 흡수될 가능성이 있으며, 주사제의 경우 바이알의 표면에 약이 묻어 있을 가능성이 있어서 취급자에게 피부로 흡수될 수 있다. 투여 시에도 흡입, 주사, 피부접촉이나 흡수, 약을 만진 손을 입에 접촉함으로써 인한 섭취 등 다양한 경로를 통해 노출이 가능하다.

1. 에어로졸이나 공기 중의 미립자 흡입

전술한 노출 상황에서 발생한 에어로졸과 미립자를 흡입하면 기도의 염증, 기관지 천식양 증상, 두통 등을 일으키는 일이 있다.

2. 피부 점막 접촉에 의한 흡수

항암제가 직접 피부나 점막에 부착함으로써 부착 부위의 피부염, 습진 등 피부장애나 경피적으로 체

내 흡수가 일어날 위험이 있다. 또 항암제가 튀어서 눈에 들어가 각막 손상이 일어날 수 있다. 피부나 점막, 눈 등의 항암제의 흡수는 항암제로 오염된 손에서 이차적으로 일어나는 경우도 많다.

3. 항암제에 오염된 음식에 의한 경구 섭취

항암제에 오염된 손으로 먹거나 그릇을 다루어서 경구적으로 항암제를 섭취할 수 있다. 항암제를 경구섭취하면 복통, 오심, 구토 등의 소화기 증상이 발생할 수 있다.

4. 주사침 손상

항암제의 조제나 혼합 시에 사용한 주사 바늘에 잘못 찔렸을 경우에는 연부 조직의 봉와직염 (cellulitis)이나 조직괴사가 일어난다.

〈표2〉 항암제의 노출경로

흡입	에어로졸화한 약제의 흡입
흡수	직접 닿거나 저장 용기 등의 돌레에 부착한 약제에 피부나 눈의 접촉
섭취	오염된 식품, 음료수 등과 함께 음식을 먹음(손에 묻거나 혹은 주변기기 등에 부착된 약제를 음식을 먹을 때 함께 먹음)
주사침 손상	약제로 오염된 바늘에 의한 손상

직업성 노출 방지대책

구미 국가는 1970년대부터 국가가 의료종사자의 항암제 사용 가이드라인을 작성해 그 준수를 법적으로 의무화하고 있다. 미국에서는 산업안전보건청(Occupational Safety&Health Administration: OSHA)에서 1986년에 “직장에서의 세포독성 치료제관리를 위한 가이드라인”, 1999년에 “테크니컬 매뉴얼(위험 의약품의 직업노출 대책)”을 발표하였다. 또한, 안전 캐비닛(biological safety cabinet: BSC)과 개인보호구를 착용하여 노출 방지대책을 실시하고 있음에도 불구하고 직원의 소변에서 항암제가 검출되어, 2004년에 NIOSH는 경고를 발표했다. 이는 “의료 환경에서의 항암제와 다른 위험 의약품에 대한 직업적 노출 방지”에 관한 것으로 이 중에서 “보건의료현장에서 위해약물을 사용하거나 그 옆에서 작업을 하면 피부발진, 불임증, 유산, 선천성 이상, 경우에 따라서는 백혈병 기타 암을 발병할 우려가 있다”라고 경고하고 있다. 이들의 가이드라인이나 매뉴얼을 통해 미국의 의료 현장에서는 의료종사자의 의무와 보

호에 대한 관심이 커지고 있다.

항암제의 안전한 취급

항암제의 안전한 취급을 위한 원칙은 다음과 같다.

