

닭의 장기조직의 Creatine phosphokinase(CPK) 총활성 및
CPK Isoenzyme 분획에 관한 연구

김봉식, 허인, 박관명, 유석호, 김원선
충청남도가축위생시험소당진지소

Studies on the Total Creatine Phosphokinase(CPK) Activities and
CPK Isoenzymes Fractions of Organ Tissues in Chicken

Bong-Sik Kim, Hurh In, Gyan-Myung Park, Seog-Ho Yoo, Won-Sun Kim
Dang Jin Branch of Chung-Nam Veterinary Service Laboratory

Abstract

Clinically healthy 12 female Manina breed chicken (6 of 75 days old ; group A, 6 of 145 days old : group B, female) were examined to establish physiological basic data on organ tissues total Creatine phosphokinase(CPK) activities and CPK isoenzymes fractions.

The tissues examined were the Lung, Heart, Liver, Proventriculus, Gizzard, Duodenum, Colon and Muscle.

The results obtained were summarized as follows :

1. Total CPK activities were high with decreasing order of the Muscle>Proventriculus>Gizzard>Heart>Duodenum>Colon>Lung>Liver in group A and Muscle>Proventriculus>Gizzard>Heart>Colon>Duodenum>Lung>Liver in group B. Significance of total CPK activities in group difference was only found Colon, group B showed higher values than that of group A ($P<0.01$).

2. In the pattern of CPK isoenzymes fractions, Lung, Heart, Liver, Proventriculus, Gizzard, Duodenum and Muscle were high with decreasing order of CK2>CK3, Colon showed the pattern with decreasing order of CK3>CK2. Significance of CPK isoenzymes fractions in group difference was only found Liver, CK2 in group B($P<0.01$) and CK3 in group A($P<0.01$) were higher than that of the other group.

Key word : Creatine phosphokinase

서 론

임상화학은 각종 시료의 생화학적 검사를 통하여 질병의 진단, 치료 및 예방을 위한 객관적인 정보를 제공하여 병태나 병인을 해결하는데 도움을 주고 있다.

최근 각종 질환에 대한 생화학적 연구의 발달은 임상화학의 중요성을 더욱 높이고 있으며, 특히 Creatine phosphokinase(CPK)는 사람의 심근경색¹⁻⁴⁾과 신경 및 근육질환⁵⁻⁸⁾을 진단하는데 결정적인 역할을 함으로써 그 중요성이 날로 증가하고 있다.⁹⁾

CPK는 3대 주요 isoenzyme 즉, 뇌, 말초신경, 뇌척수액 그리고 장에서 주로 발견되는 BB형(CK1), 심근 및 골격근에 존재하는 MB형(CK2) 그리고 골격근과 심근에 많이 존재하는 MM형(CK3)으로 구성되어 있다.

사람에 있어서는 혈청 및 뇌척수액의 CPK 총활성치뿐만 아니라 CPK isoenzyme 분획이 질병진단에 유용하게 이용되고 있고, 특히 심장 특이성을 지니는 CK2는 급성 심근경색(Acute myocardial infarction: AMI)의 진단에 필수적인 지표로 이용되고 있다.¹²⁾

동물에 있어서는 소,¹³⁻¹⁵⁾ 말,¹⁶⁾ 양,¹⁷⁾ 산양,¹⁴⁻¹⁸⁾ 개,¹⁹⁻²¹⁾ 돼지^{22, 23)} 및 실험동물²⁴⁾의 혈청 CPK 총활성과 혈청 및 장기조직의 CPK isoenzyme 분획의 패턴에 관한 연구가 이루어져 있다.

닭의 CPK에 관한 연구로는 혈청 CPK 총활성과 CPK isoenzyme 분획의 패턴에 관한 연구가 이루어져 있다.

닭의 CPK에 관한 연구로는 혈청 CPK 총활성과 CPK isoenzyme 분획에 대한 검토가 저자등²⁵⁾에 의하여 이루어져 있을뿐 장기조직의 CPK isoenzyme 분획에 관하여는 지금까지 전혀 조사된 바 없는 실정이다.

