

KOSHA GUIDE

H - 97 - 2021

조혈기계 검사 이상근로자의 관리지침

2021. 10.

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

○ 작성자 : 화순전남대학교병원 직업환경의학과 채홍재

○ 제 · 개정경과

- 2012년 10월 산업의학분야 제정위원회 심의(제정)
- 2021년 8월 산업의학분야 표준제정위원회 심의(법령 및 규격 최신화)

○ 관련규격 및 자료

- 한국산업안전공단 산업안전보건연구원. 근로자 건강진단 실무지침 1권 특수건강진단 개요. 2020-산업안전보건연구원-349
- 대한혈액학회. 혈액학. E*Public. 서울시. 2008. pp 38-391.
- LaDou J. CURRENT Occupational & Environmental Medicine: 5th ed. McGraw-Hill Companies, Inc. San Francisco. 2019.
- Rosenstock L, Cullen M.R. Brodtkin C.A, Redlich C.A. Textbook of Clinical Occupational and Environmental Medicine. Elsevier Saunders. Philadelphia. 2015.
- List of Classifications by cancer sites with sufficient or limited evidence in humans, Volumes 1 to 105. [updated 2019 August 07]. Available from: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/Table4.pdf>

○ 관련 법규 · 규칙 · 고시 등

- 산업안전보건법 시행령 제22조(보건관리자의 업무 등)
- 산업안전보건법 시행령 제31조(산업보건직의 직무 등)
- 산업안전보건법 법 시행규칙 제220조(질병자의 근로금지), 제221조(질병자 등의 근로 제한)
- 고용노동부 고시 제2020-60호(근로자건강진단 실시기준)

○ 기술지침의 적용 및 문의

이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지(<http://kosha.or.kr>) 안전보건기술지침 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2021년 10월

제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

조혈기계 검사 이상근로자의 관리지침

1. 목적

이 지침은 산업안전보건법 제130조에 의하여 건강진단을 실시하거나, 법 제18조(보건관리자) 제2항 및 같은 법 시행령 제22조(보건관리자의 업무 등), 법 제22조(산업보건의) 제2항 및 같은 법 시행령 제31조(산업보건의의 직무 등)의 규정에 의하여 보건관리자 및 산업보건의의 직무를 수행함에 있어 건강진단에서 조혈기계 검사결과에 이상 소견을 보인 근로자의 건강장해를 예방, 관리하는데 필요한 사항을 정함을 목적으로 한다.

2. 적용범위

이 지침은 근로자 건강진단에서 조혈기계 검사결과에 빈혈 등 이상 소견을 보이는 근로자 건강장해를 예방, 관리하는 과정에 적용한다.

3. 용어의 정의

(1) 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

“조혈기계 검사”라 함은 골수에서 만들어지는 각종 혈액세포들의 이상을 검사하는 것을 말한다. 검사 항목은 백혈구수, 백혈구백분율, 적혈구수, 혈색소, 적혈구용적치, 적혈구지수, 혈소판수 등이다.

(2) 그 밖에 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 이 지침에 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙, 산업안전보건기준에 관한 규칙 및 관련 고시에서 정하는 바에 의한다.

4. 적혈구 이상

4.1. 빈혈

4.1.1. 빈혈 진단기준

(1) 세계보건기구(WHO)의 빈혈 진단 기준은 <표 1>과 같다.

<표 1> 빈혈 진단 기준

	남자	여자
혈색소(Hb)	< 13 g/dL	< 12 g/dL
혈구용적치(Hct)	< 39%	< 36%

(2) 빈혈이 의심되는 경우 먼저 시행해야 할 검사는 다음과 같다.

