



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

碩士學位論文

승용마 사료효율 개선을 위한
전용사료 효과 조사 연구

濟州大學校 大學院

生命工學科

朴 峻 亨

2013年 8月

승용마 사료효율 개선을 위한
전용사료 효과 조사 연구

指導教授 康 珉 秀

朴峻亨

이 論文을 理學 碩士學位 論文으로 提出함.

2013年 8月

朴峻亨의 理學 碩士學位 論文을 認准함.

審査委員長 _____ ①

委 員 _____ ①

委 員 _____ ①

濟州大學校 大學院

2013年 8月

A Study on exclusive feed effect for
improve feed efficiency of riding horse.

Jun-Hyoung, Park

(Supervised by Professor Min-Soo, Kang)

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL
FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS FOR
THE DEGREE OF MASTER OF NATURAL
SCIENCES

2013. 8.

THIS THESIS HAS BEEN EXAMINED AND
APPROVED

DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY
GRADUATE SHOOOL
JEJU NATIONAL UNIVERSITY

목 차

| | |
|---|----|
| I. 서 론 | 1 |
| II. 연구사 | 3 |
| III. 재료 및 방법 | 7 |
| 1. 시험기간 및 공시동물 | 7 |
| 2. 시험구 배치 | 7 |
| 3. 사양관리 및 급여사료 | 10 |
| 4. 조사항목 | 15 |
| 가. 체위조사 시험 | 15 |
| 나. 혈액검사 및 혈청검사 | 17 |
| 다. 당부하능검사 : frequent-sampling iv. glucose tolerance test(FSIGT) · | 17 |
| 라. 근육 생검 및 Western blot : GLUT-4 검사 | 19 |
| IV. 결과 및 고찰 | 22 |
| 1. 체위조사 시험 | 22 |
| 2. 혈액 및 혈청검사 | 25 |
| 3. 당부하능검사 : FSIGT test | 28 |
| 4. Western blot : GLUT-4 | 29 |
| V. 요약 | 34 |
| ABSTRACT | 36 |
| 참고문헌 | 39 |

List of Table

| | | |
|----------|---|----|
| Table 1. | Formula nutrition of experimental diets for riding horse | 12 |
| Table 2. | Formula raw material of experimental diets for riding horse | 13 |
| Table 3. | Formula nutrient specifications of control & experiment | 14 |
| Table 4. | Investigate of body type for ridding horse | 24 |
| Table 5. | Heamtology CBC blood sample result of body type for ridding horse | 26 |
| Table 6. | Chemistry blood sample result of body type for ridding horse ... | 27 |

List of Figure

| | |
|---|----|
| Figure 1. Laboratory animal(control group) | 8 |
| Figure 2. Laboratory animal(Experiment group) | 9 |
| Figure 3. Experiment place : view of Alps riding horse park | 11 |
| Figure 4. Method of investigate in measurement Jeju horse crossbred | 15 |
| Figure 5. Collected experiment sample pictures of riding horse | 16 |
| Figure 6. Diagram of the minimal model compartments used to interpret glucose-insulin dynamics from a modified frequent-sampling i.v. glucose tolerance test(FSIGT) | 18 |
| Figure 7. Diagram of the model effect of insulin on glucose uptake and metabolism. | 19 |
| Figure 8. Collected experiment sample pictures of riding horse. | 21 |
| Figure 9. Effects of body condition on glucose and insulin during the modified frequent sampling i.v. glucose tolerance test for riding horse stages. | 28 |
| Figure 10. Western blot analysis of GLUT-4 expression modulated by feeding compared to those non-feeding and other feed. | 30 |

I. 서 론

사료란 가축에게 주는 먹이를 일컫는 말이다. 사료는 농후사료와 조사료 그리고 사료첨가제 이렇게 크게 3가지로 구분해 볼 수 있는데, 농후사료란 상대적으로 에너지나 단백질의 함량이 높은 사료를 말하고, 조사료란 부피가 크고, 영양소의 농도가 낮고, 섬유소의 함량이 높은 사료를 말한다. 사료 첨가제란 영양소는 아니지만 다양한 목적을 위해 사료 내에 적은 양으로 첨가하는 물질이다. 대표적인 농후사료에는 곡류사료, 부산물사료 등이 있으며 사료작물, 목초 등은 대표적인 조사료이다. 배합사료란 특히 농후사료 위주로 여러 가지 사료들과 함께 첨가제를 원료로 해서 말 그대로 배합하여 만든 것이다. 이렇게 다양한 사료학적 분류가 있겠으나, 실제로 현장에서 말에게 주는 사료는 첨가제를 제외하면 배합사료와 조사료이다. 말은 음식물의 장내 통과 속도가 매우 빠른 동물로, 사료 섭취 후 3시간 안에 소화물은 벌써 맹장에 도달한다. 이러한 장내 통과 속도는 섭취하는 사료에 의해서도 영향을 받는데, 소화가 용이한 사료는 장을 빨리 통과하고, 소화가 더딘 사료는 통과속도를 늦춘다. 하여 조사료를 먼저 급여하게 되면 조사료가 소화물의 장내 통과 속도를 늦추기 때문에 뒤에 들어오는 배합사료는 더 오래 소장에 머무르게 되고, 이로 인하여 말은 배합사료 내 영양소를 더 오래 흡수할 수 있어 결국 배합사료의 영양소 이용율을 올릴 수 있게 된다.

소와 말 모두 미생물에 의존하여 섬유소원을 에너지로 활용 할 수 있다는 점은 같으나 단백질을 이용하는 면에서는 다른 부분이 있다. 반추동물은 잘 발달된 반추위를 가지고 있어 소장에서 효소에 의한 영양소의 소화 전에 섬유소를 효율적으로 발효 할 수 있다. 반대로, 말은 하부장기 발효동물로 소장에서 효소에 의한 영양소의 소화를 거친 후에야 대장에서 섬유소를 발효시키는 소화기 구조를 가지고 있어 소에 비해 섬유소 이용효율이 떨어진다. 이러한 소화기의 기능적인 차이 때문에 소와 말의 영양소 요구량이 상당히 차이가 나게 되고, 말 사료를 전문적으로 제작하는 회사에서는 이러한 점을 고려하여 배합물을 작성하고 있다. 비타민과 광물질의 보충에 관한부분에서는 땀으로 많은 전해질을 손실하는 것을

보충하기 위하여 광물질과 비타민에 대한 요구량이 높으며, 지방은 식물성으로 공급되어야 소장에서 흡수 및 이용이 효율적이다. 단백질의 경우, 발효시키는 소화기 구조를 가지고 있어 반추동물에 비하여 경제적으로 질소이용효율이 불리하며, 말에게 필요한 필수아미노산을 사료를 통하여 공급받아야하는 특징을 가지고 있다.

이와 같이 승용마 생산 및 보급에 관련된 수요가 증가하는 사회적 현상과 기존의 반추동물 소 등에 급여 시 제작되었던 사료 형태로는 말이 가지고 있는 해부, 생리, 영양학적인 특성을 만족 할 수 없어 말 전용 사료 연구 및 관심이 증가 되고 있으며, 사료 연구 분야 또한 일반적인 육성만이 아닌 목적별, 시기별 사료개발에 대한 관심이 증가하고 있다.

따라서 본 연구는 승용마에서 개발된 전용사료를 급여함에 따라 용도별 말에 적용하였을 때 체중, 체형, 사료섭취량, 혈액검사 및 GLUT-4에 미치는 영향을 조사하여 승용마 생산성 향상 및 사료효율성에 미치는 영향을 알아보기 위해 본 연구를 수행하였다.

II. 연구사

말은 오랜 옛날부터 우리 곁에서 친근한 동물로서 많은 일을 도맡아 해왔다. 농경문화에서 농경, 짐 운반, 승용 등 교통수단으로 농촌생활의 중심적인 역할을 담당했으나, 경제성장과 더불어 그 용도가 크게 변화되면서 근래 들어서는 경마, 승마, 마상제 공연 등 레포츠 및 관광분야에서도 그 활약 범위가 확대되어지고 있다.

국내의 말 사육 현황을 살펴보면 2007년도 1291농가에서 24,951두였으며 2008년도에는 1,528농가에서 27,881두로 소폭 상승하였다. 2009년에는 1,642농가에서 28,718두였으며 2010년에는 1,917농가, 30,402두를 사육(이 등, 2013)하고 있어 점차적으로 농가수와 사육두수는 지속적으로 늘어나는 것으로 나타나고 있다. 이는 마(馬)사업에 대한 중앙정부 및 지방자치정부의 관심 증가와 웰빙 문화에 따른 승용마와 비육마 산업에 대한 관심이 높아지면서 사육규모 또한 증가하는 것으로 사료된다. 이러한 마산업에 대한 관심은 그동안 경주마 생산 및 경마산업에만 중점 되어 있던 것이 승마 산업 및 마육(馬肉)과 같은 연계산업으로 점차적으로 확대되어 지고 있다.

전 세계에서 사육되는 말의 두수를 살펴보면 전체두수 중 경주용 말이 차지하는 비율은 일부 국가들(영국, 호주, 뉴질랜드, 아일랜드, 일본 등)의 전통 경주용 말 생산을 제외하고는 거의 90%이상이 승마용이 주를 이루고 있는 상황에서 선진외국의 승마산업의 패턴을 보면 크게 세 가지로 분류해보면 첫째로 전통적 승용마를 바탕으로 하는 승마산업의 형태로 현재까지 발전, 둘째로 경주마산업의 발달로 인하여 경주마를 중심으로 한 발전을 거듭하다 경주마가 승용마로 전환하면서 동반으로 승마산업이 정착 된 경우와 셋째로 토착적인 말의 품종이 대부분인 포니와 조랑말 중심으로 발달된 경우를 들 수 있습니다(김 등, 2011). 한국의 승용마 상황을 살펴보면 2010년 기준으로 전국에 293개소의 승마장이 영업을 하고 있으며, 승용마수는 총 4,985두가 있는 것으로 나타나고 있다(이 등, 2013). 대부분의 승용마는 경주 퇴역마 중에서 순치를 통하여 사용하고 있으며 승마전

용 말 생산과 육성은 미흡하게 진행되어지고 있다. 승마인구의 증가는 이루어지고 있으나 개인이 직접 말을 구입하여 관리, 사양 및 승마를 하는 경우보다는 승마장에 속해있는 마필을 사용하는 구조로 되어있다. 승용마는 비육마나 경주마와 다르게 운동의 강도와 지속성 및 기승자와의 호흡 등 여러 가지 면에서 특수성이 존재하고 있다.

곡류사료의 다량급여는 과도한 전분의 섭취를 의미한다. 이러한 전분은 소장에서의 통과속도가 빨라 소장에서 완전한 소화흡수가 되지 못하고 일부는 대장으로 유입되게 된다. 대장에서는 전분분해 미생물(Amylolytic bacteria)이 활성을 띄게 되고, 이들 미생물들에 의해 생산된 젖산으로 인해 대장의 pH가 떨어지고 보고하고 있다(이 등, 2010).

말에게 고-전분 사료(high-starch diet)의 급여는 고-섬유소 사료(high-fiber diet)에 비해 젖산 생산 박테리아인 Lactobacilli와 Streptococci의 활성이 증가하고 대장의 젖산 함량이 높아져 pH가 떨어진다고 보고하고 있다(Medina, 2002).

말에게 곡류의 다량급여는 대장의 pH 저하에 따른 대사장애로 말에게 치명적인 산통(colic)을 일으킨다고 보고하고 있으며(Reeves 등, 1996), 더 나아가서는 제염염(lamunitis)을 발생시킨다고 보고하고 있다(Bailey 등, 2002).

또한 대장에서 곡류사료의 빠른 발효로 인해 gas 생산이 증가하고 장 운동은 저하되어 대장의 팽창 및 산통 발생의 원인이 된다고 보고하고 있다(King, 1999).

마분의 pH를 측정함으로써 대장의 대사 상태를 가늠할 수 있는 척도로 활용할 수 있는 가치가 있다고 보고하고 있다(Hussein 등, 2004).

말에서 곡류의 형태에 따라 소장 전분 소화율이 다르며 한 번에 섭취하는 전분의 양 또한 대장에 도달하기 전 소화율에 영향을 준다고 보고하고 있다(Meyer 등, 1993; de Fombelle 등, 2004).