1. 항암제가 인체에 침입하는 경로는 기도, 피부, 구강으로 노출과 확산을 피함으로써 항암제가 체내로 침입하는 것을 막는다.
2. 취급의 기본은 보호이며, 위의 3가지 경로에 대한 침입경로에 장벽을 이용하여 저지한다. 장벽에 필요한 것은 보호 장갑, 호흡용 마스크, 보호복, 보안경, 모자 등이다. 작업용 시트와 폐기물용 용기도 필요하다.
3. 안전 캐비닛 안에서 조제하는 것이 필수적이다. 안전 캐비닛은 에어 커튼이 공기를 작업자 측으로 흐르는 것을 차단함으로써 작업자의 안전이 확보된다. 따라서 조제실은 Class II biological safety cabinet(무균 조제대)이 설치되어 있어야 하고 무균조제대 내에서만 항암제 조제가 이루어져야 한다. 무균 조제대는 24시간 가동 되어야 하고 만일 작동이 멈춘 경우 적어도 30분 이상 정상적으로 가동한 후 조제에 사용되어야 한다.
4. 항암제 투여 시는 수액 세트 연결 부위를 테이프로 감아 수액 세트가 분리되지 않게 한다. 수액 세트는 미리 생리식염수로 채워 항암제에 노출될 수 있는 기회를 최소화하고, 투여가 완료되면, 생리식염수를 통과시킨 후 세트를 분리한다.
5. 약물 투여 시 1회용 비닐 가운을 입고 손목 부위가 노출되지 않도록 장갑을 착용한다. 항암제 투여 종료 48시간 이내에 환자의 혈액이나 배설물, 신체 분비물 등을 취급하는 의료진은 1회용 가운과 장갑을 착용하고 처리해야 한다. 사용된 1회용품은 폐기물 처리 기준에 따라 폐기한 후 손을 깨끗이 씻어야 한다.
6. 가운, 보호구, 피부 등의 오염이 일어난 경우 즉시 오염된 장갑이나 가운을 제거하고 오염된 피부를 비누와 물로 깨끗이 세척한다. 눈이 오염된 경우는 흐르는 물이나 생리식염수 등으로 눈을 세척해야 한다. 또한 필요한 경우 적절한 응급조치를 받아야 한다.
7. 항암제 조제에 사용된 빈 약병 및 1회용 물품 등은 병원 내의 다른 쓰레기와 구분이 가능하도록 위험물질 표기가 된 잘 찢어지지 않는 비닐 백을 이용하여 폐기해야 한다. 주사 바늘이나 주사기는 구부리거나 부수지 않도록 한다. 모아진 비닐백은 병원 내 다른 쓰레기와 구분이 가능하도록 위험물질이

라고 표기된 별도의 포장 내에 넣어 폐기되어야 한다.

8. 의료종사자는 어느 환자가 항암제 치료 중인지를 알고 있어야 한다. 그리고 항암제 치료 종료 후 48시간은 체액을 취급할 때에 주의할 필요가 있다.

9. 항암제의 위험성 및 취급 방법에 대한 충분한 교육 및 지도가 필요하다. 항암제 취급자는 취급 책임자로부터 취급 전 및 해당업무를 수행하는 동안 적절한 교육 및 평가를 받아야 하며, 교육 프로그램에는 해당 업무에 필요한 정보가 포함되어야 한다.

개인보호구

항암제 조제업무를 수행할 때 작업자는 미립자 발생을 최소화할 수 있는 깨끗한 복장을 갖추어야 한다. 손이나 팔의 장신구는 제거해야 하고, 손톱, 머리, 수염 등도 청결을 유지하여야 한다.

개인보호구에는 보호 장갑, 호흡용 마스크, 보호복, 보안경, 모자, 구두 커버 등이 있다. 개인보호구를 착용할 필요가 있는 경우로는 정맥으로 주사 바늘 삽입 및 제거, 물약 주입, 앰플 오픈, 주사기의 공기를 빼고 항암제 투여, 약제 백의 교환, 용기에서 약물이 새어 나올 때, 항암제에 오염된 물품 폐기, 48시간 안에 항암제를 투여한 환자의 배설물 처리, 누출 시 대응 등의 행위를 하는 경우이다. 실제로 개인보호구를 올바르게 착용하는 방법에 대해 평소 훈련을 해서 의식을 높이는 것이 중요하다.