(가) 일반혈액검사: 적혈구수, 혈색소, 혈구용적치, 백혈구수와 감별계수, 혈소판수

(나) 망상적혈구

(다) 적혈구지수: 평균적혈구용적치(MCV), 평균적혈구혈색소량(MCH), 평균적혈구혈색소농도(MCHC), 적혈구분포폭(RDW)

(라) 말초혈액도말검사

(마) 소변 및 대변 잠혈반응검사

(3) 빈혈의 확진 및 감별진단을 위해서는 혈청 철, 총철결합량, 혈청 페리틴, 골수검사, 혈청 비타민 B₁₂ 및 엽산, 용혈검사, 간기능 및 신기능검사 등이 필요하다.

(4) 빈혈이 있는 경우 피로, 호흡곤란, 운동 능력 감소 등이 나타날 수 있다. 일반적으로 혈색소가 12 g/dL 이상으로 유지되어야 피로를 느끼지 않는다. 만성 빈혈인 경우 혈색소가 7 g/dL 미만으로 떨어지지 않으면 생리적 변화가 나타나지 않을 수 있다.

4.1.2 빈혈의 형태학적 분류 및 관련 질환

적혈구지수를 이용한 빈혈의 형태학적 분류의 특징과 관련 질환은 <표 2>와 같

다.

<표 2> 빈혈의 형태학적 분류와 관련 질환

적혈구 크기	관련 질환 또는 원인
대적혈구성 MCV > 100 fL MCHC > 31 g/dL	비타민 B ₁₂ 결핍빈혈
	엽산결핍빈혈
	항암제 치료
	항경련제 치료
정적혈구성 MCV 80-100 fL	골수이형성증후군
	무형성빈혈
	급성실혈
소적혈구성 MCV < 80 fL MCHC < 31 g/dL	철결핍성빈혈
	만성질환에 의한 빈혈
	철적모구빈혈
	혈색소이상증

4.1.3 빈혈을 유발하는 직업적 유해요인

(1) 저증식성 빈혈

납, 벤젠, 비소, 전리방사선 등

(2) 용혈성 빈혈

(가) 혈관 내 용혈

아신, 스티빈, 급성 납중독, 구리, 딱딱한 표면에서 작업하는 근로자의 손발에 가해지는 반복적인 누적 외상 등

(나) 혈관 외 용혈

아닐린, 니트로벤젠, 아질산염 등이 있으며 메트헤모글로빈혈증을 유발<부록 2>.

4.2. 적혈구증가증

4.2.1. 적혈구증가증 진단기준

적혈구증가증의 진단 기준은 <표 3>과 같다.

<표 3> 적혈구증가증 진단 기준

	남자	여자
혈 색소(Hb)	≥ 17 g/dL	≥ 15 g/dL
혈구용적치(Hct)	≥ 50 %	≥ 45 %

4.2.2. 적혈구증가증의 분류 및 원인

(1) 진성 적혈구증가증

(2) 이차성 적혈구증가증

(가) 만성폐질환, 우좌심폐혈관지름길, 고산지대 거주, 흡연 등

(나) 악성종양, 소뇌혈관증, 신장 및 부신질환 등의 질환 등

4.2.3. 적혈구증가증을 유발하는 직업적 요인

(가) 금속 코발트, 일산화탄소의 만성 노출, 고지대 작업자

5. 백혈구 이상

5.1. 호중구 수적 이상

5.1.1. 호중구감소증

(1) 호중구감소증은 절대호중구수(absolute neutrophil count, ANC)를 기준으로 <표

4>와 같이 진단한다.

<표 4> 호중구 감소증 중등도 분류

절대호중구수/ μ L	분류
> 1,500	정상
1,000-1,500	경증(감염 위험성 낮음)
500-1,000	중등도(감염 위험성 높음)
<500	중증(심각한 감염 위험성 높음)

- (2) 급성 호중구감소증은 수일간 지속되다 회복되나 만성 호중구감소증은 수개월 혹은 수년간 지속된다.
- (3) 호중구감소증의 원인은 세포독성약물, 조혈세포의 대사를 억제하는 약물, 면역학적 손상, 방사선 조사, 골수 암세포 침윤, 비타민 B₁₂ 혹은 엽산 결핍 등이 있으며, 가장 흔한 원인은 바이러스 감염이다.
- (4) 세포독성 약물이나 방사선조사에 의한 호중구감소증은 노출 후 7-10일에 일어나며 2-3주 지속된다.