소량의 귀리를 말에게 급여할 때, 회장(소장의 끝부분)에 도달하기 전에 약 80%가 소화되지만, 다량의 귀리를 급여할 때는 회장에 도달하기 전에 약 58%가 소화되며, 소장에서 소화가 되지 않은 전분은 대장으로 유입되어 발효된다고 보고하고 있다(Potter 등, 1992).

짚(straw)사료에 농후사료의 첨가는 짚의 이용률을 높이는데, 그 이유는 아마

도 첨가된 영양소들이 미생물 농도나 활성을 증진시키기 때문이라고 보고하고 있다(Kienzle 등, 2002).

대장으로 유입된 전분의 부정적인 영향은 고-전분사료(전분 30%)의 급여는 맹장의 섬유소 분해 미생물 농도를 떨어뜨린다고 보고하고 있다(Medina 등, 2002).

또한, 여러 연구에 의하면 고-농후사료(전분)의 급여는 맹장과 직장의 pH를 낮춘다고 보고하고 있다(Radicke 등, 1991; Medina 등, 2002).

소장에서 전분 소화가 가능한 섭취량은 체중 kg 당 3.5-4g이라고 보고하고 있다(Potter 등, 1992). 전분 섭취량이 체중 kg 당 2-3g 정도에서 맹장 pH가 낮아진다고 보고했다(Radicke 등, 1991).

말에게 급여하는 사료의 NDF/starch ratio에 따라 대장의 미생물 활성이 크게 다르다고 보고한 바 있다(Medina 등, 2002; Goodson 등, 1988; Julliard 등, 2001).

농후사료의 다량급여는 곡류(전분)가 소장에서 다 소화되지 못해 대장으로 유입되어 미생물 발효 기질로 이용되며(Porter 등, 1992; Kienzel 등, 1994), 그에 따라 대장에서 젖산이 다량 생산된다고 보고하고 있다(Goodson 등, 1998).

대장에서 생산된 다량의 젖산이 정상적인 장내 완충능력을 넘어서게 되면 장내 pH가 저하된다고 보고한 바 있다(Kohnke 등, 1999; Julliard 등, 2001).

곡류의 다량 급여로 인한 대장 내 pH 저하는 미생물에 의한 내독소(endotoxins)의 분비를 증가시키게 되고 산통이나 제염염 발생 원인이 된다고 보고한 바 있다(Kohnke 등, 1999; Clarke 등, 1990).

목초의 영양조직에서 단백질은 주로 잎에 농축되어 있고, 줄기에는 훨씬 낮은 수준으로 존재한다. 알팔파와 티모시 잎의 경우 줄기조직에 비해 단백질을 2~3배 정도 더 함유한다(Collins, 1988).

목초의 단백질 함량은 품종과 환경이 달라짐에 따라 상당한 변화가 있다. 성장단계는 목초의 단백질 함량에 심하게 영향을 미치는데, 단백질 수준은 식물이 성숙하면서 감소한다(Green 등, 1971).

목초가 성숙할수록 더 많은 줄기를 생산함으로써 cellulose와 lignin 비율이 증가하고, hemicellulose의 비율은 감소하며, 계절이 경과됨으로써 소화율이 동시에 감소한다(Givens 등, 1992).

목초가 토양으로부터 무기물을 흡수하는 정도는 토양의 pH, 수분 함량 또는 초종에 따라 다르다. 토양 pH 6.5~7.5 사이에서는 P, K, S, Ca 및 Mg의 이용성이 높고, pH 5~6 사이에서는 Fe, Mn, Zn 및 Cu의 이용성이 높았다(Miller, 1984).

제주 지역 전체 화산회토 목장 토양의 pH는 5.0 내외의 산성 토양을 보인다고 보고했다(이 등, 2007).

말에 의한 블루그라스/알팔파 초지의 건물 소화율은 초장 11cm의 어린 방목 초지는 73%였고, 어린 목초보다 줄기비율이 높은 초장 47cm의 좀더 성숙한 목초는 52%였다(McMeniman, 2003).

중간 품질의 반-자연 초지의 건물 소화율은 5월에 61%이고, 7월에 53%였다고 보고했다(Menard 등, 2002).

과거에는 한국사슴의 표준사양체계 확립 및 사슴전용 완전사료 개발에 관련한 연구도 이루어 졌다고 한다.

반추위 내 동조화는 사료내 탄수화물과 단백질 조성의 변화에 따라 그리고 사료의 급여방식의 변화 등으로 유도할 수 있다고 보고했다(Sauvant & Van Milgen, 1995 ; Dewhurst 등, 2000).

대사단백질은 반추위 내에서 합성되어 소장으로 유입되는 미생물체 단백질과 반추위 내에서 분해되지 않는 우회단백질의 합으로 볼 수 있다고 보고했다(Kalscheur 등, 1999).

일반적으로 비육우의 산육능력은 비육단계별로 급여하는 사료의 영양소 수준에 의해 크게 영향을 받는다. 이에, 육성기와 비육전기에 조단백질 수준을 높이면 지육중량, 배최장근단면적 및 근내지방도가 증가하였고(Byers and Moxon, 1980), 증체량과 사료요구율의 개선과 더불어 등지방두께가 현저히 감소하는 것으로 보고되고 있다(Rossi 등, 2000; Perry 등, 1983; Martin 등, 1979).

Ⅲ. 재료 및 방법

1. 시험기간 및 공시동물

본 연구는 2012년 8월부터 2012년 11월 까지 승용마를 대상으로 총 3개월간 현장사양시험을 실시하였다.

본 시험의 공시동물인 승용마는 제주특별자치도 서귀포시 표선면에 위치한 알프스승마장에서 운영중인 개체 중 16두를 대상으로 하였다.

2. 시험구 배치

시험구 배치는 총 16두를 대상으로 각각 대조구와 시험구로 나누어 배정하였다.

실험실시 2개월 전 2주 간격으로 구충을 실시하였고, 체중 및 연령을 고려하여 선발 기준을 시험구, 대조구로 나누었다. 그 이후 1개월간 알프스승마장에서 관행적으로 사육중인 다른 승용마사양방법과 동일하게 농후사료를 급여하였다.

대조구(control)는 서귀포시 표선면 알프스승마장에서 관행적으로 사육중인 다른 승용마사양방법과 동일하게 농협사료 적토마 육성마사료를 이용하였고, 처리구인 승용마는 승용마전용사료로 개발된 사료를 개체 당 매일 오전, 오후 두 차례 급여하였다.



Figure 1. Laboratory animal(control group).
 A : 금동이 B : 전진 C : 가뭇비 D : 주력호
 E : 미리내 F : 왕공주 G : 왕장군 H : 명청이



Figure 2. Laboratory animal(experimental group).

A : 태풍 B : 유대한 C : 은동이 D : 안성맞춤
 E : 하늘 F : 고근산 G : 초롱이 H : 진한감동

3. 사양관리 및 급여사료

공시동물 중 승용마 사양관리는 서귀포시 표선면 알프스승마장의 관행적인 사양관리를 기준으로 실시하였다.

사료급여시간은 매일 오전 07:30과 오후 16:00시에 농후사료를 급여하였고, 조사료로서 건초를 자유 급여하였다. 농후사료 급여 이전에 조사료로서 건초를 급여하였다.

정기적인 운동은 승마장에서 오전 오후 3시간씩 원형승마장 80m 주로를 성인 남자(70kg)가 기승하여 정기적인 운동을 실시하였다.



Figure. 3. Experiment place : view of Alps riding horse park.

다음의 Table 1에는 승용마 시험구에 급여한 배합사료의 영양소 및 Table 2 원료 바운드를 나타내고 있으며 Table 3에서는 대조구와 실험구 사료성상비교를 나타내고 있다.

Table 1. Formula nutrition of experimental diets for riding horse

| Nutrient | Minimum | Maximum |
|---------------|---------|---------|
| VOL(%) | 100 | 100 |
| DRY(%) | 86 | 95 |
| PRO(%) | 14.6 | 16 |
| FAT(%) | 4 | 10 |
| FIB(%) | 7 | 9.5 |
| ASH(%) | . | 9.5 |
| NFE(%) | . | 100 |
| CA(%) | 0.8 | 2 |
| TPH(%) | 0.5 | 0.7 |
| #CA/TPH(UNIT) | 1.3 | 2.1 |
| STARCH(%) | . | 100 |
| NA(%) | 0.25 | 1 |
| CL(%) | 0.6 | . |
| K(%) | 1 | 10 |
| S(%) | 0.21 | 0.3 |
| PELL_F(UNIT) | -10 | . |
| GRAIN(%) | . | 100 |
| T_WBRANS(%) | . | 25 |
| C_TDN(%) | 68.5 | 69.5 |
| LYS(G/KG) | 9 | 10 |
| MET(G/KG) | . | 4 |
| M+C(G/KG) | 5.5 | 6.1 |
| THR(G/KG) | 5.3 | 5.9 |
| SAND_SILI(%) | . | 1.4 |

Table 2. Formula raw material of experimental diets for riding horse

| Raw material | Min. | Max. |
|-------------------------------------|-------------|------------|
| CORN GRAIN(USA) | 25 | 35 |
| MALT SPROUT PELLETT CANE | 3.5 | 3.5 |
| MOLASSES(LQ)-LOC | 5 | 5 |
| WHEAT FLOUR | 6 | 6 |
| WHEAT BRAN(LOC) | 15 | 25 |
| SOYBEAN M/L(LOC) | 10 | 15 |
| PALM KERNEL MEAL(IMP) | 6 | 7 |
| CORN COB | 6 | 7 |
| FLAXSEED | 1.25(4.00) | 2.0(5.00) |
| ENERFAT(Ca-TALLOW) | 0.5 | 0.5 |
| ANIMAL FAT | 0.7 | 1 |
| SALT DEHYDRATED DCP(19/17.1/90%) | 0.8 0.25 | 0.8 0.5 |
| LIMESTONE(1mm) | . | 1.8 |
| CALCIUM SULFATE | 0.165 | 0.165 |
| MGO | 0.1 | 0.1 |
| THREONINE(98%) | 0.05 | 0.1 |
| DL-METHIONINE(50%) | 0.1 | 0.3 |
| L-LYSINE SULFATE(51%) | 0.3 | 0.7 |
| TOCOPHEROL(VIT.E) | 0.05(0.5) | 0.1(0.5) |
| VIT PREMIX(CATTLE-2) | 0.1 | 0.1 |
| MIN PREMIX(CATTLE-2) | 0.22 | 0.22 |
| BIOSHEP | 0.075 | 0.075 |
| HI-DAIRY STARTER(SJ) | 0.1 | 0.1 |
| PRO-FRESH FLAVOR | 0.03 | 0.03 |
| TOTAL COW | 0.05 | 0.05 |

승용마의 사료는 시험목장에서 관행으로 사용하는 농협사료 적토마 육성마 사료로 농협사료에서 시판되는 배합사료를 사용하였다. 승용마 시험구 사료(승용마 전용사료로 개발된 사료)는 서귀포 축협에서 구입하였으며, 영양성분은 대체로 동일하게 하였다. 승용마 실험구와 대조구에 사용된 조사료는 이탈리아 라이클라스 수입 건초를 이용하였다.

Table 3. Formula nutrient specifications of control & experiment

| Nutrient specifications(%) | control | experiment |
|----------------------------|-----------|------------|
| TDN | 68.5~69.5 | 69.5~70.5 |
| FAT | 1.25~2.0 | 3.0~4.0 |
| SALT | 0.56 | 1.2 |
| TOCOPHEROL | 0.06 | 0.5 |
| MINERAL | 0.22 | 0.3 |
| PROSOL | - | 0.1 |

Table3. 내용을 살펴보면, 시험구와 대조구의 비교시 TDN의 량은 큰 차이가 없으나 FAT는 최소 1%, 최대 2.75% 차이가 발생하였고, SALT는 0.64%, TOCOPHEROL 0.44%로 대조구에 비해 시험구에 FAT, SALT, TOCOPHEROL, MINERAL등의 함량이 높았다.

4. 조사항목

1) 체위 조사 시험

실험기간 동안 시험구와 대조구를 각각의 사료를 급여하여, 실험 개시 후 한 달 간격으로 총4회에 걸쳐 체장, 체고, 배고, 고고, 흉폭, 흉위, 흉심, 고장, 두장, 전박장, 체중을 측정하였고, 급여된 사료의 사료섭취량 조사는 매일 급여된 사료의 잔량을 측정하여 섭취량을 조사하고 수용두수로 나누어 개체별 사료섭취량을 파악하였다. 본 실험에서 조사된 모든 성적은 SAS(2002)의 GLM procedure를 통하여 분산분석을 실시하였고, Student 's t-test에 의하여 유의성을 검정하였다.