이에 본 연구에서는 실제 임상에 응용될 수 있는 생리적 기초자료를 확립할 목적으로 국내에서 육종되어 사육중인 닭을 연령별(75일령과 145일령)로 2군으로 구분하여 장기조직의 CPK 총활성과 CPK isoenzyme 분획을 조사하여 보고하는 바이다.

재료 및 방법

실험동물: 임상적으로 건강하다고 판단된 MAN-INA 품종(75일령 6수 : A군, 145일령 6수 : B군)의 암컷을 무작위로 선발하여 해체한 후 폐장, 심장, 간장, 신위, 근위, 십이지장, 결장 및 근육등 8가지 장기를 각각 채취하여 실험에 공하였다.

실험방법 :

장기조직의 준비: 장기를 채취한 즉시 3회 수세한 후 증류수로 2회 추가 세척하고 유산 Ringer액(중외제약)으로 2회 세척하여 혈액의 혼입을 가급적 배제하였다. 장기조직의 CPK총활성 및 CPK isoenzyme 분획 측정을 위한 재료의 준비는 Graeber²⁶⁾의 방법에 따라 각 장기조직을 1g씩 평량하고 유산 Ringer액 20ml을 첨가한 후 균질기(Bio-homogenizer, Biospec product, Switzerland)를 사용하여 균질화하였다. 균질화액을 원심(1,500rpm, 15분)하여 그 상층액을 CPK 총활성과 CPK isoenzyme분획측정에 공할 때까지 동결보존(-20℃)하였다.

장기조직의 CPK총활성 측정: 장기조직의 CPK총활성 측정은 공시동물에서 얻은 조직 상층액을, 시판용 CPK 측정용 시액키트(CPK-s 아산제약 주식회사)를 이용하여 효소법(Creatine phosphate 기질법)으로 측정하였다. 측정은 생화학분석장치(Metertech 1011, Taiwan)를 사용하여 340nm파장에서 흡광도를 측정하였으며, 각 장기조직의 CPK 총활성은 다음과 같은 공식으로 환산하여 IU/g으로 표시하였다.

$$\frac{[\text{장기 균질상층액의 CPK 총활성} \times \text{상층액 용량}]}{50\mu\ell}$$

장기조직의 CPK isoenzyme 분획의 측정: 장기조직의 CPK isoenzyme 분획의 측정은 cellulose acetate를 이용한 전기영동법으로 실시하였는데, 전기영동에 필요한 장비 및 시약은 helena회사제품(Helena Laboratories, USA)을 이용하였다. 즉, sample plate의 well에 10 $\mu\ell$ 씩 분주한 시료를 Electra HR 완충액(tris-barbital sodium 18g을 증류수 1,750ml에 녹인것, pH 8.8)에 3분간 담가두었던 cellulose acetate(Titan III) 막면에 applicator를 이용하여 2회 흡수시킨 다음 영동상에 넣

고 2300V로 10분간 전기영동을 실시하였다. 영동이 끝난후 막면을 기질판에 sandwich시킨 다음 부란기에서 25분간 반응시킨후 막면을 떼어서 56℃에서 10분간 건조시켰다. 건조된 막면은 Densitometer(Cliniscan II, Helena Laboratories, USA)를 이용하여 CPK isoenzyme의 각 분획에 대한 백분비를 구하였다.

통계분석: CPK 총활성과 CPK isoenzyme분획에 대

한 유의성 검정은 t-test로 실시하였다.

결 과

장기조직의 CPK 총활성: 각 장기조직의 CPK 총활성의 분석결과는 표1에 나타난 바와 같다.

즉 A군에서는 CPK 총활성이 근육(31,728.8±4,948.

Table 1. The Creatine phosphokinase(CPK) activities in the wet organ tissues of chickens.

