

대동물 임상에서 혈액학 및 생화학적 검사를 통한 우군의 건강모니터링 방법

농촌진흥청 국립축산과학원 수의연구원/수의학박사 류 일 선
E-mail : lrlisryu@korea.kr/zm031-290-1565

과거 국내 대동물 수의임상현장에서 활동하고 있는 수의사들은 시진, 만진, 타진 정진 등의 기술을 중심으로 질병발생 체계에 대한 진단에 의존하여 왔으며, 일부 임상 수의사들이 혈액학 및 생화학검사방법을 이용하여 진단에 적용하고 있는 현실이다.

본고는 국내의 임상병리검사자나 자료 등을 정리하여 대동물임상수의사들이 임상현장에서 적용가능할 수 있도록 쉽게 정리하여 질병진단에 적극적으로 활용하기 바라는 마음에서 소개함을 밝히두고 저 한다.

I. 혈액학 검사

다양한 질병의 진단, 증세나 치료효과의 판정에 혈액검사가 이뤄지고 있는 데, 적혈구수, 백혈구수, 헤마토크리트치, 헤모글로빈농도, 적혈구 지수 및 혈액도말표본을 포함한 기본적인 혈액검사를 Complete Blood Count(CBC)로 총칭되고 있다.

1. 적혈구지수(Erythrocyte index)

헤마토크리트치, 1μl의 적혈구 및 헤모글로빈 농도를 알면 적혈구지수를 계산할 수 있다. 즉 적혈구수, 혈액소량, PCV로부터 적혈구의 크기와 혈액소량을 나타내는 것이다.

가. 평균적혈구 용적(Mean corpuscular volume : MCV)

MCV는 각각의 적혈구 용적을 나타내며 하기와 같은 방법으로 계산된다.

$$MCV = \frac{PCV \times 10}{\text{적혈구수}(\times 10^6 / \mu l)}$$

(1) 판정

① MCV증가(macrocyclic)

급성출혈이나 용혈시 골수의 활동이 증가시와 어떤 조혈인자의 결핍시 등에 나타난다.

② MCV감소(microcyclic)

철(Fe) 또는 구리(Cu)결핍이나 조혈인자의 결핍시 등에 나타난다.

나. 평균적혈구 혈액소 농도(Mean corpuscular hemoglobin concentration : MCHC)

MCHC는 평균적혈구혈액소농도 즉 적혈구 용적에 대한 혈액소의 증량비로 하기와 같은 방법으로 계산된다.

가 70mmHg이하의 저산소증으로 판단한다.

○ 동맥혈중의 혈액가스 정상치(평균치±표준편차)

구분	O ₂ mmHg	CO ₂ mmHg	pH	HCO ₃ mEq/ℓ
생후 24시간의 자우	63.9±10.8	45.3±3.7	7.42±0.02	28.0±1.9
홀스타인 성우	85.0±7.0	40.2±3.4	7.45±0.04	27.9±3.8
홀스타인 성우(3~6년령)	96.2±4.6	36.5±3.0	7.50±0.02	-

3. 혈액검사 결과의 평가방법

가. 적혈구수, 헤마토크리트치, 헤모글로빈 농도의 감소(빈혈)

(1) 총적혈구수가 증가하는 경우 : 실혈성 또는 용혈성 빈혈

실혈성 빈혈	기생충 감염, 장출혈, 육안으로 확인불가한 실혈 등
용혈성 빈혈	적혈구내 원충의 기생 또는 화학물질의 섭취 등

나. 적혈구수, 헤마토크리트치, 헤모글로빈 농도의 증가(적혈구 증가증)