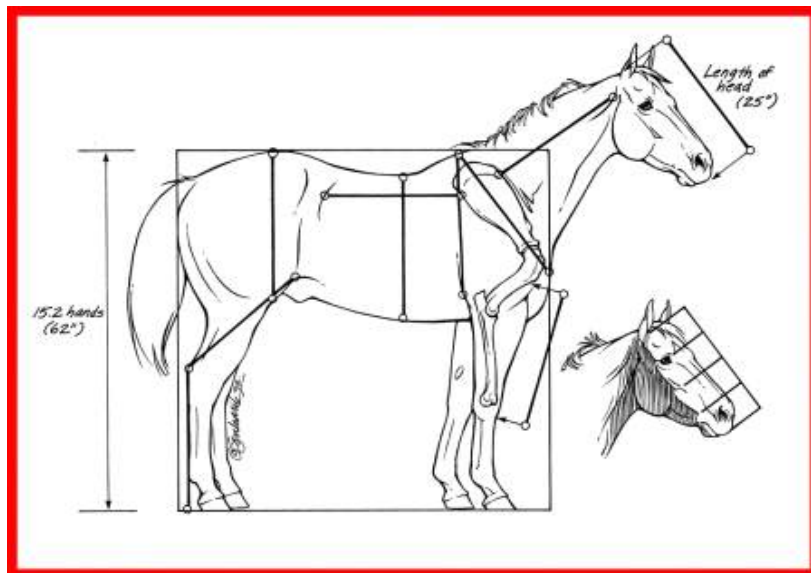


Figure 4. Method of investigate in measurement Jeju horse crossbred.



Figure 5. Collected experiment sample pictures of riding horse.

2) 혈액검사 및 혈청검사

전 실험기간 동안 시험구와 대조구 각각에 사료를 급여한 후, 실험 개시 후 한 달 간격으로 총 4회에 걸쳐 Cephalic vein에서 10ml 주사기를 사용하여 혈액을 채취하였다. 채취된 혈액은 혈액학 소견을 분석하기 위해 일부는 EDTA로 처리하였고, 나머지 혈액은 원심 분리하여 serum을 채취하여 분석 시까지 냉동 보관 하였다. 혈액 및 혈청 화학적 분석은 아래와 같이 시행하였다. 즉, RBC (red blood cell) count와 WBC (white blood cell) count는 임상혈액학적 표준방법으로 시행하였다. 그리고 PCV (packed cell volume)는 microhaematocrit 법으로 12,000 rpm에서 5분간 원심 분리하여 측정하였다. 또한 Hb은 시안헤모글로빈법을 이용하여 540 nm에서 흡광도를 측정하여 구하였고, mean corpuscular volume (MCV), mean corpuscular haemoglobin (MCH)과 mean corpuscular haemoglobin concentration (MCHC)은 임상혈액학적 표준방법으로 구하였다 또한, total protein, albumin, aspartate aminotrans-ferase (AST), alanine aminotransferase (ALT), alkaline phosphatase (ALP), creatinine, glucose, bilirubin, LDH, calcium, inorganic phosphorus (IP), 그리고 magnesium의 혈청 화학적 항목은 자동혈청화학분석기(Pronto evolution; BPC Biosed, Italy)를 사용하였으며, 시약은 아산제약(korea)의 제품을 사용하였다. 검사는 제주동물위생연구소에 의뢰하여 분석하였다.

3) 당부하능검사 : Frequent-sampling i.v. glucose tolerance test(FSIGT) 검사

당부하검사는 당뇨, 임신성 당뇨, 당대사이상등을 정확하게 진단 할 수 있는 실험방법 중 하나이다. 본 실험에서는 송용마의 당대사능의 기능의 변화를 알아보는 것으로 실험기간 동안 시험구와 대조구에 각각의 사료를 급여하여, 실험 개시 후 한 달 간격으로 총 4회에 걸쳐서 실시하였다.

본 실험에서 당부하능검사에 사용한 방법은 Figure 6.에서 설명되어 있는 방식을 사용하였는데 G가 나타내는 것은 glucose의 혈중농도를 뜻하며, I가 나타내는

것은 insulin의 혈중농도를 뜻하는 것이다. Sg는 glucose의 효율성을 나타내며, X는 insulin의 작용을 나타낸다. AIRg는 체장에서 insulin의 분비로 처음 10분간 glucose에 insulin이 반응을 하는 것을 뜻한다. 실험을 통하여 다량의 glucose를 투여와 insulin를 처지 이후 glucose량과 insulin의 양을 측정하여 생체 내에서 얼마나 에너지를 저장 후 효율적으로 사용 하였는지를 알아보았다.

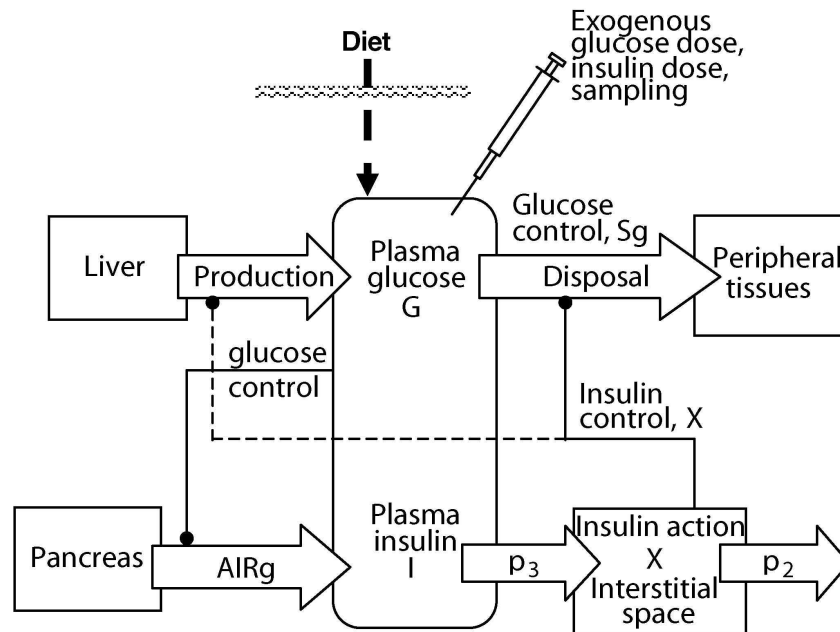


Figure 6. Diagram of the minimal model compartments used to interpret glucose-insulin dynamics from a modified frequent-sampling i.v. glucose tolerance test(FSIGT) (Hoffman 등, 2003).

본 실험에서 사용한 실험방법은 frequent-sampling i.v. glucose tolerance test(FSIGT)(Hoffman 등, 2003)를 기반으로 하여 본 실험에 맞게 약간 수정을 하여 실시하였다. FSIGT 실험방법은 50% 포도당을 300mg/kg를 경정맥에 투여 전 15, 5분에 혈액을 채취하고 투여 후 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 14, 16 및 19분에 채취하였고 insulin을 30mU/kg용량을 포도당 투여 20분후에 근육 주사 하였으며 22, 23, 24, 25, 27, 30, 35, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 120, 150 및 180분에 혈액을 채취하였다. 채취한 혈액은 EDTA튜브에 보관하여 1600rpm으로 원심 분리 후 분석을 위하여 혈청을 채취하여 -20 °C에서 보관하고 혈장 내 glucose

농도를 파악하기 위해 삼중 스펙트럼을 이용 hexokinase 방법을 사용하였다 (Freestone 등, 1991).

4) 근육 생검 및 Western blot : GLUT-4 검사

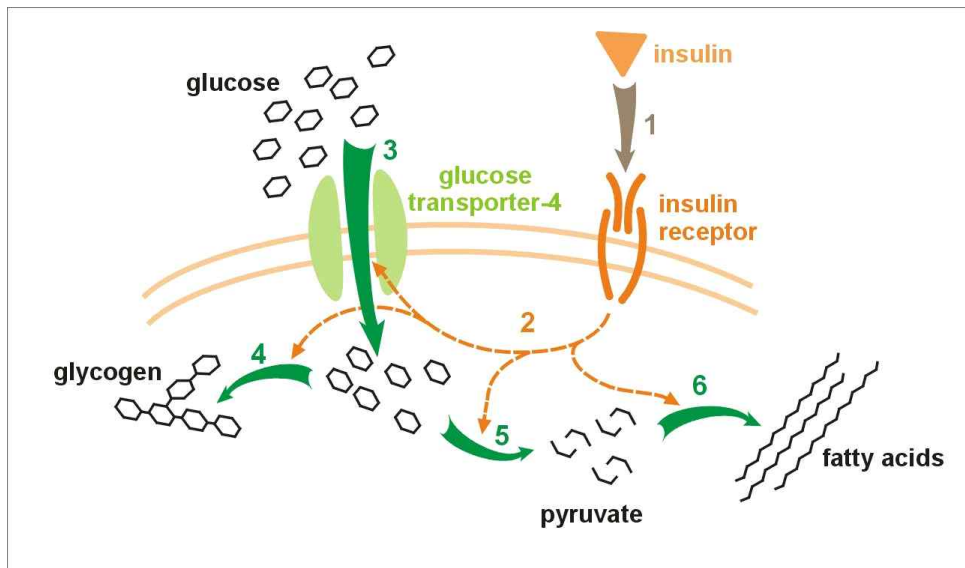


Figure 7. Diagram of the model effect of insulin on glucose uptake and metabolism. Insulin binds to its receptor (1) which in turn starts many protein activation cascades (2). These include: translocation of Glut-4 transporter to the plasma membrane and influx of glucose (3), glycogen synthesis (4), glycolysis (5) and fatty acid synthesis (6) (English wikipedia, 2006).

Figure 7는 insulin에 반응하여 glucose가 당분해가 되는 과정을 간단한 그림으로 표현하였다. insulin이 insulin receptor를 활성화 시키면 glucose가 glucose transporter-4(GLUT-4)를 통하여 내로 이동하여 당생성 및 분해 반응을 촉진시키는 것이다. 다양한 glucose transporter 들이 존재하고 있으며 GLUT-1, GLUT-2 및 GLUT-3 가있다. GLUT-1가 주로 많이 분포하는 곳은 적혈구 및 BBB(Blood Brain Barrier) 에 많이 존재하며 GLUT-2는 간세포, 췌장세포 및 신장세포에서 다수 존재한다. GLUT-3는 신경계 뉴론에 다수 분포하고 있다. 본

실험에서 GLUT-4를 사용한 이유는 근육 내에 가장 많이 분포하고 있으며 다수의 지방세포에서도 관찰되기 때문이다.

근육 생검은 둔부근육을 생검 니들을 이용하여 실시하였고(Lindholm and Piehl 1974). FSIGT 실험을 실시하기 전에 시행하였다. 생검은 국소 소독을 및 피부에 털을 밀고 2% 리도케인으로 국소마취를 실시하고 시행하였으며 채취한 근육은 빠른 시간 안에 혈액을 제거하고 -80°C 에서 보관하여 다음과 같이 실험을 시행하였습니다. lysis buffer(40mM Tris, 120nM NaCl, 1mM phenylmethylsulfonyl fluoride, 10mg/ μl leupeptin, 2mM sodium orthovanadate, 10 $\mu\text{g}/\text{ml}$ aprotinin)에 넣어 homogenizer로 마쇄하고, 12,000rpm으로 20분 동안 원심 분리하여 상층액을 취해 단백질을 추출하였다. 추출한 단백질은 정량하여 sodium dodecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis (10% SDS-PAGE)를 이용하여 동일 양의 단백질을 전기영동하였다. 분리된 단백질은 nitrocellulose membrane에 100V로 2시간 동안 transfer 하였다. 그 후에 비특이적 반응을 방지하기 위해 5% nonfat milk를 사용하여 1시간 동안 실온에서 blocking을 하였다. GLUT-4(1:200; Serotec, Ltd)를 1차 항체로 사용하여 실온에서 1시간 반응시키고, 2차 항체로는 HRP-conjugated anti-mouse, rabbit IgG(1:250; Santa Cruz Biotechnology, Inc)를 사용하여 실온에서 45분간 반응시켰다. Protein 밴드는 암실에서 chemiluminescence reagent(LumiGLO, Cell Signaling Technology, Inc)로 발현을 시켰다. 각 band의 밀도는 scanning laser densitometer(GS-700, Bio-Rad, Hercules, CA)를 통해 얻었으며, Image J를 이용하여 분석하였다.