5.1.2. 호중구증가증

- (1) 급성으로 증가하는 경우는 염증, 감염, 손상 및 스트레스가 가장 흔한 원인이다.
- (2) 지속되는 호중구증가증은 만성염증이나 골수증식성질환의 가능성이 높다

5.1.3. 호중구수 이상을 초래하는 직업적 요인

- (1) 호중구수 증가
 - (가) 자극적인 가스, 흙 등

(2) 호중구수 감소

(가) 벤졸(benzol), 벤젠, 비소, 아산화질소, 티오글리콜산(thioglycolic acid), 디니트로페놀(dinitrophenol), 티오시아염(thiocyanate), 사염화탄소 등

(나) 전리방사선

5.2. 호산구 이상

5.2.1. 호산구증가증

(1) 호산구증가증의 원인은 기생충감염, 약물 알레르기, 각종 알레르기질환, 교원성질환, 혈액암 및 고형암, 특발성 과호산구증후군 등 다양하며, 원인을 알 수 없는 경우도 있다.

5.2.2. 호산구감소증

(1) 호산구감소증의 원인은 급성감염, 스테로이드 치료나 교감신경 자극이 있다.

5.3. 림프구 이상

5.3.1. 림프구증가증

(1) 상대적 림프구증가증은 백혈구 감소와 관련이 있고 절대수의 증가와 감별하여야 한다.

(2) 절대적 림프구증가증은 급성감염, 만성(비특이적)감염, 백일해, 매독, 결핵, 갑상선 기능항진증 환자에서 발견된다.

5.3.2. 림프구감소를 초래하는 직업적 요인

벤젠, 고용량 전리방사선 노출

6. 혈소판 이상

6.1. 혈소판감소증

6.1.1. 혈소판 감소증의 원인

- (1) 혈소판 생성만 감소되어 나타나는 경우는 아주 드물다. 대개는 다른 계열의 생성 부전과 동반하여 나타나며, 골수형성이상증후군(MDS)이나 무형성빈혈의 전구질 환일 가능성이 많다.
- (2) 혈소판감소증의 가장 흔한 원인의 하나인 감염의 전조로 시작되는 경우가 많다.
- (3) 영양(비타민 B₁₂, 엽산)결핍, 철결핍의 경우 다른 계열 세포의 생성 부전과 더불어 늦게 저혈소판증이 나타날 수 있다.
- (4) 백혈병과 같은 골수를 침범하는 질환에서 혈소판감소증을 볼 수 있다.
- (5) 세포독성항암제, 티아지드(thiazide) 같은 약물에 의해 면역성으로 혈소판이 파괴되어 혈소판감소증이 나타나는 경우 약물을 중단하면 서서히 회복된다.
- (6) 혈소판수가 80,000/ μ L 이하이면 원인질환을 알기 위해 정밀검사를 시행한다.
- (7) 혈소판수가 50,000/ μ L 이상으로 유지되면 자발적 출혈의 위험은 없다. 혈소판수가 20,000/ μ L 이하인 경우 자발적 출혈의 위험이 높다.