상대적 적혈구 증가증	탈수
절대적 적혈구 증가증	속발성 : 만성폐렴, 심장기형, 세균성 심내막염 등 진성 : 적혈구계 세포의 증양성 증식

다. 혈소판수

감소	골수 조혈세포의 파괴에 따른 빈혈(면혈구감소증) 대량출혈, 혈종, 심급성유방염
증가	실혈성 빈혈의 회복기에 골수기능의 항진시

라. 호중구수

감소	병괴의 항진 : 바이러나 리케치아가 호중구를 직접 손상을 주며, 감염 초기에 현저하다. 생산 저하 : 약제, 방사선 등에 의한 골수기능장애, 종양세포의 골수 침윤이 원인이다. 대사이상 : 비타민 B12나 엽산결핍은 핵산대사를 방해하여 골수에서의 호중구산생을 방해한다.
증가	반응성 증가 : 세균감염 후, 수시간이내에 일어나며, 내독소가 골수로부터 호중구방출을 촉진시키기 때문이다. 증가의 정도는 원인균의 종류, 감염부위, 개체의 반응성에 따라 다르다. 노독증, 산성증, 부신피질호르몬의 증가 등 소 백혈구점착성부전증 : 호중구수는 정상치의 4~20배로 호중구의 점착성이나 탐식작용이 현저하게 저하된다. 증양성 증가 : 소에서 드물다.
호중구의	복막염, 유방염 및 자궁염의 초기에는 성숙 호중구가 병변부위에 모

$$MCV = \frac{\text{혈액소량}(g/dl) \times 100}{PCV}$$

(1) 판정
① MCHC증가

적혈구는 혈액소에 과도한 포화상태로 존재할 수 없기 때문에 MCHC가 정상범위 이상으로 증가되는 경우는 없다.

② MCHC감소(hypochromic)

진성저색소성빈혈에서 적혈구용적의 평균이 감소되기보다는 상대적으로 혈액소의 감소가 더욱 크다.

다. 평균적혈구혈액소량(Mean corpuscular hemoglobin : MCH)

MCH는 평균 적혈구내의 평균 혈액소 량을 증량으로 표시한 것으로 하기와 같은 방법으로 계산된다.

$$MCH = \frac{\text{혈액소량}(g/dl \times 100)}{\text{적혈구수}(\times 10^6 / \mu l)}$$

라. 적혈구 지수의 정상치(소)

MCV(fl=femtoliter)	MCHC(g/dl)	MCH(pg=picograms)	비고
50(40-60)	30(26-34)	14.4~18.6	

마. 빈혈의 형태학적 분류

구분	MCHC 정상	MCHC 감소
MCV 정상	정규성 정색소성	정규성 저색소성
MCV 증가	대구성 정색소성	대구성 저색소성
MCV 감소	소구성 정색소성	소구성 저색소성

3. 혈액가스의 측정

최근에는 비교적 조작이 간단한 혈액가스 분석장치가 개발되어 수의임상분야에서 주로 호흡기질환의 병리나 대사성 산성증의 확정진단에 사용되고 있다.

검사용 혈액은 동맥혈을 채취하지 않으면 안되며, 채혈부위는 송아지는 전완골 동맥, 성우는 정중미동맥이 이용되고 있다.

채혈에서 측정까지의 시간은 가능한 짧은 것이 좋으며, 냉장보존해도 2시간이내에 측정하지 않으면 안된다.

특히 채혈시 동물이 난폭하게 될 경우, 측정결과에 크게 영향을 미치며, 채혈중의 주사기내 기포가 혼입하게 되면 PaO₂는 낮고, pH는 상승한다. 일반적으로 PaO₂

백의 과방이동	이기 때문에 혈중의 수는 감소하는 데, 비교적 빠른 시기에 미성숙호중구가 말초혈에 출현하는 것을 말한다. 재생성 과방이동 : 호중구수가 증가하고 동시에 미성숙호중구가 증가하는 데, 이는 가족에 방어능력이 남아있다는 것이다. 퇴행성 과방이동 : 호중구수감소해서 간상호중구보다도 전단계의 미성숙세포가 출현하지 않는 경우는 병세의 악화 및 예후불량하다는 징조이다.
호중구의 증대성 변화	진성성 독혈증에 수반하여 나타나는 호중구의 형태변화를 말하며, 증대에서는 후골수구나 간상핵호중구의 세포질이 열기성으로 염색된다. 또한 세포질에 공포와 소수의 비교적 큰 적색과립(중독성과립)이 생긴다.