Organs Groups		Lung	Heart	Liver	Proventriculus	Gizzard	Duodenum	Colon	Muscle
A (75-day-old)	M±SD	459.1 ± 93.5	16,422.7 ± 3,626.2	145.6 ± 32.3	23,456.3 ± 5,199.9	20,465.2 ± 1,843.0	4,113.02 ± 933.1	3,800.0 ± 655.3	31,728.8 ± 4,948.8
	Range	316.0 ┌ 603.6 (n=6)	10,776.0 ┌ 22,200.0 (n=5)	109.4 ┌ 197.3 (n=6)	14,341.2 ┌ 29,978.8 (n=6)	17,217.6 ┌ 22,929.6 (n=6)	3,095.1 ┌ 5,619.0 (n=4)	2,442.8 ┌ 4,594.0 (n=6)	23,132.0 ┌ 36,784.8 (n=5)
	M±SD	459.1 ± 93.5	15,742.7 ± 2,593.4	193.9 ± 34.6	22,868.8 ± 5,582.9	22,450.2 ± 2,659.0	4,124.9 ± 520.1	9,676.8 ± 3,484.5	30,795.7 ± 2,784.2
	Range	316.0 ┌ 603.6 (n=6)	12,882.8 ┌ 19,810.0 (n=5)	154.8 ┌ 256.0 (n=5)	12,680.0 ┌ 29,695.0 (n=6)	17,622.4 ┌ 25,441.2 (n=6)	3,386.8 ┌ 4,707.5 (n=5)	2,681.9 ┌ 13,814.4 (n=6)	27,183.2 ┌ 134,394.4 (n=5)
Significance between groups		*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	S

* Non-Significant

8IU/g) > 선위(23,456.2 ± 5,199.9IU/g) > 근육(20,465.2 ± 1,843.0IU/g) > 심장(16,422.7 ± 3,626.2IU/g) > 십이지장(4,113.0 ± 933.1IU/g) > 결장(3,800.0 ± 655.3IU/g) > 폐장(459.1 ± 93.5IU/g) > 간장(145.6 ± 32.3IU/g)의 순으로 높았으며, B군에서는 CPK 총활성이 근육(30,795.7 ± 2,784.2IU/g) > 선위(22,868.8 ± 5,582.9IU/g) > 근육(22,450.2 ± 2,659.0IU/g) > 심장(15,742.7 ± 2,593.4IU/g) > 결장(9,676.8 ± 3,484.5IU/g) > 십이지장(4,124.9 ± 520.1IU/g) > 폐장(441.6 ± 137.4IU/g) > 간장(193.9 ± 34.6IU/g) >의 순으로

높았다.

또한, 군간의 차이는 결장에서만 인정되었는데, B군(9,676.8 ± 3,484.5IU/g)이 A군(3,800.0 ± 655.3IU/g)보다 현저하게 높았다(P<0.01).

장기조직 CPK isoenzyme 분획: 각 장기조직의 CPK isoenzyme 분획의 분석결과는 표2에 나타난 바와 같다.

즉, A군에서는 CK2 및 CK3분획이 각각 폐장은 93.7±3.6% 및 6.3±3.6%, 간장은 55.0±10.0% 및 45.0±10.0%, 심장은 78.7±3.8% 및 21.3±3.8%, 근육은 85.

Table 2. The Creatine phosphokinase(CPK) isoenzymes fractions in the wet organ tissues of chickens.

Organs		CPK isoenzymes fractions (%)			Significance between groups
		CK ₁	CK ₂	CK ₃	
Lung	Group A (n=6)	ND*	93.7±3.6 (88.2-98.2)	6.3±3.6 (1.8-11.8)	NS**
	Group B (n=6)	ND	97.3±1.2 (95.7-98.8)	2.7±1.2 (1.2-4.3)	
Heart	Group A (n=6)	ND	78.7±3.8 (70.5-81.4)	21.3±3.8 (18.6-29.5)	NS
	Group B (n=6)	ND	79.2±4.1 (73.7-84.2)	20.8±4.1 (15.8-26.3)	
Liver	Group A (n=4)	ND	55.0±10.0 (40.8-64.7)	45.0±10.0 (35.3-59.2)	CK ₂ (P<0.01)
	Group B (n=5)	ND	78.2±17.3 (45.3-91.6)	21.8±17.3 (8.4-54.7)	CK ₃ (P<0.01)
Proventri- culus	Group A (n=6)	ND	92.8±1.7 (91.0-95.9)	7.2±1.7 (0.8-4.1)	NS
	Group B (n=6)	ND	90.4±2.5 (86.3-93.7)	9.6±2.5 (6.3-13.7)	
Gizzard	Group A (n=6)	ND	97.7±1.2 (96.0-100.0)	2.3±1.2 (0.0-4.0)	NS
	Group B (n=6)	ND	97.6±1.2 (95.9-99.2)	2.4±1.2 (0.8-4.1)	
Duodenum	Group A (n=6)	ND	84.3±6.0 (75.0-91.0)	15.7±6.0 (9.0-25.0)	NS
	Group B (n=6)	ND	86.2±6.0 (75.0-91.0)	15.7±6.0 (7.5-20.4)	
Colon	Group A (n=6)	ND	6.4±2.9 (3.4-11.5)	93.6±2.9 (88.5-96.7)	NS
	Group B (n=6)	ND	9.6±5.4 (2.1-17.7)	90.4±5.4 (82.3-97.9)	
Muscle	Group A (n=5)	ND	85.2±5.3 (79.9-94.1)	14.8±5.3 (5.9-20.1)	NS
	Group B (n=5)	ND	78.1±3.4 (73.6-82.7)	21.9±3.4 (17.3-26.4)	