Figure 8. Collected experiment sample pictures of riding horse.

IV. 결과 및 고찰

1. 체위조사 시험

타 가족에서는 체형 구성요소와 경제형질과의 상관관계가 높아 개체간의 능력을 추정하는데 체형형질이 중요한 선발요인이 된다. 젓소의 경우 1988년 홀스타인협회에서 추정된 선형체형평점 결과 체형형질의 유전력은 키 (0.37), 엉덩이 경사도 (0.29), 엉덩이 넓이 (0.24), 발굽의 각도 (0.10), 체심(0.32), 강건선 (0.26), 앞유방부착 (0.18), 뒷유방 부착 (0.18), 뒷유방넓이 (0.16), 유방깊이 (0.25), 유두 위치 (0.21)등으로 조사되었고, 번식우의 체구와 유량간에는 유의적 상관이 있는 것으로 나타났다(Waltner 등, 1993; Schmidt 등, 1988). 그리고 한우의 체측치에 대한 유전력 추정치는 체고 (0.23), 체장 (0.36), 흉위 (0.54), 고장 (0.213), 요각폭 (0.430) 등으로 조사되었다(이문연 등, 1985).

반면, 승용마의 체형측정은 체고, 고고, 체장, 흉위, 전관위 등을 중심으로 이루어지고 있지만, 이러한 체측치에 대한 유전력 추정치는 품종 평균 0.25 ~ 0.90 수준의 큰 차이를 보이고 있고, 형질간 유전상관 역시 0.32~0.95의 수준을 보여주고 있다(Arnason, 1984; Gerber 등, 1997; Hintz 등, 1978; Kaiser 등, 1991; Saastamoinen 등, 1998; Miglior 등, 1998; Van Veldhuizen, 1997; Von Butler 등, 1986).

실험기간 동안 체형을 조사하여 본 결과 실험군 및 대조군에서의 각각의 차이를 알아보았다. 체장, 체고, 배고, 고고, 고장, 두장, 전박장과 같은 부위는 실험기간동안 크게 변화하는 것이 나타나지 않았다(Table 4). 이러한 경향성은 승용마 공시동물로 선택되어진 동물들은 이미 골격발육은 완료가 된 성축이므로 앞서 관측한 부위는 성장이 뒤따르지 않는 것으로 보였다. 그러나 흉폭, 흉위, 흉심, 체중의 변화를 살펴보면 실험기간에 따라 증가하는 경향성을 보였다. 전박전인 체중 변화를 살펴보면 실험군은 실험 초 체중이 $333 \pm 18.53\text{kg}$ 에서 마지막 실험 시 $378 \pm 4.65\text{kg}$ ($p < 0.01$)으로 변화였고, 실험시작 전인

Naive군과 비교하였을 때 마지막 실험 시 유의성 있게 증가 하였다. 대조군도 체중은 증가하였으나 실험군에 비하여는 작게 증가하는 경향성을 보였다. 말의 상복부를 차지하는 부위에서 가장 큰 부위를 차지하고 있는 흉폭, 흉위, 흉심 모두다 체중 증가에 따른 증가하는 경향성을 보여주고 있다. 흉폭은 마지막 측정 시 $60\pm 4.02\text{cm}$ ($p<0.01$), 흉위는 $184\pm 2.27\text{cm}$ ($p<0.05$), 흉심 $48\pm 2.38\text{cm}$ ($p<0.05$)로 유의성 있게 증가하였다.

Table 4. Investigate of body type for riding horse

| Se cti on | Nu mber | Unit | Chest width | Withers height | Back height | Croup height | Chest width | Chest girth | Chest depth | Croup length | Cannon circumference | Forearm length | Body weight |
|--|------------|------|-------------|----------------|-------------|--------------|---------------|---------------|--------------|--------------|----------------------|----------------|----------------|
| | | | Cm | Cm | Cm | Cm | Cm | Cm | Cm | Cm | Cm | Cm | kg |
| E x p e r i m e n t | 1 | | 143±5.16 | 137±5.26 | 131±4.94 | 138±5.01 | 52±3.41 | 164±5.21 | 39±2.48 | 48±2.68 | 51±1.47 | 44±4.55 | 333±18.53 |
| | 2 | | 143±5.16 | 138±4.81 | 131±4.94 | 139±4.27 | 54±3.49 | 172±2.73 | 42±2.68 | 48±2.29 | 51±1.47 | 44±4.55 | 350±16.62 |
| | 3 | | 143±5.16 | 138±4.92 | 131±4.94 | 139±4.32 | 58±3.39 | 178±2.12 | 45±2.04 | 48±2.48 | 51±1.47 | 44±4.55 | 367±7.94 |
| | 4 | | 143±5.59 | 138±4.6 | 131±4.94 | 139±4.32 | 60±4.02 ** | 184±2.27 * | 48±2.38 * | 48±2.48 | 51±1.47 | 44±4.55 | 378±4.65 ** |
| C o n t r o l | 1 | | 143±1.63 | 134±1.29 | 127±2.06 | 135±1.65 | 56±1.92 | 163±4.03 | 37±2.77 | 46±0.82 | 50±1.47 | 40±1.87 | 332±22.73 |
| | 2 | | 143±2.06 | 135±1.58 | 127±2.06 | 135±1.47 | 58±2.27 | 169±4.47 | 39±3.34 | 46±0.82 | 50±1.47 | 40±1.87 | 341±23.71 |
| | 3 | | 143±2.04 | 135±1.5 | 127±2.06 | 135±1.47 | 60±2.48 | 175±4.27 | 41±3.11 | 46±0.82 | 50±1.47 | 40±1.87 | 353±23.69 |
| | 4 | | 144±2.27 | 135±1.78 | 127±2.06 | 136±1.41 | 62±2.59 | 180±5 | 44±4.18 | 46±0.82 | 50±1.47 | 40±1.87 | 361±23.3 |

± S.E. *, $p < 0.05$, **, $p < 0.01$.

2. 혈액검사 및 혈청검사

혈액 검사 결과를 살펴보면(Table. 5) 전혈을 이용하여 혈구 분석을 해본결과 실험군과 대조군에서 혈액학상에 크게 변동되는 부분은 관찰되지 않았다. 이를 통하여 실험군과 대조군을 비교 시 특정사료 급여로 인하여 염증, 혈소판이상, 탈수 등 혈액학상으로 추측 가능 한 임상증상 및 질병은 나타나지 않음을 알 수 있었고, 혈청화학적검사 결과(Table. 6) Ca, IP, Mg, GLU, TCHO, GOT, GPT, GGT, BUN, CRE를 살펴보았다. 김등(1991)은 국내이용 말사료의 영양적 가치와 YEAST CULTURE 첨가시 소화율, 광물질 이용율 및 혈액성상에 미치는 영향 중 CA 및 P의 이용율의 경우 YC첨가구에서 P는 고도로 유의하게 증가한 반면 Ca는 두 처리구간에 차이가 없었으며, 혈액성상 중 적혈구수와 hemoglobin수준은 아침사료급여 전과 후 두 처리간에 유의 있는 증가는 없었다. YC첨가구가 대조구에 비해 증가하는 경향을 나타냈고 백혈구수는 처리간에 사료급여 전과 후 차이가 없었다. 그리고 혈액내 glucose, total protein, calcium 및 phosphorus 함량은 YC첨가구와 대조구간 차이가 없었다. GOT 및 GPT를 제외한 항목들은 정상 범위 안에서 관찰되었으나, 실험군에서 GOT는 227.5 ± 4.2 U/I($p < 0.05$), GPT는 8 ± 4.4 U/I($p < 0.05$)로 유의성있게 증가하였고, 대조군에서는 GOT는 138.8 ± 9 U/I($p < 0.05$), GPT는 5.4 ± 0.4 U/I($p < 0.05$)로 유의성이 있게 증가하였다. 대조군에 비하여 실험군에서 더 증가하였다. GOT(glutamic oxaloacetic transaminase)는 아미노기전이효소의 일종으로 글루타민산에서 옥살초산에 아미노기를 옮기고 α -케토글루타민산과 아스파라긴산을 발생하는 반응을 촉매하는 것으로 간기능대사 증가할 때 조직에서 누출되어 혈중의 활성을 상승시키는 물질이다. 승용마전용사료의 급여를 통하여 승용마의 적합한 사료 공급을 통해 에너지의 저장 및 활용을 반복하는 과정이 지속되어 간의 역할이 확대된 것으로 사료된다.

Table 5. Hematology CBC blood sample result of body type for riding horse

| Section | Number | Item | WBC | NE | LY | MO | EO | BA | NE | LY | MO | EO | BA | RBC | Hb | HCT | MCV | MCH | MCH _C | RDW | |
|------------|---------|------|--------------|---------------|-------------|-------------|-------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------|--------------|-------------|----------------|---------------|---------------|---------------|------------------|---------------|---------------|
| | | | Range | 5.4~1 4.3 | 2.3~9. 6 | 1.5~7. 7 | 0.0~1. 5 | 0.0~1. 0 | 0.0~0.5 | 22.0~ 80.0 | 15.0~ 68.0 | 0.0~1 9.0 | 0.0~1 2.0 | 0.0~6. 0 | 5.50~ 12.90 | 8.0~1 9.0 | 24.0~5 3.0 | 37.0~5 8.5 | 12.3~1 9.7 | 31.0~3 8.6 | 12.0~2 7.0 |
| | | | Unit | k/uL | k/uL | k/uL | k/uL | k/uL | k/uL | % | % | % | % | % | M/u L | g/dL | % | fL | pg | g/dL | % |
| Experiment | 1 | | 8±1.3 .6 | 3.7±0 .8 | 3.6±0 .2 | 0.4±0 .1 | 0.3±0 .1 | 0.06 ±0.05 | 46.1± 5.9 | 44.1± 4.5 | 5.3±2 .4 | 3.7±1 .7 | 0.8±0 .7 | 8.3±1 .3 | 12.4± 1.7 | 34.1± 5.2 | 41.3± 4.7 | 15.1± 1.7 | 36.6± 1.4 | 25.9± 0.7 | |
| | 2 | | 9.9±1 .3 | 5.4±0 .2 | 3.9±1 .3 | 0.3±0 .1 | 0.3±0 .1 | 0.04 ±0.03 | 55.5± 6.6 | 38.3± 7.7 | 2.8±0 .4 | 2.9±1 .2 | 0.4±0 .4 | 9.9±0 .8 | 16.6± 1.6 | 41.4± 6.3 | 41.7± 5 | 16.8± 1.2 | 40.6± 2.5 | 25.7± 0.4 | |
| | 3 | | 8.2±0 .5 | 4.7±0 .4 | 3±0.7 | 0.3±0 .1 | 0.2±0 .1 | 0.02 ±0.01 | 57.8± 6.6 | 36.6± 6.6 | 3.3±0 .8 | 2.1±0 .6 | 0.2±0 | 9.6±0 .5 | 17.3± 1.8 | 41.8± 4.5 | 43.4± 3.5 | 18±1. 8 | 41.4± 2.1 | 23.8± 0.6 | |
| | 4 | | 7.6±0 .7 | 16.2± 19.7 | 2.3±0 .5 | 0.2±0 .1 | 0.1±0 .1 | 0.03 ±0.01 | 64.5± 3.8 | 30.2± 4.3 | 3.1±1 | 1.9±0 .8 | 0.3±0 .2 | 8.2±0 .4 | 14.2± 1.3 | 35.1± 3.7 | 42.7± 3.4 | 17.3± 1.4 | 40.5± 1.2 | 24±0. 4 | |
| | Average | | 8.43 | 7.49 | 3.20 | 0.30 | 0.22 | 0.04 | 55.97 | 37.30 | 3.63 | 2.66 | 0.44 | 9.01 | 15.13 | 38.06 | 42.26 | 16.79 | 39.76 | 24.83 | |
| Control | 1 | | 8.1±1 .9 | 4.1±0 .3 | 3.3±0 .2 | 0.4±0 .2 | 0.3±0 .1 | 0.04 ±0.01 | 50.4± 4.3 | 40.4± 1.6 | 5.1±3 .3 | 3.7±0 .7 | 0.5±0 .2 | 6.2±0 .3 | 11±0. 8 | 29.5± 1.7 | 47.2± 1.7 | 17.6± 0.9 | 37.1± 0.7 | 25.3± 0.8 | |
| | 2 | | 11.2± 2.6 | 5.3±1 .6 | 4.7±2 | 0.9±0 .7 | 0.2±0 .1 | 0.01 ±0.01 | 48.6± 14 | 41.4± 9.2 | 7.7±5 .9 | 2.3±0 .7 | 0.1±0 | 6.1±1 .9 | 11.4± 3.7 | 29.6± 10.5 | 47.7± 2.6 | 18.5± 0.9 | 38.9± 1.9 | 24.7± 0.8 | |
| | 3 | | 7.5±1 .2 | 4.8±0 .7 | 2.4±0 .5 | 0.2±0 .1 | 0.1±0 .1 | 0.02 ±0.03 | 63.7± 3 | 31.2± 2.6 | 3.1±1 .1 | 1.6±0 .3 | 0.3±0 .4 | 7.6±0 .9 | 14.2± 1.9 | 35.8± 4.2 | 47.2± 1.9 | 18.7± 0.7 | 39.6± 1 | 23.6± 0.9 | |
| | 4 | | 7±0.8 | 4.8±0 .6 | 1.8±0 .3 | 0.2±0 .1 | 0.2±0 .1 | 0.02 ±0.01 | 68.3± 5.2 | 26±3. 8 | 3.3±0 .9 | 2.2±0 .9 | 0.2±0 .2 | 7±0.6 | 12.7± 1.2 | 32.3± 2.6 | 46.1± 1 | 18.1± 0.4 | 39.3± 0.5 | 24±0. 9 | |
| | Average | | 8.47 | 4.76 | 3.05 | 0.43 | 0.21 | 0.02 | 57.75 | 34.75 | 4.79 | 2.46 | 0.25 | 6.74 | 12.29 | 31.79 | 47.04 | 18.20 | 38.71 | 24.37 | |

± S.E.