마. 림프구수

감소	호중구가 현저하게 증가할 때 보이며, 림프포종, 고사리증, 방사선장애에 의해 림프조직이 파괴될 때에도 감소한다.
증가	이런 가족에서 생리적인 증가는 항체의 산생에 중요한 역할의 결과이며, 성장함에 따라 감소한다. 세균감염 및 만성바이러스감염에 있어서 증가는 림프구의 산생을 항진하여 생체의 면역능이 높게 되며, 이형림프구의 출현을 수반하는 것이 많다.

바. 정상 혈액학적

종류	적혈구 (10 ⁶ /μl)	혈액소 (g/dl)	혈구용적 (%)	백혈구 (10 ³ /μl)	호중구 분율(%)	림프구 (%)	호산구 단구(%)	호산구 (%)	호염기구 (%)
육우	5.4~9	8~14.5	30~40	4.5~13	30	52	9	8	0.5
젖소	8.78	10.8	38	7.84	32.5	54.3	5.7	5.2	0.6

II. 혈액생화학 검사

혈액은 세포성분과 혈장성분으로 나뉘고, 혈장(정)은 화학적으로 단백질, 지질, 당질, 비단백질소, 유기산, 무기물, 비타민, 호르몬 등을 함유하고 있으며, 성분량은 여러 가지 질병에 따라 변동하는 것 외에 사망, 환경조건의 변화에 의해서도 변동한다. 따라서 변동량을 측정하는 것으로부터 질병의 진단, 진단법의 판정에 도움이 될 뿐 아니라, 축군의 건강관리, 사양양부(良否)의 판정 등에도 이용할 수 있게 되었다.

채혈시 가족이 고통상태에 있거나 공포감을 줄 경우는 혈당치와 호산구 등은 바로 상승한다.

1. 단백질

알부민은 혈장용적과 교질 삼투압의 유지, 여러 가지 영양물질, 대사산물, 약제 등의 수송기능, 보호교질로서의 작용, 수분량의 유지 등지에 체단백질의 영양원으로

서 기능을 가지고 있다. 그 농도는 출생직후부터 비교적 일정량을 유지하는 데(2.5~3.0g/100ml), 성장해서도 그 수치는 그다지 변하지 않는다.

알부민은 간에서 생성되기 때문에 영양실조, 간장애에 수반하여 생성기능의 감퇴에 따라 감소하며, 생리적으로는 삼투압에 관여하여 그 분자량은 글로부린보다도 작기 때문에 열상, 쇼크, 설사, 신장염 등에 따른 조직세포의 손상면으로부터의 혈관의 누출, 외상면으로부터 삼출, 뇨중 배설 등에 의해 감소한다.

이에 반해 글로부린은 종류가 많고 각각 생리적 의의를 가지고 있으나, 농도적으로는 발육에 따른 환경감각을 받아 점차적으로 증가하는 경향이 있다(출생시 2.5g/100ml, 성우 4.5~5.0g/ml).

글로부린의 분류를 전기영동법으로 대별하면, α-, β-, γ-의 각 글로부린로 나누어지나, α- 및 β-글로부린은 poly단백, 당단백을 함유하여 지용성비타민, 호르몬 등을 수송을 한다. γ-글로부린은 항체를 가지고 있어서 생체의 방어기구의 주역을 담당하고 있다.

글로부린은 간을 시작으로 비장, 림프절, 골수, 기타 장기에서도 합성되어, 특히 면역글로부린에 관해서는 세망내피계의 세포가 중요한 역할을 하고 있다. 따라서 글로부린의 감소는 중증질환의 말기 등에서 단백질생성기능이 감퇴하는 경우에 보이며, 반대로 각종 감염증, 간질환 증기후, 영양과다, 임신, 만성질환 등에 증가하는 것이 많다.