6.1.2. 혈소판감소증을 초래하는 직업적 요인

- (1) 폴리머/플라스틱
염화비닐, 톨루엔 디이소시아네이트(toluene diisocyanate, TDI), 폴리우레탄

(2) 테레빈(Turpentine)

(3) 살충제

디디티(DDT), 디엘드린(Dieldrin), 디클로보스(Dichlorvos), 린단(Lindane, benzenehexachloride), 피레스린(Pyrethrin)

6.2. 혈소판증가증

6.2.1. 혈소판증가증의 원인

- (1) 혈소판증가증은 다양한 원인으로 발생할 수 있으며, 80%는 이차적 원인으로 발생한다. 혈소판증가증의 원인으로는 철결핍성빈혈, 비장 절제, 악성 종양, 염증성 장질환, 감염 등의 질환과 용혈, 출혈 및 수술 후 상태 등이다.
- (2) 진성 혈소판증가증에서는 장기적으로 골수섬유증이나 골수형성이상증후군, 급성 골수성백혈병 등이 발생할 수 있다.
- (3) 혈소판수가 50만/ μL 이상이면 원인질환을 알기 위해 정밀검사를 시행한다.
- (4) 혈소판 감소나 증가가 지속되거나, 시간 경과에 따라 변화 양상의 경향이 보이는 경우, 백혈구나 적혈구수가 감소가 동반되는 경우는 원인질환을 알기 위해 정밀검사를 시행한다.

7. 조혈기계암

7.1. 조혈기계암의 혈액 이상 소견

혈액검사에 이상 소견을 보일 수 있는 혈액종양질환은 골수증식성종양, 골수형성이상/골수증식성종양, 골수형성이상증후군, 급성골수성백혈병, 림프구계 종양으로 구분된다.

- (1) 골수증식성종양은 만성적으로 발병하고, 말초혈액에서 과립구, 적혈구, 혈소판의 수적 증가를 초래하게 되며, 비장비대나 간비대가 흔히 동반된다.
- (2) 골수형성이상/골수증식종양은 만성골수성백혈병과 유사한 질환으로 지속적으로 말초혈액에 과립구, 단구, 미성숙 과립구가 증가한다.
- (3) 골수형성이상증후군에서는 말초혈액에서 범혈구 감소를 나타내나 일부는 빈혈 소견만을 보이기도 한다. 약 1/3에서는 급성골수성백혈병으로 이행한다
- (4) 급성골수성백혈병에서는 말초혈액에서 빈혈, 백혈구수의 증가 또는 감소와 골수 모구 등 미성숙 백혈구, 혈소판수 감소 등의 소견이 관찰된다.
- (5) 림프구백혈병의 경우 말초혈액에서 림프구 증가를 보이며 빈혈을 동반한다. 림프종의 경우 골수를 침범하면 자가면역용혈 및 혈소판감소 등으로 인해 혈구감소증이 나타나며, 골수종의 2/3 정도에서 빈혈이 나타난다.

7.2. 조혈기계암을 초래하는 직업적 요인

국제암연구소(IARC)의 최신 표적 장기별 발암성 요인 분류는 사람에게 충분한 근거가 있는 것과 제한된 근거로 분류하고 있다. 직업적으로 조혈기계암을 유발하는 유해인자와 질환은 <부록 3>에 기술되어 있으며, 유해인자별로 유발하는 질환이 다르므로 참고할 때 주의하여야 한다.

- (1) 벤젠, 1,3-부타디엔, 포름알데히드, 산화에틸렌, 트리클로로에틸렌, 테트라클로로에틸렌, 다이옥신, 폴리클로로페놀, 스티렌
- (2) 고무산업, 석유정제업
- (3) 전리방사선, 라돈

8. 혈액검사 이상자의 건강관리

8.1. 의학적 조치

8.1.1. 적혈구수 이상

- (1) 빈혈이 진단된 경우 빈혈 원인에 대한 추가적인 검사와 빈혈 원인에 따른 적절한 치료가 시행되도록 한다.
- (2) 이차적 적혈구증가증이 진단된 경우 만성폐질환, 심장질환 등 관련 질환에 대한 적절한 치료와 금연이 시행되도록 한다.