보호복

보호복은 투과성이 낮은 섬유로 만들어진 앞 쪽이 막힌 긴 소매 구조이어야 한다. 소매 끝부분은 탄력성이 있는 closed cuff이어야 하고 장갑 밑으로 들어가야 한다. 항암제 조제 시 사용된 장갑이나 가운을 벗을 때는 주사조제실 안에서 탈의를 하고 안쪽 장갑을 제일 마지막에 벗는다.

보호 장갑

장갑은 latex glove 두 겹을 착용하고, 필요한 경우 항암제 조제용 장갑을 착용한다. 장갑은 가급적 탈크프리(talc free) 제품을 사용하고, 피부가 드러나지 않도록 가운의 소매 끝을 완전히 덮도록 착용한다. 장갑은 시간이 지남에 따라 투과성이 증가하므로 정기적으로 장갑을 교체하여야 하고, 찢어지거나, 구멍이 난 경우, 약물을 흘린 경우에는 즉시 장갑을 교체해야 한다. 두 겹의 장갑을 착용하는 경우에는 한 겹은 가운 소매 밑으로 집어넣고, 다른 한 겹은 가운소매 위로 위치하여야 한다. 또한 작업자는 작

업 전이나 작업이 종료된 후에는 장갑을 벗은 후 꼭 손을 깨끗이 씻도록 해야 한다.

호흡용 마스크와 모자

무균 조제대를 사용할 수 없는 곳에서 항암제를 조제하거나, 항암제의 파손 및 유출 처리 시에는 마스크와 모자를 반드시 착용하여야 한다. 호흡용 마스크와 모자는 일회용을 사용하고 작업 중 오염이 되거나 손상된 경우에는 즉시 새 것으로 교체한다.

배설물 처리

약제마다 몸 밖으로 배설되는 시간 혹은 기간은 다르다. 그러나 일반적으로 48시간 이내에 항암제 치료를 받은 환자의 혈액, 토물, 소변, 변 등을 취급하는 경우는 개인보호구를 착용하고 신중히 처리할 필요가 있다. 다만, 항암제의 종류에 따라서는 배설까지 지속 시간이 긴 것이 있다. 환자의 주위에 노출을 최소화하기 위해서도 가능한 치료 중인 환자에게는 직접 화장실까지 가서 배설하도록 하는 것이 바람직하다. 배뇨가 가능한 남성 환자의 경우에는 서서 배뇨하면 소변이 튀는 위험이 있으니 앉아서 배뇨하도록 한다. 변기 등을 청소하는 경우에는 개인보호구를 착용하고, 2% 차아염소산 나트륨을 이용해서 실시한다.

리넨 처리

환자가 사용한 리넨에 체액이 오염되었을 경우는 개인보호구를 착용하고 패드 등으로 흡수시켜서 오염이 확산되는 것을 방지한다. 리넨을 세탁하는 경우는 장갑을 착용하고 다른 세탁물과는 분리하여 통상의 세제에서 2회 세정한다. 바로 세탁이 안 될 때는 비닐봉지에 넣어 밀폐한 상태에서 보관하지만 항암제가 부착된 오염물이 들어있다는 것을 라벨링 하여 불침투성의 세탁 바구니에 넣어 둔다. 덧붙여 세탁 담당 직원이 있는 경우 그 종업원에 대해서도 노출 방지의 구체적 방법에 대해 충분히 설명한다. 그리고 항암제 치료를 하는 환자에게 적합한 리넨은 방수성이 있는 매트리스 커버나 합성수지로 코팅된 베개, 비흡수성의 쿠션 등이다. 요실금, 구토를 하는 환자에게는 일회용 리넨을 사용해야 한다. 폐기하는 경우는 항암제 전용 폐기 박스에 버린다.

누출 시 대응

항암제를 취급하는 전 과정에서 약제의 누출이 일어날 가능성이 있어 당장 이용할 수 있는 누출 시 대응 키트(spill kit)를 준비해 두도록 한다. 그리고 누구나 누출시 대응할 수 있도록 평소 훈련해 둘 필요가 있다. 항암제가 누출된 경우에는 가능한 오염을 확산시키지 않도록 하는 것이 중요하다. 가능한 누출물 세척을 하며 다른 사람의 노출을 막기 위해 표시를 하여 경고할 필요가 있다.