혈청중의 면역글로부린로서 IgG, IgA, IgM이 알려져 있으나, 이중에 대부분을 점유하고 있는 것은 IgG이며, IgG₁, IgG₂의 subtype가 있다. 신생자유의 혈청중 IgG₁은 거의 검출되지 않으나, 초유를 포유함에 따라 모우로부터 항체가 있는 IgG₁이 증가한다. 신생자우는 모우의 초유를 매개로 항체를 획득하기 때문에, 자우의 감염방어측면에서 초유의 포유는 극히 중요하며, IgG는 생후 2개월전후에 체내에 합성되기 시작한다.

검사항목	정상범위	증가요인	감소요인
혈청 (혈장) 총단백질과 각 분획	총단백질 성우 : 6.5g/100ml 육성우 : 5.0~6.5g/100ml	탈수	출혈, 쇼크, 부종, 단백뇨 등으로 인한 저알부민혈증 혈뇨
	알부민 성우 : 40~50% 육성우 : 50~60%	세균성, 바이러스성 감염증, 간질환	
	α-글로부린 성우 : 12~17% 육성우 : 14~20%	폐색성황달, 간염	간염의 초기, 말기
	β-글로부린 성우 : 8~12% 육성우 : 10~16%		중증 간질환, 만성 간염, 영양실조, 뇨독증
	γ-글로부린 성우 : 25~33% 육성우 : 15~30%	중독성 간염, 다발성관절염	간기능부전

검사항목	정상범위	증가요인	감소요인
혈당	성우 : 45~70mg/100ml 자우 : 80~110mg/100ml	당뇨병 유열	케토시스 저혈당증
혈중요소태질소	성우 : 10~16 육성우 : 10~16	뇨독증 약물중독, 쇼크 발열성질병	간염 중독성 간염
혈중암모니아	성우 : 70±30μg/100ml 육성우 : 70±μg/100ml	암모니아 중독 송아지 실사병	

상승하지 않는다.

4. 혈청지질

혈청중에는 여러 가지 지질이 존재하고 있으나, 그 주요한 성분으로는 콜레스테롤, 인지질, 트리아실글리세롤(트리아실글리세라이드, TG), 유리지방산(NEFA)로부터 되고 NEFA는 알부민과 결합하고, 기타 지질은 리포단백질로서 존재한다.

(1) 콜레스테롤

혈중 콜레스테롤 농도는 간 및 장에 있어서 콜레스테롤의 형성·흡수·이화나 혈중 리포단백질 대사와 밀접하게 관계하고, 그 측정은 체내대사이상의 지표로서 중요하다.

(2) 인지질

혈청중의 인지질의 대부분은 간에서 합성되어 간에 의해 소멸되며, 혈장인지질은 간질환에서 변동하는 것이 많다.

(3) 트리아실글리세롤(트리아실글리세라이드, TG)

지방조직의 대부분은 TG로부터 되고, 그 TG원은 사료로부터 이용되는 TG가 유상과립으로서 만들어지는 것, 지방조직이 합성한 것으로부터 된다. 지방조직은 부해(TG→NEFA)로 합성(NEFA→TG)을 반복하여, 기아에서는 지방을 동원하여 TG를 NEFA로서 혈중에 방출한다. TG와 NEFA의 대사는 당질의 대사가 강하게 관여하며, 우유의 지방산의 많은 것은 혈장유래의 TG로부터 지원되고 있다.

(4) 유리지방산(NEFA)

혈청중의 NEFA의 농도는 대단히 불안정한 상태이기 때문에 작은 자극에 대해서도 민감하게 변화하며, 특히 영양과 호르몬에 대단히 민감하다. 소의 경우, 케토시스의 초기에 증가하는 것으로 알려져 있으며, 건강관리에 필요한 지표로서 체중변화대신에 혈중 NEFA수치로 검토할 수 있는 data이다.

검사항목	정상범위	증가요인	감소요인
트리아실글리세롤(트리아실글리세라이드, TG)	20~50mg/100ml	전염성 빈혈 중증 간장애	폐색성 황달 약물중독 급성해장염
총콜레스테롤	80~300	고지방사료 급여 비유우	지방간
인지질	80~180	폐색성 황달, 당뇨병	지방간
유리 지방산	200~800Eg/l	케토시스	

5. 혈청무기질 : Ca, Mg, IP, Se 등

	피부리노겐	3~8%	고단백혈증, 고알부민혈증
	A/G비	성우 : 0.8~1.0% 육성우 : 1.0~1.2%	급성감염증, 악성종양

2. 비단백태질소

혈중 요소질소는 요소, 뇨산, 아미노산, 암모니아, creatin, creatinin 등의 다수의 질소화합물로 이루어져 있으며, 가축의 임상병리학상 특히 중요한 것은 요소질소와 암모니아이다.