Table 6. Chemistry blood sample result of body type for riding horse

| Section | Number | Item | Ca | IP | Mg | TP | GLU | TCHO | GOT | GPT | GGT | BUN | CRE |
|------------|--------|-------|-----------|---------|---------|---------|-----------|-----------|------------|----------|----------|-----------|---------|
| | | Range | 10.4~13.4 | 2.3~5.4 | 1.8~2.7 | 5.7~7.9 | 62~114 | 71~142 | 116~287 | 3~21 | 3~22 | 10.4~25.0 | |
| | | Unit | mg/dl | mg/dl | mg/dl | g/dl | mg/dl | mg/dl | U/l | U/l | U/l | mg/dl | mg/dl |
| Experiment | 1 | | 7.2±0.5 | 2.2±0.6 | 1.2±0.2 | 3.6±0.4 | 31±7.1 | 36±10.4 | 151.8±3.3 | 4.8±0.8 | 19±1.2 | 14.7±2.8 | 0.6±0.1 |
| | 2 | | 8.9±0.3 | 3.5±0.4 | 1.4±0.3 | 3.9±0.3 | 53.8±8.1 | 36±3.6 | 155.5±26.9 | 6.5±1.8 | 23.3±2.9 | 14.7±2.1 | 0.9±0.1 |
| | 3 | | 10.8±0.4 | 2.8±0.4 | 2±0.3 | 5.3±0.2 | 90.8±18.7 | 60±12.5 | 160.5±34 | 6.8±2.2 | 25.3±5.5 | 19.1±1.3 | 1.2±0.2 |
| | 4 | | 8.4±0.4 | 2.8±0.5 | 1.5±0.2 | 3.4±0.3 | 69.8±9.5 | 48.3±13 | 227.5±42* | 8±4.4* | 16.3±1.9 | 14.2±1.8 | 0.8±0.1 |
| Control | 1 | | 7.9±1.1 | 2.2±0.2 | 1.4±0.3 | 3.9±0.5 | 21.3±10 | 35±4.3 | 128.5±18.5 | 4.8±0.1 | 18.5±2.3 | 14±1.5 | 0.7±0.1 |
| | 2 | | 13.3±1 | 3.8±0.8 | 2±0.1 | 7.7±0.9 | 72±4.2 | 95.3±17.4 | 131.5±6.2 | 5.1±0.5 | 44.8±9.8 | 17.3±2.5 | 1.1±0.1 |
| | 3 | | 10.8±1.4 | 2.3±0.3 | 1.8±0.2 | 5.5±0.6 | 73.5±18.3 | 67.8±12.8 | 135.5±4.2 | 5.2±0.8 | 23.5±6.7 | 18.4±2.4 | 1.1±0.2 |
| | 4 | | 8.5±0.8 | 2.4±0.2 | 1.6±0.1 | 3.4±0.5 | 55.8±11.7 | 46.8±5.9 | 138.8±19* | 5.4±0.4* | 15.8±1.5 | 14±1.3 | 0.8±0.1 |

± S.E. *, $p < 0.05$, **, $p < 0.01$.

3. 당부하능검사 : FSIGT test

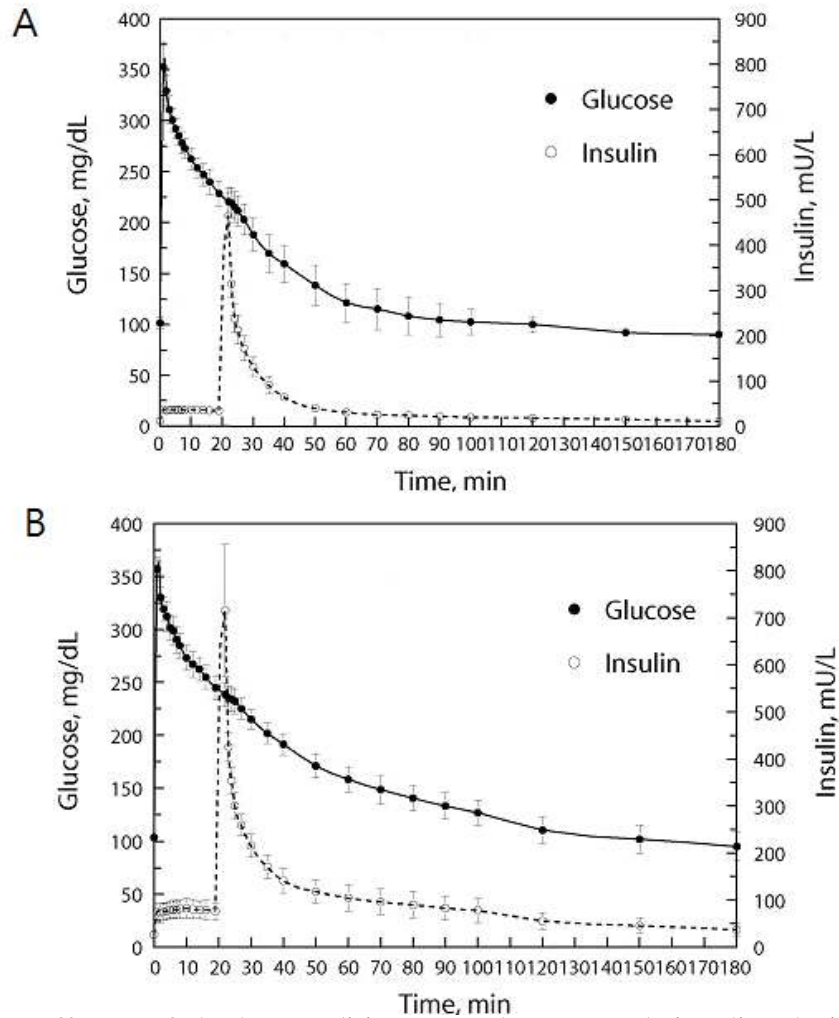


Figure 9. Effects of body condition on glucose and insulin during the modified frequent sampling i.v. glucose tolerance test for riding horse. A : control group, B : experimental group.

말에게 곡류의 다량급여는 대장의 pH 저하에 따른 대사장애로 말에게 치명적인 산통(colic)을 일으킨다고 보고하고 있으며(Reeves 등, 1996), 더 나아가서는 제염염(laminitis)을 발생시킨다고 보고하고 있다(Bailey 등, 2002).

또한 대장에서 곡류사료의 빠른 발효로 인해 gas 생산이 증가하고 장 운동은

저하되어 대장의 팽창 및 산통 발생의 원인이 된다고 보고하고 있다(King, 1999).

마분의 pH를 측정함으로써 대장의 대사 상태를 가늠할 수 있는 척도로 활용할 수 있는 가치가 있다고 보고하고 있다(Hussein 등, 2004). 말 사육 과정에서 발생하는 산통 발생을 줄이기 위해 다양한 사양관리 체계 개발 및 개선이 필요하다. 당부하능검사 결과를 살펴보면(Figure 9) 기저 basal 량을 측정해본 결과 $101 \pm 2.9 \text{mg/dL}$ 이며, 가장 높은 값은 $358 \pm 11.4 \text{mg/dL}$ 로 측정되었고, 기저 insulin 량은 $16.7 \pm 3.2 \text{mU/L}$ 로 나타났다. 승용마의 비교군 및 대조군에서 영향을 끼치지 않았다. 승용마에서 glucose량의 변화를 살펴보면 실험군에서 glucose가 감소하는 경향성이 대조군에 비하여 시간의 경과가 필요한 것을 알 수 있었다. 용도별 사료 급여에 따라 실험군에서는 체내에 에너지 저장능력이 증가하여 승용마에서 오랜 시간동안 노역을 하는 경우 효율적인 대응이 가능하다는 것을 알 수 있었다. 또한 insulin의 농도를 살펴봤을 때 사료 급여군에서 insulin의 양이 높게 나타나 실험군에서 에너지 사용 능력에 적응 하는 것을 보여주었다. 이는 승용마는 매일 운동을 통하여 체내 소화 및 대사를 반복적으로 시행하여 보상성 및 항상성이 증가하여 체내 에너지의 사용 및 저장을 효율적으로 이용 할 수 있다는 것을 보여주었다.

4. Western blot : GLUT-4

Figure 10은 승용마 실험군 및 대조군에서 근육조직을 채취하여 GLUT-4 단백질의 발현량을 Western blot을 통하여 알아본 결과이다. 실험시작 전 사료를 급여하지 않는 군을 Naive로 표기 하였으며 EXP는 실험군으로 일정한 기간동안 승용마전용 사료를 급여한 경우이며 CON는 대조군으로 일정한 시간동안 전용사료가 아닌 다른 사료를 급여한 경우이다. Western blot 결과에 대한 intensity를 살펴본 결과 실험군에서 대조군과 비교 시 유의성 있게 증가함을 나타냈다. 이를 통하여 GLUT-4 단백질의 발현이 전용사료의 급여에 따른 증가로 볼 수 있으며

아무런 사료급여 이전인 Naive군과 대조군의 비교 시에 단백질의 발현이 증가하였으나 유의성 있게 증가하지는 않았다.

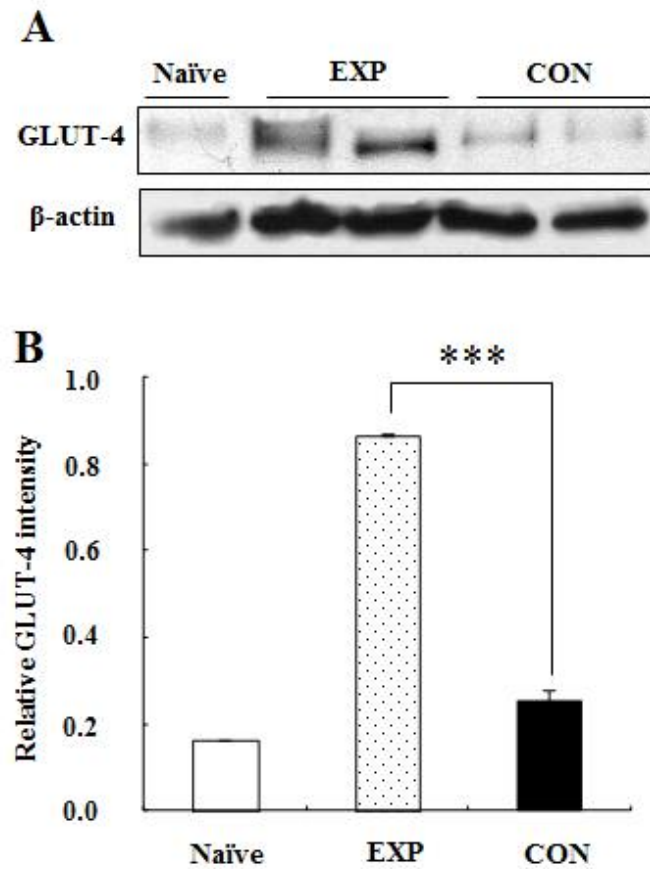


Figure 10. Western blot analysis of GLUT-4 expression modulated by feeding compared to those non-feeding and other feed. β -actin expression was used to demonstrate that equal amounts of protein extracts were loaded (***) $p < 0.005$).