약물이 누출되거나 파손이 일어난 경우 즉시 사고 지역 주위에 위험 경고 표시를 설치하고 적절한 장비를 갖춘 사람에게 의해 청소가 이루어져야 한다.

액체인 경우 흡습성이 있는 거즈를 사용하고, 분말이나 고체인 경우에는 젖은 흡습성 거즈를 사용하여 잘 닦아야 한다. 사고부위는 세정제를 사용하여 세 번 정도 깨끗이 닦고 깨끗한 물을 사용하여 다시 한 번 청소한다. 깨진 유리조각이 있는 경우 손으로 치우지 말고 집거나 다른 용기를 사용하여 치우고 항암제 폐기용 비닐백에 넣어 폐기한다. 재사용이 가능한 물품은 세정제로 두 번 정도 깨끗이 세척하여 잘 건조한 후 사용하여야 한다.

결론

항암제를 포함하여 항바이러스제, 면역억제제, 호르몬제 등은 취급자에게 노출되었을 때 발암성, 최기형성, 유전자독성 등을 유발하거나 피부나 호흡기 등에 다양한 종류의 건강상 위해를 줄 수 있는 위해약물(hazardous drug)이며, 이러한 약물의 사용은 점점 증가하고 있는 추세이다. 그럼에도 항암제의 노출예방대책은 병원에서 감염예방대책에 비하여 간과하기 쉽다. 이에 항암제 취급을 안전하게 하고 의료종사자의 건강보호를 위하여 시설과 개인보호구 및 취급 시 주의하여야 할 사항 등을 지침이나 매뉴얼로 작성하여 의료종사자들을 교육하고 실제상황에 적용할 수 있도록 해야 할 것이다. 의료종사자들의 항암제 취급과정 중 노출을 최소화하고 예방하기 위한 관리지침을 마련하고, 이에 따른 수행여부를 평가하는 것은 매우 중요하다.

병동과 환자 및 보호자에게 위해약물의 취급과 관련한 정보제공과 교육을 시행하여야 하며, 제약회사의 생산 공정에 있어서도 노출을 최소화하기 위한 방안을 요청하고 감시해야 할 것이다. 이러한 종합적인 접근을 통해 향후 위해약물의 노출과 노출된 의료종사자의 보호를 위한 법적인 표준화를 위한 논의가 이루어질길 기대한다. 

참고 문헌 및 각주

- ① 발암성, 생식세포 변이원성 및 생식독성 물질을 말한다.
1. ASHP Guidelines on handling Hazardous drugs, American Society of Hospital Pharmacists, Am J Health-Syst Pharm 2006; 63: 1172-93.
 2. Primary Containment for Biohazards: selection, installation and use of biological safety cabinets, Center for Disease Control and National Institutes of Health, 2nd ed, 2000.
 3. Occupational Safety and Health Administration, Controlling occupational exposure to hazardous drugs, OSHA technical manual, TED 1-0.15A.
 4. Preventing occupational exposure to antineoplastic and other hazardous drugs in health care settings, National Institute for Occupational Safety and Health, 2004-165.
 5. Safe Handling of Hazardous Drugs, Oncology Nursing Society, 2nd ed, 2009.
 6. Luci A. Hazardous drugs in oncology : the impact on practices of USP<797> and the NIOSH Alert : Community Oncology 2008; 5: 343-46.
 7. 안전보건공단. 의료기관 근로자의 화학물질 노출에 대한 보건관리지침, 2013(지침번호 H-128-2013)
 8. 안전보건공단. 특별관리물질 취급 근로자의 작업환경관리 지침, 2014(지침번호 H-147-2014)
 9. 의료기관평가 지침서, 한국보건산업진흥원, 2007; 398-400.
 10. 정혜리. 항암제의 바이알 표면 오염에 관한 모니터링. 한국병원약사회 추계 학술대회 초록집. 2008; 169