요소는 포유동물에 있어서 단백질대사의 종말산물의 중요한 것으로 N의 종말처리 및 NH₃의 해독기구로서, HH₃와 CO₂로부터 간(요소회로, 오르기닌 회로)에서 만들어진다. 혈액으로 운반되어 대부분이 신장으로부터 뇨중에 배설되나, 소에서는 일부 간 및 혈액을 경유하여 타액중에 나타나는 데, 제1위내에 분비되면 제2제1위내 미생물에 의해 질소원으로 이용된다.

요소질소는 비단백태질소와 같이 신장에 있어서 배설기능과 이화작용의 균형에 의해 혈중농도가 정해지는 데, 현저하게 증가하는 경우는 신장기능의 저하에 의한 것이기 때문에 임상에서 신장기능을 파악하는 지표로서 중요시된다. 신장질환이외에도 발열, DCP의 과잉섭취, TDN의 섭취부족에서 증가하고, 반대로 중독성 간염이나 급성 간위축에서는 감소한다.

검사항목	정상범위	증가요인	감소요인
혈당	성우 : 45~70mg/100ml 자우 : 80~110mg/100ml	당뇨병 유열	케토시스 저혈당증
혈중요소태질소	성우 : 10~16 육성우 : 10~16	뇨독증 약물중독 쇼크 발열성질병	간염 중독성 간염
혈중암모니아	성우 : 70±30μg/100ml 육성우 : 70±μg/100ml	암모니아 중독 송아지 실사병	

3. 비단백태질소

혈중의 글루코스(Glucose) 즉 혈당은 소의 경우 VFA의 섭취, 글루코스의 생성·이용·배설의 평형에 의해 규제되고 있으며, 체내의 글루코스생성의 주 장기는 간이며, 소량은 신장에서도 생성된다. 말초조직에 있어서 이용은 주로 뇌, 지방조직, 근육이다.

반추동물인 소의 당질대사는 사람, 말, 돼지 등의 단위동물(=당동물)과 다르며, 단위동물은 에너지원으로 포도당을 이용하나, 반추동물(=지방산동물)에서는 필요한 에너지의 약 70%를 VFA로부터, 나머지 30%를 포도당으로부터 이용한다. 단위동물에서는 사료를 급여하면 1~2시간후의 혈당치는 공복시보다도 높고, 2~3시간후에 공복시 상태로 감소하는 데 반해, 반추동물에서는 사료를 급여해도 혈당치는 거의

검사항목	정상범위	증가요인	감소요인
혈청 Ca	성우 : 9.0~11.5mg/100ml 육성우 : 9.0~11.5mg/100ml	전염성 D과잉증 고단백혈증 변형성 관절염	뇨독증 구루병 골연중 비타민D결핍증 유열, 기립불능증 저단백혈증 만성간염
혈청Mg	성우 : 2.0~2.7mg/100ml 육성우 : 2.0~2.2mg/100ml	만성신장염 탈수 산성증	구루병 뇨독증 마그네슘결핍증 케토시스
무기인	성우 : 5.0~7.0mg/100ml 육성우 : 5.0~8.5mg/100ml	신부전 비타민 D과잉증 고인(P)혈증	골연중 구루병 산독성혈색소뇨증 백근병
혈청 Se	48.9±21.68ng/100ml	셀레늄중독	후산정제

6. 혈청 전해질 : Na⁺, K⁺, Cl⁻ 등

(1) Na⁺

수분 및 전해질 대사의 부족을 조래하는 경우, 기아, 발한, 열사병, 설사, 하수체-부신피질계 기능장애 등이다.

