반복측정 자료분석

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

목 차

**1. 반복요인이 하나인 경우**

1. **데이터 내용**
2. **분석 내용**
3. **분석 목적**
4. **분석 방법**

**a. 가정**

**b. 모형**

**c. 가설**

1. **결론**
2. **코드**
3. **SAS**
4. **R**

1. 반복요인이 하나인 경우

가) 데이터 내용

글루코스-인슐린 저항성 테스트에 관한 결과이다. 10일이 지난 후의 반응값을 0~120분 그리고 CD(control diet), HF(high-fat) )처리의 반복측정한 결과이다.

Day 10

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 0 min | 15 min | 30 min | 60 min | 120 min |
| CD | 149 | 141 | 122 | 117 | 120 |
| 160 | 153 | 131 | 118 | 118 |
| 148 | 119 | 101 | 113 | 101 |
| 151 | 155 | 111 | 110 | 142 |
| 174 | 164 | 147 | 131 | 126 |
|  |  |  |  |  |  |
| HF | 189 | 240 | 220 | 203 | 193 |
| 198 | 205 | 210 | 239 | 151 |
| 186 | 213 | 196 | 237 | 200 |
| 182 | 203 | 200 | 212 | 196 |
| 218 | 209 | 202 | 202 | 196 |
|  |  |  |  |  |  |

<출처> Escalante-Covarrubias, Q., Mendoza-Viveros, L., González-Suárez, M. *et al.* Time-of-day defines NAD+ efficacy to treat diet-induced metabolic disease by synchronizing the hepatic clock in mice. *Nat Commun* **14**, 1685 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41467-023-37286-2>

나) 분석 내용

ㄱ. 분석 목적

-diet 간에 저항성 시험 결과값의 평균 프로파일이 유의한 차이가 있는가?

-측정 시간에 따라 결과값에 차이가 있는가?

-diet와 측정 시간 간에 교호작용이 있는가?

ㄴ. 분석 방법

a. 모델

yijk = mu + ai + bij + rk + oik + eijk

i=1,2, j = 1,2,3,4,5, k = 1,2,3,4,5

mu : 반응측정값 yijk의 전체평균을 나타내는 모수

ai : i 번째 diet의 효과

bij : i 번째 diet 내에서의 개체 j의 효과

rk : 시간 k의 효과

oik : diet i와 k번째 시간의 교호작용

eijk ~ N(0,sigmaj2)

b. 가설

-H01 : a1 = a2 = 0 (diet간의 반응측정값의 차이가 없다.)

-H02 : r1=r2=…=r5 = 0 (시간 간의 반응측정값의 차이가 없다.)

-H03 : o11 = o12 = … = o25 = 0 (diet와 시간 간의 교호작용이 존재하지 않는다.)

c. 검정 통계량

SST = SSI + SSJ + SSK + SSI\*K + SSE

-구형성을 만족할 때 일변량 분석 분산분석표

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 요인 | 자유도 | 제곱합 | 평균 제곱합 | F |
| Diet | I-1  =1 | SSI =  K\*sum(i=1toI){ni(yi..(bar) – y…(bar))2} = | SSI/(I-1)  = | F1 |
| 개체(Diet) | N – I = 8 | SSJ  =K\*sum(i=1toI)\*sum(j=1to ni)(yij.(bar) – yi..(bar))2)  = | SSJ/(N-I)  = |  |
| 시간 | K-1 = 4 | SSK  = N\*sum(k=1toK)(y..k(bar) – y…(bar))2 = | SSK/(K-1)  = | F2 |
| Diet\*시간 | (I-1)(K-1)  = 4 | SSI\*K  =sum(k=1toK)sum(i=1toI){ni (yi.k(bar) – yi..(bar) – y..k(bar) + y…(bar))2} = | SSI\*K/(I-1)(K-1)  = | F3 |
| 오차 | (N-I)(K-1)  =32 | SSE  = sum(k=1toK)sum(i=1toI)  sum(j=1to ni){yijk-yij.(bar)-  yi.k(bar) + yi..(bar)}2 = | SSE/(N-I)(K-1) |  |
| Total | NK-1 | SST = sum(k=1toK)sum(i=1toI)  sum(j=1to ni)(yijk – y…(bar))2 |  |  |

N = sum(i=1toI)(ni) = 5 + 5 = 10

-Diet간 차이의 검정인 귀무가설 H01을 검정하기 위한 F검정

F1 = (SSI/(I-1)) / (SSJ/(N-I))

= ~ F(I-1,N-I) = F(1,8)

-시간 차이의 검정인 귀무가설 H02을 검정하기 위한 F검정

F2 = (SSK/(K-1)) / (SSE/(N-I)(K-1))

= ~ F(K-1,(N-I)(K-1)) = F(4,32)

-Diet와 시간의 교호작용이 없다는 H03을 검정하기 위한 F검정

F3 = (SSI\*K/(I-1)(K-1)) / (SSE/(N-I)(K-1))