승용마 전용사료 급여에 따른 체형 변화를 살펴보면 실험 군에서 대조군에 비하여 체중, 흉폭, 흉위 및 흉심에서 증가하는 경향성이 나타났으며 특히 체중, 흉위 및 흉심에서 유의성 있게 증가하였다. Van Veldhuizen 1997 등의 보고에 따르면 성장에 따른 승용마 체위측정 결과를 보면 체중, 체고, 고고, 체장, 흉위 및 전관위 등에서 성장에 따라 수치가 커지는 것을 알 수 있었다. 하지만 거의 대부분의 측정값이 2년 이상 성장 후에는 이루어지지 않는 경향을 나타내고 있다. 본 실험 결과를 살펴보면 체장, 체고, 배고, 고고, 고장, 두장 및 전박장에서는 유사 연구 결과와 비슷하게 사료 급여에 따른 변화가 많이 나타나지 않았다. 하지만 체중, 흉위 및 흉심에서는 유의성 있게 증가하는 것으로 보아서는 사료 급여에 따른 변화가 일부분 나타나는 것으로 생각되어진다. 말은 초식동물이지만 단위동물로 맹장과 거대 결장에서 발효가 이루어지는 소화기관의 특수성을 가지고 있다. 따라서 급여하는 사료의 질과 조사료의 조성비에 따라 민감하게 받아들여지는 부분이 많다. 이러한 변화를 혈액 및 화학적 조성의 변화를 살펴보았다. 혈액상의 변화를 살펴보면 일부분 염증소견, 혈소판 수치의 상승 및 탈수를 예측 할 수 있는 지표의 변화가 있었다. 백혈구 수치는 약간 증가하였으나 정상 범위내에서 우측변위가 일부분 나타났으며, 탈수를 나타내는 지표의 변화는 미약하였으나 일부분 예상되는 부분이었으며, 혈소판의 경우 실험실시 이후 증가하였으나 유의성은 나타나지 않았다. 혈소판의 증가는 실험에 사용된 전용사료 급여 성분 중에 다양한 미네랄 및 다양한 사료첨가제 성분의 증가에 따른 혈액 보상작용으로 체내 순환의 증가에 따른 산소 공급요구량 증가 및 철분 공급 증가에 따른 증가로 나타는 것으로 보여진다. 화학적 성상을 살펴보면 Ca, IP, Mg, GLU, TCHO, GOT, GPT, GGT, BUN 및 CRE를 살펴보았다. 사료급여에 따라 GOT 및 GPT 측정값이 유의성 있게 증가하였는데 형성하는 작용을 한다. 건강한 말 혈액 중에도 GOT가 소량 존재하고 있으나 장기의 세포가 파괴되면 대량으로 존재하게 된다. 이 효소가 특히 많은 곳은 심장, 간, 근육, 적혈구이다. 그러므로 이들 장기는 손상으로 혈청 GOT가 상승한다. GPT(glutamylc pyruvic transaminase)도 GOT와 마찬가지로 아미노산을 형성하는 효소의 하나이다. GPT 양은 GOT에 비해 적고 GPT가 가장 많은 간에서도 GOT의 약 1/3 정도이다. GPT는 간에 많이 함유되어 있으므로 간 특이성이라고 할 수 있다. 승용마전용사료 급여에 따른 수치

의 증가는 정상범위 안에서 나타났다. 하지만 증가하는 경향성이 유의성 있게 증가하는 것으로 보아 체내 간대사 역할이 증가하는 것으로 보여진다. 간 역할 증가는 체내 영양소 대사를 지속적으로 용하기 위한 보상작용으로 사료된다. 일반적인 당부하능 검사는 당뇨병 감별진단법으로 사용되는 것으로 인슐린의 합성 및 분해에 따른 당 이용에 미치는 영향을 알아보는 진단법 중에 하나이다. 체내에 다량의 당을 일시에 공급하고 이후 인슐린을 공급하여 당이용능에 대한 검사 지표로 인슐린 생성과 관련된 중추신경계에 문제점이 있는지 혹은 인슐린이 공급되어도 사용에 있어 문제점이 있는지 판단하는 법이다. 본 실험에서는 승용마 전용사료 급여에 따른 당 에너지 효율을 알아보기 위한 당부하능 검사를 일부분 변경하여 사양동물인 말에 한정하여 실험을 준비하여 실시하였는데 사료를 실험군에서 인슐린을 공급하고 난 후 당혈중 농도를 살펴본 결과 시간이 지남에 따라 대조군에 비하여 높은 수준으로 유지되었으며 인슐린의 농도 또한 시간의 경과에 따라 대조군에 비하여 높은 수준으로 유지되어지는 경향성을 확인 할 수 있었다. 사료 급여에 따라 혈중의 당의 농도가 높게 유지되어 지는 것은 지속적인 당생성 및 분해가 이루어지고 있으며 당 에너지 대사를 통한 에너지의 지속적인 생산으로 운동성이 향상되어 지고 지구력이 증가할 수 있다. 이러한 당 에너지의 대사가 활발하게 유지되어 지는 이유를 알아보기 위하여 근육내 당 에너지 대사와 관련되어 있는 GLUT-4를 알아보았다. glucose transporter로 알려져 있는 GLUT는 다양한 아형을 가지고 있다. 그중 특히 근육 내에 다량 포함되어 있는 형이 GLUT-4였으며 당 분해 및 에너지 대사에 있어서 인슐린의 활성화로 인하여 나타나는 메카니즘 중 하나이다. NAIVE군과 대조군에서의 GLUT-4의 발현을 살펴보면 증가하는 경향성이 나타났으나 유의성있게 증가하지는 않았으나 대조군과 실험군에서 발현양을 비교하여 보면 실험군에서 유의성있게 증가하는 것을 알 수 있었다. 사료 급여에 따른 근육 내에 다량 GLUT-4의 발현이 증가하게 되었다. GLUT-4의 증가는 실험군 근육내에서 인슐린의 활성화에 따라 당에너지 신생이 많이 이루어지고 있다는 것을 의미한다. 즉 사료 급여에 따른 에너지의 생산이 높아지고 있음을 알 수 있다.

승용마 전용사료 급여에 따라 체형에서 체중이 증가하고 체형 중 소화기관이 위치하는 부분이 증가함을 나타내는 것을 통해 사료 급여가 일부분 체형을 증가시

킴을 알 수 있고 혈액성상을 통해 에너지 대사 증가로 인한 간장기의 활성화를 알 수 있다. 이러한 간활성화는 당 에너지의 증가로 인한 것을 당부하능검사를 통하여 확인하였고 단백질 정량을 통한 GLUT-4 증가는 당 에너지대사 메카니즘을 확인하였다. 이를 통하여 승용마 전용사료 급여에 따른 당 에너지 대사 특성 및 활성활를 통하여 타 사료에 비하여 당 에너지에 사용에 대한 효율성이 증가하여 사료 급여량에 따른 효율성이 증가함을 알 수 있다.

V.요 약

승용마 생산 및 보급에 관련된 수요가 증가하는 사회적 현상과 기존의 반추동물 소 등에 급여 시 제작되었던 사료 형태로는 말이 가지고 있는 해부, 생리, 영양학적인 특성을 만족 할 수 없어 말 전용 사료 연구 및 관심이 증가 되고 있으며, 사료 연구 분야 또한 일반적인 육성만이 아닌 목적별, 시기별 사료개발에 대한 관심이 증가하고 있다.

본 연구는 사육 용도에 따라 개발된 승용마 전용사료를 급여함에 따라 승용말에 적용하였을 때 체중, 체형, 사료섭취량, 혈액 및 혈청 분석, 당부하능검사 및 GLUT-4발현을 조사하여 승용마 생산성 향상에 미치는 영향을 알아보기 위해 본 연구를 수행하였다. 본 연구에서 얻어진 결과요약은 다음과 같다.

첫째, 전반적인 체중 변화를 살펴보면 승용마의 실험기간동안 체형 변화를 살펴본 결과 전체적인 골격의 증가와 관련된 부위의 증가는 없었으나 체중의 증가에 따른 변화를 관찰되었다. 특히나 체중은 대조군에 비하여 유의성 있게 증가하는 경향성을 보여주었으며 체중의 증가를 통하여 흉위, 흉심, 흉폭이 유의성있게 증가함을 통하여 사료급여에 따른 변화를 알 수 있다.

둘째, 혈액 및 혈청검사결과 GOT 및 GPT를 제외한 항목들은 정상 범위 안에서 관찰되었으나, 실험군에서 GOT는 227.5 ± 4.2 U/I($p < 0.05$), GPT는 8 ± 4.4 U/I($p < 0.05$)로 유의성있게 증가하였고, 대조군에서는 GOT는 138.8 ± 9 U/I($p < 0.05$), GPT는 5.4 ± 0.4 U/I($p < 0.05$)로 유의성이 있게 증가하였다. 간역할 증가는 체내 영양소 대사를 지속적으로 용하기 위한 보상작용으로 사료된다.

셋째, FSIGT test 결과 glucose량의 변화를 살펴보면 실험군에서 glucose가 감소하는 경향성이 대조군에 비하여 시간의 경과가 필요한 것을 알 수 있었다. 용도별 사료 급여에 따라 실험군에서는 체내에 에너지 저장능력이 증가하

여 승용마에서 오랜 시간동안 노역을 하는 경우 효율적인 대응이 가능하다는 것을 알 수 있었다. 또한 insulin의 농도를 살펴봤을 때 사료 급여군에서 insulin의 양이 높게 나타나 실험군에서 에너지 사용 능력에 적응 하는 것을 보여주었다.

넷째, 승용마 실험군 및 대조군에서 근육조직을 채취하여 GLUT-4 단백질의 발현양을 살펴본 결과 실험군에서 대조군과 비교 시 유의성 있게 증가함을 나타냈다. 이를 통하여 GLUT-4 단백질의 발현이 전용사료의 급여에 따른 증가로 볼 수 있으며, 단백질 정량을 통한 GLUT-4 증가는 당 에너지 대사 메카니즘을 확인하였다.

승용마 사료 개발에 따른 기능은 승용마에서 증체와 복부부위의 체형증가가 나타났으며, 에너지의 저장 및 활용에 있어서 효율적인 면을 보였다. 따라서 추후 급여기간, 급여량 및 사료 성분의 조정을 통하여 사료의 효율성, 에너지의 저장 및 활용에 대한 추가 연구가 필요 할 것으로 사료된다.

ABSTRACT

A Study on exclusive feed effect for improve feed efficiency of riding horse.

Jun-Hyoung Park

Department of Biotechnology, Graduate School
Jeju National University, Jeju, Korea

Riding horse production and dissemination of social phenomena related to the increase in demand and the existing ruminant feed supply for cattle feed in the form of a horse that was produced with anatomy, physiology, nutrition characteristics can not meet the end of the research and growing interest only feed can. The feed research field goal, not just by the general development, time-specific food has increased interest in the development.

This study was developed based on the diets breeding purposes, As the Roadster only applies when horse body weight, body shape, feed intake, blood and serum analysis, glucose tolerance tests, and GLUT-4 expression haneung investigate the impact of the horse to improve productivity this study was performed to investigate. Summary of the results obtained in this study are as follows.

First, look at the riding horse overall weight changes during the experiment result of examining shape changes associated with an increase in the overall skeletal sites, but the increase was not due to the increase in body weight changes were observed. Weight, especially compared to the control group demonstrated significantly increasing trends of weight through

increased chest circumference, chest width and chest depth a significantly increased by feeding through the changes can be seen..

Second, the blood and blood test results, except for GOT and GPT were observed in the normal range of items, In the experimental group, the GOT 227.5 ± 4.2 U / I ($p < 0.05$), GPT and 8 ± 4.4 U / I ($p < 0.05$) with significantly increased, and in the control group, the GOT 138.8 ± 9 U / I ($p < 0.05$), GPT and 5.4 ± 0.4 U / I ($p < 0.05$) were increased in significance. liver role of nutrients in the body increases the metabolism to compensate for the effect is consistently.