* : Non-detected ** Non-significant

2±5.3% 및 14.8±5.3%, 근위는 97.7±1.2% 및 2.3±1.2%, 선위는 92.8±1.7% 및 7.2±1.7% 그리고 십이지장은 84.3±6.0% 및 15.7±6.0%으로 CK2>CK3 순으로

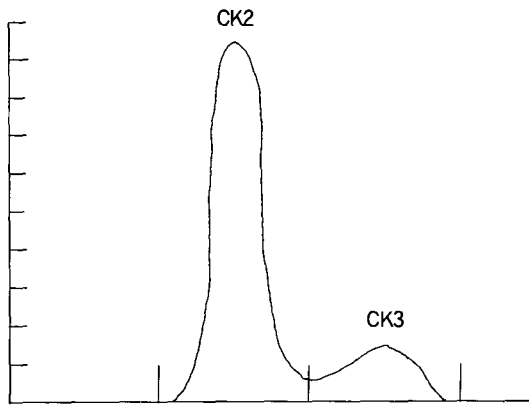


Fig 1 The pattern of CPK isoenzymes fractions of lung

한편, B군에서는 CK2 및 CK3 분획이 각각 폐장은 97.3±1.2% 및 2.7±1.2%, 간장은 78.2±17.3% 및 21.8±17.3%, 심장은 79.2±4.1% 및 20.8±4.1%, 근육은 78.1±3.4% 및 21.9±3.4%, 근위는 97.6±1.2% 및 2.4±1.2%, 선위는 90.4±2.5% 및 9.6±2.5% 그리고 십이지장은 86.2±4.5% 및 13.8±4.5%로 CK2>CK3 순으로 높게 나타났으며, 결장에서는 다른 장기와는 달리 CK2 및 CK3가 각각 9.6±5.4% 및 90.4±5.4%로 CK3>CK2의 순으로 높게 나타났다.

장기조직의 CPK isoenzyme 분획의 군간의 차이는 간장에서만 유의성이 인정되었는데, CK2는 B군(78.2±17.3%)이 A군(55.0±10.0%)보다 더 높았으며(P<0.01), 그리고 CK3는 A군(45.0±10.0)이 B군(21.8±17.3%)보다 더 높았다.(P<0.01)

고 찰

동물의 장기조직 CPK 총활성에 대해서는 소,¹³⁻¹⁵⁾ 면양,¹⁷⁾ 한국재래산양⁴⁾ 및 개¹⁹⁻²¹⁾에 대하여 각각 검토되었는데, 유우의 조직내 CPK 총활성에 관한 조사한 Pavel¹⁵⁾은 골격근에서 가장 높은 활성이 인정되었고 정

높게 나타났고(그림1), 결장에서는 CK2 및 CK3가 각각 6.4±2.9% 및 93.6±2.9%로 CK3>CK2의 순으로 높게 나타났다.(그림2)