8.2.1. 백혈구수 이상

- (1) 백혈구 증가의 가장 많은 원인은 감염증이다. 감염증이 의심되면 적절한 치료를 받도록 하고, 2-4주 뒤에 추적검사가 시행되도록 한다.
- (2) 백혈구가 감소되었을 때 적혈구나 혈소판의 감소가 동반되지 않으면 바이러스 감염, 약물 사용 등으로 인해 일시적으로 나타나는 소견일 가능성이 높으므로 2-4주 뒤에 추적검사가 시행되도록 한다.
- (3) 금속열이나 폐포염과 같은 직업적 노출에 의해 동반되는 일시적인 호중구수 증가는 흔하게 나타나는 비특이적인 현상으로 감별진단을 요하지 않는다.
- (4) 추적검사에서 백혈구 감소나 증가가 지속되는 경우, 혈소판이나 적혈구수가 감소가 동반되는 경우 원인질환을 알기 위한 정밀검사가 시행되도록 한다.

8.2.3. 혈소판수 이상

- (1) 경증의 혈소판 감소나 증가할 때에는 2-4주 뒤에 검사를 반복하며 경과를 관찰한다.

- (2) 혈소판수가 80,000/ μ L 이하이거나 50만/ μ L 이상이면 원인질환을 알기 위해 정밀검사가 시행되도록 한다.
- (3) 혈소판 감소나 증가가 지속되거나, 시간 경과에 따라 변화 양상의 경향이 보이는 경우, 백혈구나 적혈구수가 감소가 동반되는 경우 원인질환을 알기 위해 정밀검사가 시행되도록 한다.

8.2. 업무적합성평가

- (1) 빈혈을 가진 근로자가 피로를 호소하는 경우 운동부하검사로 그 수준을 평가하고, 최대산소섭취량 백분율에 따른 근무시간을 조정하거나 업무의 육체요구도를 감소시킨다(참고: 운동부하검사지침, H-43- 2011).
- (2) 빈혈을 가진 근로자는 산소 농도가 부족한 공간에서의 작업을 제한한다.
- (3) 혈구용적치가 32% 미만이면 항공기 승무원으로는 부적당하며, 잠수작업자의 경우 혈색소가 남자는 12 g/dL, 여자는 10.5 g/dL 이상이 작업허용기준이다.
- (4) 절대호중구수가 1,500/ μ L 이하인 근로자는 감염에 대한 감수성이 높으므로 세균 감염의 위험성이 높거나, 즉각적으로 의료서비스를 이용할 수 없는 경우 작업을 제한한다.
- (5) 절대호중구수가 1,000/ μ L 미만이면 발열을 동반한 감염이 우려되므로 작업을 제한한다.
- (6) 혈소판수가 20,000/ μ L 이하인 경우 자발적 출혈의 위험이 높으므로 작업을 제한한다.

8.3. 사업주 조치사항

- (1) 빈혈을 가진 근로자가 피로를 호소하는 경우 근무시간, 휴식시간, 교대근무나 야간근무, 육체 작업에 대한 조정을 고려하여야 한다.

- (2) 빈혈을 가진 근로자가 산소 농도가 부족한 공간에서 작업을 해야 하는 경우 근무제한 조치를 한다.
- (3) 절대호중구수가 감소한 근로자가 세균감염의 위험성이 높은 작업에 종사하지 않도록 근무제한 조치를 한다
- (4) 혈소판수 감소로 자발적 출혈의 위험이 있는 근로자에 대해서는 근무제한 조치를 한다.
- (5) 조혈기계 이상을 가진 근로자가 골수독성물질이나 빈혈을 유발할 수 있는 유해인자에 노출이 되지 않도록 작업전환, 보호구 착용 등의 적절한 조치를 취한다.