Third, FSIPT test results look at the change in the amount of glucose in the glucose group than in the control group decreased by trend over time could see that is required. Depending on the application-feeding in the experimental group increased capacity energy storage in the body for a long time, the riding horse labor effective response if the two were able to find out that it is possible. It also looked at the concentration of insulin when feeding high amounts of insulin in group shows energy use in the experimental group showed that the ability to adapt to.

Fourth, the experimental and control groups taken from the muscle tissue and the amount of GLUT-4 protein expression in the experimental group compared with the control group looked at the results significantly increased, respectively. Through this, only the expression of GLUT-4 protein diets increase the feed according to the view, and increased GLUT-4 protein quantification through the mechanism of energy metabolism were the party.

Riding horse feed the end of the function in the development of riding

horse and weight gain in the abdominal area of the body showed an increase, storage and utilization of energy in the face was effective. Thus, future pay period, through the adjustment of feed ingredients geupyeoryang and feed efficiency, energy storage and utilization should be more research on continuous.

참고문헌

- Arnason, T. (1984). Genetic studies on conformation and performance of Icelandic Toelter Horses: I. Estimation of non genetic effects and genetic parameters. *Acta Agriculturae Scandinavica*, 34, 409-427.
- Bailey, S. R., Rycroft, A. and Elliott, J. 2002. Production of amines in equine cecal contents in an in vitro model of carbohydrate overload. *J. Anim. Sci.* 80:2656-2662.
- Byers, F. M. and Moxon, A. L. 1980. Protein and selenium levels for growing and finishing beef cattle. *J. Anim. Sci.* 50:1136-1144.
- Clarke, L. L., Roberts, M. C. and Argenzio, R. A.1990. Feeding and digestive problems in horses: Physiologic responses to a concentrated meal. *Vet. Clin. North. Am.* 6:433-450.
- Christ-Roberts, C.Y., Pratipanawatr, T., Pratipanawatr, W., Berria, R., Belfort, R., Kashyap, S. and Mandarino, L.J. (2004) Exercise training increases glycogen synthase activity and GLUT-4 expression but not insulin signaling in overweight nondiabetic and type 2 diabetic subjects. *Metabolism* 53, 1233-1242.
- Collins, M. 1988. Composition and fiber digestion in morphological components of an alfalfa/timothy hay. *Anim. Feed Sci. Technol.* 19:135-143.

- Daly, M. (2003) Sugars, insulin sensitivity, and the postprandial state. *Am. J. clin. Nutr.* 78, 865S–872S.
- De Fombelle, A., Veiga, L., Drogoul, C. and Julliand, V. 2004. Effect of diet composition and feeding pattern on the prececal digestibility of starches from diverse botanical origins measured with the mobile nylon bag technique. *J. Anim. Sci.* 82:3625–3634.
- Dewhurst, R.J., Davies, D.R. and Merry, R.J. 2000. Microbial protein supply from the rumen. *Anim. Feed Sci. & Tech.* 85:1–21
- Ebeling, P., Bourey, R., Koranyi, L., Tuominen, J.A., Groop, L.C., Henriksson, J., Mueckler, M., Sovijarvi, A. and Koivisto, V.A. (1993) Mechanism of enhanced insulin sensitivity in athletes: increased blood flow, muscle glucose transport protein (GLUT-4) concentration, and glycogen synthase activity. *J. clin. Invest.* 92, 1623–1631.
- Freestone, J.F., Wolfsheimer, K.J., Kamerling, S.G., Church, J., Hamra, J. and Bagwell, C. (1991) Exercise induced hormonal and metabolic changes in Thoroughbred horses: effects of conditioning and acepromazine. *Equine vet. J.* 23, 219–223.
- Gerber, E., Sjoberg, A., Nasholm, A. and Philipsson, J. (1997). Genetics parameters for conformation traits of warmblood horses in Sweden. 48th Annual Meeting of the European Association for Animal Production, Vienna, Austria, 378.
- Givens, D.I., A.R. Moss and A.H. Adamson. 1992. The chemical composition and energy value of high temperature dried grass produced in England.

Anim. Feed Sci. Technol. 36:215–228.

Goodson, J., Tyznik, W. J., Cline, J. H. and Dehority, B. A. 1988. Effects of an abrupt diet change from hay to concentrate on microbial numbers and physical environment in the cecum of the pony. *Appl. Environ. Microbiol.* 54:1946–1950.

Green, J.O., A.J. Corrall and R.A. Terry. 1971. Grass species and varieties: relationships between stage of growth, yield and forage quality. GRI Technical Report No. 8. Hurley, UK: Grassland Research Institute.

Hintz, R. L., Hintz, H. F. and Van Vleck, L. D. (1978). Estimation of heritabilities for con weight, height and front cannon bone circumference of thoroughbreds. *Journal of Animal Science*, 47, 1243–1245.

Hoffman, R.M., Boston, R.C., Stefanovski, D., Kronfeld, D.S. and Harris, P.A. (2003) Obesity and diet affect glucose dynamics and insulin sensitivity in Thoroughbred geldings. *J. anim. Sci.* 81, 2333–2342.

Houmard, J.A., Tanner, C.J., Slentz, C.A., Duscha, B.D., McCartney, J.S. and Kraus, W.E. (2004) Effect of the volume and intensity of exercise training on insulin sensitivity. *J. appl. Physiol.* 96, 101–106.

Hussein, H. S., Vogedes, L. A., Fernandez, G. C. J. and Frankeny, R. L. 2004. Effects of cereal grain supplementation on apparent digestibility of nutrients and concentrations of fermentation endproducts in the feces and serum of horses consuming alfalfa cubes. *J. Anim. Sci.* 82:1986–1996.

- Jenkins, D.J., Wolever, T.M., Collier, G.R., Ocana, A., Rao, A.V., Buckley, G., Lam, Y., Mayer, A. and Thompson, L. (1987) Metabolic effects of a lowglycemic-index diet. *Am. J. clin. Nutr.* 46, 968-975.
- Julliand, V., de Fombelle, A., Drogoul, C. and Jacotot, E. 2001. Feeding and microbial disorders in horses: 3-Effects of three hay:grain ratios on microbial profile and activities. *J. Equine Vet. Sci.* 21:543-546.
- Kaiser, M., Duda, J. and Butler-Wemken, I. (1991). Genetische und nicht genetische einflisse auf die korpermasse einer Trakehner zuchtpferdepopulation. *Ziichtungskunde*, 63, 335-341.
- Kienzle, E. 1994. Small intestinal digestion of starch in the horse. *Revue Med. Vet.* 145:199-204.
- Kienzle, E., Fehrle, S. and Optiz, B. 2002. Interactions between the apparent energy and nutrient digestibilities of a concentrate mixture and roughages in horses. *J. Nutr.* 132:1778S-1780S.
- King, C. 1999. Preventing Colic in Horses. Paper Horse, Cary, NC.
- Kohnke, J. R., Kelleher, F. and Trevor-Jones, P. 1999. Feeding horses in Australia: A Guide for Horse Owners and Manegers. Rural Industries Res. & Development Corp., Barton, Australia.
- Kronfeld, D.S., Treiber, K. and Geor, R.J. (2005) Comparison of non-specific indications and quantitative methods for the assessment of insulin

resistance in horses and ponies. *J. Am. vet. med. Ass.* 226, 712-719.

Kuo, C., Hunt, D., Ding, Z. and Ivy, J. (1999) Effect of carbohydrate supplementation on postexercise GLUT-4 protein expression in skeletal muscle. *J. appl. Physiol.* 87, 2290-2295.

Kuo, C., Hwang, H., Lee, M., Castle, A. and Ivy, J. (2004) Role of insulin on exercise-induced GLUT-4 protein expression and glycogen supercompensation in rat skeletal muscle. *J. appl. Physiol.* 96, 621-627.

Lee, J.S., Bruce, C.R., Tunstall, R.J., Cameron-Smith, D., Hugel, H. and Hawley, J.A. (2002) Interaction of exercise and diet on GLUT-4 protein and gene expression in Type I and Type II rat skeletal muscle. *Acta Physiol. Scand.* 175, 37-44.

Lindholm, A. and Piehl, K. (1974) Fibre composition, enzyme activity and concentration of metabolites and electrolytes in muscles of Standardbred horses. *Acta vet. Scand.* 15, 287-309.

Martin, T. G., Perry, T. W., Mohler, M. T. and Owens, F. H. 1979. Comparison of four levels of protein supplementation with and without oral diethylstilbestrol on daily gain, feed conversion and carcass traits of bulls. *J. Anim. Sci.* 48:1026-1032.

McCutcheon, L., Geor, R. and Hinchcliff, K. (2002) Changes in skeletal muscle GLUT-4 content and muscle membrane glucose transport following 6 weeks of exercise training. *Equine vet. J., Suppl.* 34, 199-204.

McMeniman, N.P. 2003. Pasture intake y young horses. A report for the Rural

Industries Research and Development Corporation, RIDRC Publication No. 00W003/005.

Medina, B., Girard, I. D., Jacotot, E. and Julliand, V. 2002. Effect of a preparation of *Saccharomyces cerevisiae* on microbial profiles and fermentation patterns in the large intestine of horses fed a high fiber or a high starch diet. *J. Anim. Sci.* 80:2600-2609.

Meyer, H., Radicke, S., Kienzle, E., Wilke, S. and Kleffen, D. 1993. Investigation on preileal digestion of oats, corn and barely starch in relation to grain processing. in *Proc. 13th Equine Nutr. Physiol. Soc. Symp.*, Gainesville, FL. pp 92-97.

Miglior, F., Pagnacco, G. and Samore, A.B. (1998). A total merit index for the Italian Haflinger horse using breeding values predicted by a multi-trait animal model. *Proceedings of the Sixth World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, 24, 396-399.

Miller, D.A. 1984. Forage fertilization. In *forage crops*. New York: McGraw-Hill, pp 121-160.

National Research Council (2007) *Nutrient Requirements of Horses*, National Academy Press, Washington, DC.

Passonneau, J.V. and Lauderdale, V.R. (1974) A comparison of three methods of glycogen measurement in tissues. *Anal. Biochem.* 60, 405-412.

Perry, T. W., Shields, D. R., dUNN, W. J. and Mohler, M. T. 1983. Protein

levels and monensin for growing and finishing steers. *J. Anim. Sci.* 57:1067-1076.

Potter, G. D., Arnold, F. F., Householder, D. D., Hansen, D. H. and Brown, K. M. 1992. Digestion of starch in the small or large intestine of the equine. *Europäische Konferenz über die Ernährung des pferdes*, pp 107-111. Hannover, DE.

Powell, D.M., Reedy, S.E., Sessions, D.R. and Fitzgerald, B.P. (2002) Effect of short-term exercise training on insulin sensitivity in obese and lean mares. *Equine vet. J., Suppl.* 34, 81-84.

Pratt, S.E., Geor, R.J. and McCutcheon, L.J. (2006) Effects of dietary energy source and physical conditioning on insulin sensitivity and glucose tolerance in Standardbred horses. *Equine vet. J., Suppl.* 36, 330-334.

Radicke, S., Kienzle, E. and MEYER, h. 1991. Preileal apparent digestibility of oats cornstarch and consequences for cecal metabolism, in *Proc. 12th Equine Nutr. Physiol. Soc. Symp.*, Calgary, Alberta. pp 43-48.

Reeves, M. J., Salman, M. D. and Smith, G. 1996. Risk factors for equine acute abdominal disease (colic): Results from a multicentered case-control study. *Prev. Vet. Med.* 26:285-301.

Ribeiro, W.P., Valberg, S.J., Pagan, J.D. and Gustavsson, B.E. (2004) The effect of varying dietary starch and fat content on serum creatine kinase activity and substrate availability in equine polysaccharide storage myopathy. *J. vet. intern. Med.* 18, 887-894.