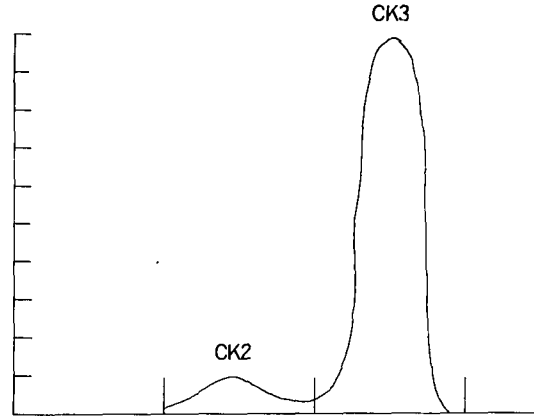


Fig 2 The pattern of CPK isoenzymes fractions of colon

소에서는 활성이 없었다고 보고하였다. 또한 윤¹⁴⁾은 유우에서 대퇴근>간장>제2위>신장>심장>결장>폐장>비장>공장>황격막의 순으로, 한우에서는 척수>대퇴>대퇴근>제2위>신장>비장>황격막>폐장>결장>심장>공장의 순으로, 그리고 한국재래산양에서는 대퇴근>신장>제2위>황격막>간장>비장>심장>결장>폐장>공장의 순으로 각각 높았다고 보고하였다. 그리고 Hess²⁰⁾은 개의 조직을 분석한 결과, CPK 총활성이 골격근>심장>뇌의 순으로 높았고 아주 적은량이 담낭과 비장에서 관찰되었으며 신장, 간장 및 췌장에서는 CPK활성이 인정되지 않았다고 보고하였고, 정¹⁹⁾도 골격근>신장>뇌의 순으로 높았다고 하였다.

닭의 혈청 CPK총활성과 CPK isoenzyme 분획의 패턴은 저자²⁵⁾에 의하여 보고된 바 있으나, 닭의 장기조직에 대한 CPK총활성과 CPK isoenzyme 분획의 패턴은 본 연구에 의해 처음으로 밝혀지게 되었다.

본 실험의 성적에서 심근의 활성을 1.0으로 보았을 때²⁷⁾ 각 장기조직의 활성을 환산해 보면, A군은 근육(1.9)>선위(1.43)>근위(1.125)>심장(1.0)>십이지장(0.25)>결장(0.23)>폐장(0.03)>간장(0.009)의 순이었으며, B군은 근육(1.9)>선위(1.39)>근위(1.37)>심장

(1.0) >결장(0.59) >십이지장(0.25) >폐장(0.03) >간장(0.012)의 순으로 높았다.

본 연구에서 조사한 장기조직 가운데 근육의 CPK 총활성이 가장 높았던 것은 닭 장기조직의 CPK 총활성에 대한 연구가 되어있지 않아 직접 비교할 수는 없으나, 유우, 한국재래산양 및 개에서의 소견과는 일치하였으나 기타 다른 장기의 CPK총활성은 다소 상이한 패턴을 나타내었다. 그런데 근 조직으로 주로 구성되어있는 선위, 근위 및 심장의 CPK 총활성이 다른 동물의 패턴과는 달리 실질조직으로 구성된 폐장이나 간장보다 높은 것으로 나타난 점이 매우 흥미있는 사실로 생각된다.

또한, 장기조직의 CPK isoenzyme 분획에 관한 연구를 살펴보면, 윤¹⁴⁾은 한국재래산양에서 심장과 대퇴근은 CK3 > CK2, 폐장, 공장 및 결장은 CK3 > CK2 > CK1, 제2위와 신장은 CK1 > CK2 > CK3, 횡격막은 CK3 > CK1 > CK2, 간장은 CK2 > CK3 > CK1 그리고 비장은 CK2 > CK1 > CK3의 순으로 각각 높았고, 한우에서 대뇌, 척수, 제2위 및 결장은 CK1 > CK3 > CK2, 심장, 대퇴근은 CK3 > CK2, 폐장, 신장은 CK3 > CK2 > CK1, 횡격막, 비장, 공장은 CK3 > CK1 > CK2 그리고 간장은 CK2 > CK1 > CK3의 순이었으며, 유우는 심장과 대퇴근이 CK3 > CK2, 폐장, 횡격막 및 신장은 CK3 > CK2 > CK1, 제2위와 공장은 CK1 > CK3 > CK2, 비장과 결장은 CK1 > CK2 > CK3, 간장은 CK2 > CK1 > CK3의 순이었다고 보고하였다. Klein등²¹⁾과 정¹⁹⁾은 개의 심장, 골격근 및 뇌 조직의 CPK isoenzyme 분획을 조사하였는데 심장은 CK3 > CK2의 순으로 높았고 근육에서는 CK3만 검출되었으며 뇌는 CK1 > CK3 > CK2의 순으로 높았다고 보고하였다.