<부록 1> 혈액검사 참고치

검사항목		참고치	단위
혈색소량(Hb)	남	13.0-17.0	g/dL
	여	12.0-16.0	
혈구용적치(Hct)	남	38-54	%
	여	36-48	
평균적혈구용적치(MCV)		80-96	fL
평균적혈구혈색소량(MCH)		27-31	pg
평균적혈구혈색소농도(MCHC)		32-36	g/dL
적혈구수(RBC)	남	4.2-6.3	$10^6/\mu\text{L}(\text{mm}^3)$
	여	4.2-5.4	
적혈구분포폭(RDW)		11.5-14.5	%
망상적혈구백분율		0.5-2	%
백혈구(WBC)		4.2-11	$10^3/\mu\text{L}(\text{mm}^3)$
호중구		1.5-7(37-72%)	$10^3/\mu\text{L}$
호산구		0-0.4(0-6%)	
호염구		1-0.1(0-1%)	
단핵구		0-0.7(0-14%)	
림프구		1-3.7(20-50%)	
혈소판수		150-400	$10^3/\mu\text{L}(\text{mm}^3)$
혈청 철	남	60-200	$\mu\text{g/dL}$
	여	55-180	
총철결합량(TIBC)		250-450	$\mu\text{g/dL}$
혈청 페리틴	남	70-160	$\mu\text{g/dL}$
	여	20-70	

< 부록 2> 빈혈을 유발하는 직업적 요인

빈혈 종류	유해인자
저증식성 빈혈	납(Lead)
	디니트로톨루엔(Dinitrotoluene)
	린단(Lindane, benzenehexachloride)
	벤젠(Benzene)
	비소(Arsenic/arsenicals)
	알킬화제(Alkylating agents)
	전리방사선(Ionizing radiation)
	트리니트로톨루엔(Trinitrotoluene)
	다이옥신(2,3,7,8 TCDD)
	에틸렌글리콜에테르(Ethylene glycol ethers)
	파라디크로로벤젠(Paradichlorobenzene)
	펜타클로로페놀(Pentalchlorophenol)
용혈성 빈혈	
혈관 내 용혈	구리(Copper)
	급성 납(Lead)중독
	딱딱한 표면에서 손이나 발의 반복적인 누적 외상
	스티빈(Stibine)
	아신(Arsine)
혈관 외 용혈	
산화적 용혈성 빈혈 (메트헤모글빈혈증)	나프탈렌(Naphthalene)
	나프탈아민(Naphthalamine)
	니트로글리세린(Nitroglycerin)
	니트로벤젠(Nitrobenzene)
	니트로아닐린(Nitroaniline)
	니트로톨루엔(Nitrotoluene)
	니트로프로판(Nitropropane)
	디니트로벤젠(Dinitrobenzene)
	디니트로톨루엔(Dinitrotoluene)
	아닐린(Aniline)
	아미노페놀(Aminophenol)
	아질산염(Nitrites)
	에틸렌글리콜디니트레이트(Ethylene glycol dinitrate)
	클로로아닐린(Chloroaniline)
	트리니트로톨루엔(Trinitrotoluene)
	톨루이딘(Toluidine)
	페닐프로판올아민(Phenylpropanolamine)
면역성 용혈	디엘드린(Dieldrine)
	석면노출에 의한 악성종괴
	트리멜리트 무수물(Trimellitic anhydride, TMA)

<부록 3> 조혈기계암을 유발하는 유해인자와 질병종류(IARC)

분류	사람에게 충분한 근거	사람에게 제한된 근거
다이옥신		비호지킨림프종
라돈-222		백혈병
벤젠	급성 비림프 백혈병	급성 및 만성 림프 백혈병, 비호지킨림프종, 다발성골수종
1,3 부타디엔	림프조혈기암	
산화에틸렌		림프계암(비호지킨림프종, 다발성골수종, 만성림프백혈병)
스티렌		림프조혈기암
트리클로로에틸렌		림프종
테트라클로로에틸렌		림프종
포름알데히드	백혈병(특히 골수성 백혈병)	
폴리클로로페놀		비호지킨림프종
X-선, γ-선	백혈병(만성림프백혈병 제외)	
고무산업	백혈병, 림프종	
석유정제업		백혈병

IARC: 국제암연구소