(2) K⁺

수분·전해질 부족을 조래하는 경우, 심부전, 신부전, 하수체-부신피질계 기능장애, 당뇨병, 간경변 등으로 대체적으로 Na⁺의 경우와 동일하다.

(3) Cl⁻

Cl⁻는 생체내에 있는 Na⁺와 같이 NaCl로서 대부분 세포외액중에 존재하여 혈장 총음이온의 70%를 차지하고, 그 외의 전해질과의 상호관계를 함과 동시에 수분평형, 삼투압 조절, 산-염기평형의 조절 등에 중요한 역할을 하고 있다.

기아, 구토, 폐렴, 급성신장염, 뇨농증, 부신피질기능저하 등에서는 저Cl⁻혈증을 나타내며, 저단백혈증, 탈수, 심부전, 부신피질항진 등에서는 고Cl⁻혈증을 나타낸다.

검사항목	정상범위	증가요인	감소요인
Na ⁺	138~152mEq/l	시험중독, 전신성부종, 저알부민혈증	저염사료 급여 구토, 설사, 피부병
K ⁺	3.9~5.4	만성신부전, 대사성 산성증	구토, 설사
Cl ⁻	97~111	시험중독 고Cl ⁻ 성 대사성 산성증	구토, 대사성알칼리증 제4위위축증

7. 상이한 온도에서 보존한 동물혈청효소의 안전성(소)

효소	분포 기관	실온(22℃)	냉장차(4℃)	냉장차(-20℃)
SGOT(AST)	심장, 간, 골격근, 신장순	증가	5일간 안정	38일간 안정
SGPT(ALT)	간, 신장, 신근 순	증가	증가	증가
LDH		안정	감소	6개월간 안정

포도당(Glucose)은 실온에서 혈청과 혈병을 같이 방치하면 혈청 포도당은 1시간 약 7%의 감소하며, 빌리루빈(Bilirubin)은 적사광선에 노출되면 1시간에 50%가 감소된다.

무기물과 칼륨(K)은 혈청을 빨리 분리시키지 않으면 혈청과 적혈구사이에 이동이 일어나며, 무기인양은 저장하면 증가하는 경향이 있는 데, 특히 용혈이 일어날 때는 보다 증가한다.

콜레스테롤은 실온에서 5일간 안정하며, pH는 혈액이 공기에 노출시 CO₂를 상실하여 급격히 상승한다.

혈청효소가 진단에 이용될 때 가장 중요한 것은 간질환의 진단의 경우이며, AST, ALT, ALP, 콜레스테라제(ChE), OCT, LDH(젖산탈수소효소), 이소구연산디하이드로게나제, 로이신아미노펩타제(LAP), γ-GTP, β-글루코로니다제(ICDH), 글루코스-6-인산포스파타제 등이다.

검사항목	정상범위	요인	질병명
AST	21.3±2.9U/ℓ	약물에 의한 중독, 간기능장애	급성간염, 중독성 간염
ALT	6±4.2	순환기 장애	심근경색
OCT	1.5~14	간기능장애	급·만성간염
γ-GTP	육성우(90일령) 4.8±2.5 육성우(150일령) 6.5±3.2 착육우 7.3±3.8	간기능장애	급·만성간염
LDH	435~1,449	간기능장애 근육변성	급성간염
CK	5.6±3.6	근질환 (근조직 손상 초래)	백근중 유독식품섭취에 의한 근육변성 자우의 관절만곡증, 내수두증후군

이상과 같이 국내의 우군 임상현장에서 활용가능한 혈액학 및 생화학적 검사를 통한 모니터링방법에 대해 집중적으로 고찰하여 정리하였으며, 국내 대동물임상수의사들에게 도움이 되길 바란다.

참고문헌

1. 전국농업문제협회. 가축공제における 임상병리검사요령. 농림수산성 경제국편. 1996년 개정.
2. 이창우 등 편저. 수의 임상병리. 2000. 기전출판사
3. Alex Souza. Using biological tests to monitor dairy cow fertility, reproductive hormones and other metabolites. 2007. Repro connections