닭을 대상으로 하여 조사한 본 실험에서는 CK1은 검출되지 않고 CK2 및 CK3만 검출되어, 결장(CK3 > CK2)을 제외한 모든 장기(폐장, 심장, 간장, 선위, 근위, 십이지장 및 근육)에서 CK2 > CK3의 패턴을 나타내었다.

흥미있는 사실은 뇌와 장등에 주로 분포되어 있는 것으로 알려진 CK1이 본 실험에서 조사한 장기에서는 발견되지 않았는데, 이는 혈액중의 CPK isoenzyme 분획에 관하여 조사한 저자 등²⁵⁾의 보고(CK1 : 0.2 ± 0.

29%)와 일치하였다. 따라서 닭에 있어서 CK1은 매우 적은 양이 존재하고 있을 것으로 생각되나, 추후 뇌를 비롯한 신경계 조직에 대하여 조사를 한다면 더욱 흥미있는 사실이 밝혀질 것으로 기대된다.

본 연구의 결과 지금까지 검토된 바 없는 닭의 장기조직을 대상으로 CPK총활성과 CPK isoenzyme분획의 경향이 밝혀지게 되어 중요한생리적 기초자료가 될 것으로 생각된다.

결론

닭의 생리적 기초자료를 확립할 목적으로 임상적으로 건강하다고 판단된 MANINA 품종 12수(75일령 6수 : A군, 145일령 6수 : B군, 암컷)의 장기(폐장, 심장, 간장, 선위, 근위, 십이지장, 결장 및 근육)를 대상으로 장기조직의 CPK 총활성과 CPK isoenzyme분획을 조사한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. A군의 CPK 총활성은 근육 > 선위 > 근위 > 심장 > 십이지장 > 결장 > 폐장 > 간장의 순으로 높았으며, B군의 CPK 총활성은 근육 > 선위 > 근위 > 심장 > 결장 > 십이지장 > 폐장 > 간장의 순으로 높았고, 그리고 군간의 차이는 결장에서만 유의성이 인정되어, B군이 A군보다 현저하게 높았다(P < 0.01)

2. 장기조직의 CPK isoenzyme분획은 폐장, 간장, 심장, 근육, 근위, 선위 및 십이지장에서는 각각 CK2 > CK3의 순으로 높았으며, 결장에서는 CK3 > CK2의 수능로 높았고, 군간의 차이는 간장에서만 유의성이 인정되어 CK2는 B군(P < 0.01)이, CK3는 A군(P < 0.01)이 각각 더 높았다.

참고문헌

1. Fiolet JWT, Willebrands AF, Lie KI, et al. 1977. Determination of creatine kinase isoenzyme MB (CK-MB) : Comparison of methods and clinical evaluation. Clinica Chimica Acta. 80 : 23-25.
2. Oldham HN, Charles RR, Young WG, et al. 1973. Intraoperative detection of myocardial damage during coronary artery by plasma creatine