- Rossi, J. E., Loersh, S. C. and Fluharty, F. L. 2000. Effects of crude protein concentration on diets feedlot steers fed to achieve stepwise increases in rate of gain. *J. Anim. Sci.* 78: 3036-3044.
- Saastamoinen, M. T., Suontama, M. and Ojala, M. (1998). Heritability of conformation traits and their relationships to racing performance in the Finnhorse trotter. *proceedings of the sixth World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, 24, 396-399.
- Saltiel, A.R. and Kahn, C.R. (2001) Insulin signalling and the regulation of glucose and lipid metabolism. *Nature* 414, 799-806.
- Samaha, F.F., Iqbal, N., Seshadri, P., Chicano, K.L., Daily, D.A., McGrory, J., Williams, T., Williams, M., Gracely, E.J. and Stern, L. (2003) A low-carbohydrate as compared with a low-fat diet in severe obesity. *N. Engl. J. Med.* 348, 2074-2081.
- Sauvant, D. and Van Milgen, J. 1995. Dynamic aspects of carbohydrate and protein breakdown and the associated microbial matter synthesis. In: Engelhardt, W.V., Leonhard-Marek, s., Breves, G. and Giesecke, D. (eds) *Ruminant Physiology: Digestion, Metabolism, Growth and Reproduction*. Ferdinand Enkeverag, Stuttgart, Germany, pp. 71-91
- Schmidt, G. H., Van Vleck, L. D. and Hutjens, M. F. (1988). *principles of dairy science*, 2nd edition, Prentice Hall, New Jersey.
- Stewart-Hunt, L., Geor, R.J. and McCutcheon, L.J. (2006) Effects of

short-term training on insulin sensitivity and skeletal muscle glucose metabolism in standardbred horses. *Equine vet. J., Suppl.* 36, 226-232.

Tokuyama, K. and Suzuki, M. (1998) Intravenous glucose tolerance test-derived effectiveness in endurance-trained rats. *Metabolism* 47, 190-194.

Treiber, K.H., Boston, R.C., Kronfeld, D.S., Staniar, W.B. and Harris, P.A. (2005) Insulin resistance and compensation in Thoroughbred weanlings adapted to high-glycemic meals. *J. anim. Sci.* 83, 2357-2364.

Treiber, K.H., Hess, T.M., Kronfeld, D.S., Boston, R.C., Geor, R.J., Friere, M., Silva, A.M. and Harris, P.A. (2006) Glucose dynamics during exercise: dietary energy sources affect minimal model parameters in trained Arabian geldings during endurance exercise. *Equine vet. J., Suppl.* 36, 631-636.

van Dam, K.G., van Breda, E., Schaart, G., van Ginneken, M.M., Wijnberg, I.D., de Graaf-Roelfsema, E., van der Kolk, J.H. and Keizer, H.A. (2004) Investigation of the expression and localization of glucose transporter 4 and fatty acid translocase/CD36 in equine skeletal muscle. *Am J. vet. Res.* 65, 951-956.

Van Veldhuizen, A. E. (1997). Breeding value estimation for riding horses in the Netherlands. 48th Annual Meeting of the European Association for Animal Production, Vienna, Austria, 376.

- Von Butler, I. and Krollikowsky, I. (1986). Genetische arameter fur grossenmasse einer stutbuchpopulation des deutschen reipferdes. Zuchtungskunde, 58, 233-238.
- Waltner, S. S., McNamara, J. P. and Hillers, J. K. (1993). Relationships of body condition score to production variables in high producing holstein dairy cattle. Journal of Dairy Science, 76, 3410-3419.
- Wojtaszewski, J.F.P. and Richter, E.A. (1998) Glucose utilization during exercise: influence of endurance training. Acta Physiol. Scand. 162, 351-358.
- Wright, D.W., Hansen, R.I., Mondon, C.E. and Reaven, G.M. (1983) Sucrose-induced insulin resistance in the rat: modulation by exercise and diet. Am. J. clin. Nutr. 38, 879-883.
- 강민수 · 고봉석 · 김희건 · 양경우 · 정광조 · 고성방. 1996. 제주마 체위 발육에 관한연구 한국축산분야. 종합학술대회(전북대학교).
- 강민수 · 고봉석 · 김기홍. 1997. 제주마 수유에 관한 연구 한국축산분야. 종합 학술대회(건국대학교).
- 강민수 · 고봉석 · 김기홍. 1997. 제주마 종모마의 배설에 관한 연구 한국축산 분야. 종합학술대회(건국대학교).
- 강민수 · 고봉석 · 김기홍. 1997. 제주마 Flehmen에 관한 연구 한국축산분야. 종합학술대회 (건국대학교).

강민수. 1998. 제주말 연구. 도서출판열림문화.

강민수 · 고봉석 · 김현호 · 조성환 · 현중훈 · 현승구 · 고기정 · 박미혜 · 박지훈. 1999. 제주마 종빈마 사사기 채식행동에 관한 연구 축산분야. 종합학술대회(강원대학교).

강민수 · 고봉석 · 김현호 · 조성환 · 현중훈 · 현승구 · 고기정 · 박미혜 · 박지훈. 1999. 제주마 자마의 수유 및 채식에 관한 연구 축산분야. 종합학술대회(강원대학교).

강민수 · 정봉훈 · 김종철 · 김경호 · 최한호 · 김영진 · 김광석 · 김현호 · 현승구 · 고기정 · 강경민 · 박미혜 · 박지훈. 1999. 제주마 방목지 행동에 관한 연구 1, 제주마의 망아지 휴식 행동 축산분야. 종합학술대회(서울대학교).

강민수 · 정봉훈 · 김종철 · 김경호 · 최한호 · 김영진 · 김광석 · 김현호 · 현승구 · 고기정 · 강경민 · 박미혜 · 박지훈. 1999. 제주마 방목지 행동에 관한 연구 2, 제주마의 망아지 유희 행동 축산분야. 종합학술대회(서울대학교).

강민수 · 정봉훈 · 김종철 · 김경호 · 최한호 · 김영진 · 김광석 · 김현호 · 현승구 · 고기정 · 강경민 · 박미혜 · 박지훈. 1999. 제주마 방목지 행동에 관한 연구 3, 제주마 종빈마의 분만 후 채식행동 축산분야. 종합학술대회(서울대학교).

강민수. 1999. 제주 조랑말. 제주대학교출판부.

강민수. 2000. 제주 조랑말의 활용 승마 및 승마요법. 제주대학교출판부.

강민수 · 강경민 · 박미혜 · 홍성혁 · 현종훈 · 우성웅 · 김홍석 · 노경희 · 문혁진 · 이선희. 2001. 제주마 방목지 행동에 관한 연구 1, 종빈마 임신말기 배뇨 및 배분행동. (사) 한국동물자원과학회 학술발표대회(진주산업대학).

강민수 · 강경민 · 박미혜 · 홍성혁 · 현종훈 · 우성웅 · 김홍석 · 노경희 · 문혁진 · 이선희. 2001. 제주마 방목지 행동에 관한 연구 2, 망아지 분만 후 어미말의 배뇨 및 배분행동. (사) 한국동물자원과학회 학술발표대회(진주산업대학).

강민수 · 강경민 · 박미혜 · 홍성혁 · 현종훈 · 우성웅 · 김홍석 · 노경희 · 문혁진 · 이선희. 2001. 제주마 방목지 행동에 관한 연구 3, 자마 1개월령시 방목지 행동. (사) 한국동물자원과학회 학술발표대회(진주산업대학).

강민수. 2001. 더러브렛의 과학(역). 제주대학교출판부.

강민수. 2002. 제주도의 馬 - 행동학적 어프로치. 제주콤출판사.

강민수. 2003. 제주마 종모마의 방목지 행동에 관한 조사연구. 53th Tohoku Society of Animal Science and Technology.

강민수. 2003. 제주마에 관한 조사연구. 16th Japanese Society of Equine Science.

강민수 · 전병태 · 문상호 · 김동균 · 이상무 · 김두환 편역 2003. 가축행동학. 건국대학교출판부.

강민수. 2004. 동물행동학 연구. 반려동물로서 제주마의 행동에 관한 연구. 한국애완(반려)동물학회 제2차 추계학술대회.

- 강민수. 2004. 말과 인간생활. 제주발전포럼. 제주발전연구원.
- 강민수. 2005. 濟州馬의 四季 - 귀여운 망아지의 성장 다이어리. 열림문화.
- 강민수. 2005. 제주마. 제주대학교출판부.
- 권응달. 1966. 제주마에 관한 소고. 연구와 지도. pp. 68-71.
- 김갑수. 2010. 세계의 마산업과 국내 승마산업의 현주소, 전국농업기술자협회주관 마산업심포지움.
- 김성민, 김종민, 이현기, 박원표, 임영재, 김병진, 정태영. 1991. 국내이용 말사료의 영양적 가치와 YEAST CULTURE 첨가시 소화율, 광물질 이용율 및 혈액성상에 미치는 영향. 12(5), 272~280.
- 농촌진흥청 난지농업연구소. 2007. 선진국형 마필산업 육성 및 제주마 승마활용 확대전략. 국제 워크숍.
- 이종언, 성필남, 박남건, 2003. 거세 및 저칼슘 사료가 비육마 (제주마)의 성장 및 육질에 미치는 영향.
- 이종언, 2006. 말고기 산업의 현재와 미래.
- 이종언, 박명희, 박남선, 박형수, 오운용. 2007. 제주지역 목장 토양 및 조사료 자원의 미량 광물질 함량 평가. 한초지. 27(1):29-36
- 이종언, 김남영, 박남건, 오운용, 정하연, 좌재호. 2010. 말에서 사료 급여 수준이 분 젖산 생산 박테리아 및 pH 변화에 미치는 영향. 52(2):111-116.
- 이학교, 박경도, 공홍식, 김희발, 송 경, 정연태, 도경탁. 2013. 제주산마 활용방안 연구. pp. 68-71.

오운용, 강태홍, 김동철, 진신흘, 홍성구, 양승주, 정재홍. 1993. 사료급여방법이
제주재래마의 체성장 및 도체품질에 미치는 영향. 한축지. 35(6):505-509.

오운용, 도경탁, 조병욱, 박경도, 김성훈, 이학교, 신영수, 조영석. 2011. 국내
승용마의 체형상관에 따른 품종별 비교 분석. 한국데이터정보과학회지. 22(3),
515-521

감사의 글

어느덧 짧지 않은 대학원 생활을 마무리하며 지난 시간들을 돌이켜보니 많은 아쉬움과 후회가 남습니다. 학업적 성취에 있어서의 아쉬움만이 아닌, 고마운 많은 분들께 감사의 마음을 제대로 전하지 못했기에 더욱 그러한 것 같습니다. 제가 이렇게 성장하기까지 오랜 시간이 걸렸지만 그 세월 속에서 직·간접적으로 힘이 되고 방향을 잡아주셨던 많은 분들께 감사의 말씀을 전하고자 합니다.

먼저 부족한 점이 많은 제 논문에 많은 관심을 기울여주시고 애정 어린 조언을 아끼지 않으셨던 저의 지도교수님인 강민수 교수님께 감사드리고 싶습니다. 또한 항상 바쁘신 와중에도 시간을 내어주시고 항상 웃는 모습으로 논문심사와 지도편달에 심혈을 기울여 주신 정동기 교수님과 류연철 교수님께도 깊은 감사드립니다. 그리고 열정 그 자체로 대학원 과정을 이끌어 주셨던 양영훈 교수님, 오성중 교수님, 이왕식 교수님에게도 진심으로 감사드립니다.

언제나 학과를 위해 고생하시고 학과생활에 큰 도움을 주신 한경은 조교와 임도훈 조교에게도 이 자리를 빌어 감사하다는 말을 전하고 싶습니다.

동물 발생공학 실험실에 영원한 팀장 권태준 팀장님, 박석재 수의사님, 재호형 항상 따뜻한 격려와 충고를 해주셔서 진심으로 감사드립니다.

그리고 대학원 생활 내내 항상 곁에서 힘이 되어준 경보형, 동근이형, 대수, 정현, 영화, 익동, 미정, 연주에게도 감사드립니다.

마지막으로 항상 사랑으로 키워주시고 부족한 자식을 믿어주신 부모님께 감사의 말씀을 드립니다.

언제나 제 편이 되어 힘을 주시고 바르게 생각하고 행동할 수 있도록 가르쳐주신 부모님께 누가 되지 않는 아들이 되기 위해 더욱 성장하도록 노력하겠습니다.

길의 끝은 언제나 또 다른 길에 시작을 의미합니다. 대학원을 마치고 어떠한 길이 제 앞에 나타나더라도 저에게 힘을 주는 분들이 있기에 이제는 그 길을 헤쳐나갈 수 있는 용기가 생겼습니다. 대학원에서 보고 배우고 느낀 것들을 디딤돌

삼아 앞으로 더욱더 정진하고, 노력하는 모습으로 인생을 살아가도록 하겠습니다. 모두 감사합니다.

2013년 8월

박 준 형