- phosphokinase isoenzyme analysis. *Surgery*. 74 (6) : 917-925.
3. Thorstensson A, Elwin K, Sjödin B, et al. 1976. Isoenzymes of creatine phosphokinase and myokinase in human heart and skeletal muscle. *Scand. J Clin Lab Invest*. 36 : 821-826.
 4. Wilhelm A. 1979. The variability of CPK and LDH isoenzyme patterns in human skeletal and heart muscles and its implication on the differential diagnosis of myocardial infarction. *Clin Enz Symp*. 2 : 469-473.
 5. Issacs JS, Yesavage JA. 1984. Serum creatine phosphokinase levels and assaultive behaviour of psychotic patients. *Psychological Medicine*. 14 : 229-231.
 6. Eisen AA, Sherwin AL. 1968. Serum creatine phosphokinase activity in cerebral infarction. *Neurology*. 18 : 263-268.
 7. Wolintz AH, Jacobs LD, Christoff N, et al. 1969. Serum and cerebrospinal fluid enzymes in cerebrovascular disease. *Arch Neurol*. 20 : 54-61.
 8. Somer H, Kaste M, Troupp H, et al. 1975. Brain creatine kinase in blood after acute brain injury. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*. 38 : 572-576.
 9. King JO, Zapt P. 1972. A review of the value of creatine phosphokinase estimations in clinical medicine. *The Medical Journal of Australia*. 1 : 699-703.
 10. Dawson DM, Eppenberger HM, Kaplan No. 1967. The comparative enzymology of creatine kinases. II. Physical and chemical properties. *The Journal of biological chemistry*. 242(2) : 210-217.
 11. Thoren-Tolling K. 1982. Creatine kinase isoenzymes in tissues and serum from pigs. *Zbl Vet Med. A*. 29 : 89-98.
 12. Konttinen A, somer H. 1973. Specificity of serum creatine kinase isoenzymes in diagnosis of acute myocardial infarction. *British medical journal*. 1 : 386-389.
 13. Ruppanner R, Norman BB, Adams CJ, et al. 1978. Metabolic and cellular profile testing in calves under feedlot conditions ; Minerals, electrolytes and biochemical components-Reference Values. *Am J Vet Res*. 39(5) : 814-844.
 14. 윤상보. 1990. 반추수의 혈청과 장기조직의 Creatine phosphokinase(CPK) 총 활성 및 CPK isoenzyme분획에 관한 연구. 충남대학교 대학원 논문집.
 15. Pavel J. 1981. Distribution and ontogenesis of enzyme activity in bovine organism. *Acta Univ Agri*. 29(3-4) : 215-222.
 16. Blackmore DJ, Elton D. 1975. Enzyme activity in the serum of thoroughbred horses in the United Kingdom. *Equine Veterinary Journal*. 7(1) : 34-39.
 17. Smith ML, Lee R, Sheppard SJ, et al. 1978. Reference ovine serum chemistry values. *Am J Vet Res*. 39(2) : 321-322.
 18. Garnier F, Benoit E, Jacquet JP, et al. 1984. Blood enzymology in the goat : usual values of CPK, LDH, ICDH and SDH. *Ann Rech Vet*. 15 (1) : 55-58.
 19. 정한영. 1992. 개의혈청과 장기조직 및 인공유발 심근 경색건의 혈청 CPK 총 활성과 CPK isoenzyme 분획. 충남대학교 대학원 논문집.
 20. Hess JW, Macdonald RJ, Jones RN, et al. 1964. Serum creatine phosphokinase(CPK) activity in disorders of heart and skeletal muscle. *Intern Med*. 61(6) : 1015-1028.
 21. Klein MS, Shell WE, Sobel Be. 1973. Serum creatine phosphokinase(CPK) isoenzymes after intramuscular injections, surgery, and myocardial infarction. *Cardiovascular research*. 7 : 412-418.

22. Thoren-Tolling K. 1982. Age dependant variation of serum creatine kinase isoenzyme levels in pigs. *Zbl. Bet Med. A.* 29 : 420-428.
23. Thoren-Tolling K. 1983. Creatine Kinase isoenzymes in serum of pigs having myocardial and skeletal muscle necrosis. *Can J Comp Med.* 47 : 207-216.
24. Vanderveen KJ, Willebrands AF. 1966. Isoenzymes of creatine phosphinase in tissue extracts and in normal and pathological sera. *Clin Chim Acta.* 13 : 312-316.
25. 김봉식, 허인, 장명환, 등. 1993. 닭의 혈청 creatine phosphokinase(CPK) 총활성 및 CPK isoenzyme 분획에 관한 연구. *한국가축위생학회지.* 16(2) : 120-126.
26. Hughes BP. 1962. A method for the estimation of serum creatine kinase and its use in comparing creatine kinase and aldolase activity in normal and pathological sera. *Clin. Acta.* 7 : 597.
27. Coodly EL. 1970. *diagnosis enzymology.* 1st. ed. Lea and Febiger. : 225-230.