=~ F((I-1)(K-1), (N-I)(K-1)) = F(4,32)

다) 결과

ㄱ. 다변량 분석 결과1

| **Partial Correlation Coefficients from the Error SSCP Matrix / Prob > |r|** | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **DF = 8** | **m0** | **m15** | **m30** | **m60** | **m120** |
| **m0** | |  | | --- | | 1.000000 | |  | | |  | | --- | | 0.246723 | | 0.5222 | | |  | | --- | | 0.488572 | | 0.1820 | | |  | | --- | | 0.010198 | | 0.9792 | | |  | | --- | | -0.017284 | | 0.9648 | |
| **m15** | |  | | --- | | 0.246723 | | 0.5222 | | |  | | --- | | 1.000000 | |  | | |  | | --- | | 0.754446 | | 0.0188 | | |  | | --- | | -0.082366 | | 0.8332 | | |  | | --- | | 0.489000 | | 0.1816 | |
| **m30** | |  | | --- | | 0.488572 | | 0.1820 | | |  | | --- | | 0.754446 | | 0.0188 | | |  | | --- | | 1.000000 | |  | | |  | | --- | | 0.189399 | | 0.6255 | | |  | | --- | | 0.003245 | | 0.9934 | |
| **m60** | |  | | --- | | 0.010198 | | 0.9792 | | |  | | --- | | -0.082366 | | 0.8332 | | |  | | --- | | 0.189399 | | 0.6255 | | |  | | --- | | 1.000000 | |  | | |  | | --- | | -0.399606 | | 0.2866 | |
| **m120** | |  | | --- | | -0.017284 | | 0.9648 | | |  | | --- | | 0.489000 | | 0.1816 | | |  | | --- | | 0.003245 | | 0.9934 | | |  | | --- | | -0.399606 | | 0.2866 | | |  | | --- | | 1.000000 | |  | |

반복요인인 시간의 오차항에 대한 구형성 검정

| **Sphericity Tests** | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Variables** | **DF** | **Mauchly's Criterion** | **Chi-Square** | **Pr > ChiSq** |
| **Transformed Variates** | 9 | 0.0179188 | 25.807226 | 0.0022 |
| **Orthogonal Components** | 9 | 0.1737386 | 11.23047 | 0.2602 |

-from partial correlation coefficient matrix

Partial correlation(0min,15min)=0.5222

Partial correlation(0min,30min)=0.1820

Partial correlation(0min,60min)=0.9792

Partial correlation(0min,120min)=0.9648

Partial correlation(15min,30min)=0.0188

….

시간에 따라서 부분상관계수가 다르기 때문에 시간에 대한 오차항의

공분산 행렬이 구형성 조건을 만족하지 않는다.

-오차항의 공분산 행렬에 대한 구형성 검정(Sphericity Tests):

1. Mauchly’s Criterion 라는 카이제곱 검정에 기초한다. P-value가 모두 0.05보다

작으므로 구형성 가정을 만족하지 않는다.

2. Transformed Variates는 대비행렬의 형태에 따라 달라진다.

여기서는 contrast(5) option으로 인해 마지막 시간(m120)을 기준으로 하는

대비에 대한 오차항의 공분산 행렬에 대한 구형성 검정을 시행한다.

3. 만약 대비를 PROFILE로 입력하면 Transformed variates는 연속적인 두 시간의

대비에 대한 구형성 검정결과를 제시한다.

4. 반복 요인인 시간의 오차항에 대한 구형성 가정을 만족하지 않으므로 일변량

분석 대신 다변량 분석을 해야 한다.

ㄴ. 인슐린 저항성의 반복측정자료에 대한 다변량 분석 2

| **MANOVA Test Criteria and Exact F Statistics for the Hypothesis of no time Effect H = Type III SSCP Matrix for time E = Error SSCP Matrix  S=1 M=1 N=1.5** | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Statistic** | **Value** | **F Value** | **Num DF** | **Den DF** | **Pr > F** |
| **Wilks' Lambda** | 0.05969254 | 19.69 | 4 | 5 | 0.0029 |
| **Pillai's Trace** | 0.94030746 | 19.69 | 4 | 5 | 0.0029 |
| **Hotelling-Lawley Trace** | 15.75251292 | 19.69 | 4 | 5 | 0.0029 |
| **Roy's Greatest Root** | 15.75251292 | 19.69 | 4 | 5 | 0.0029 |

| **MANOVA Test Criteria and Exact F Statistics for the Hypothesis of no time\*diet Effect H = Type III SSCP Matrix for time\*diet E = Error SSCP Matrix  S=1 M=1 N=1.5** | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Statistic** | **Value** | **F Value** | **Num DF** | **Den DF** | **Pr > F** |
| **Wilks' Lambda** | 0.12900009 | 8.44 | 4 | 5 | 0.0190 |
| **Pillai's Trace** | 0.87099991 | 8.44 | 4 | 5 | 0.0190 |
| **Hotelling-Lawley Trace** | 6.75193280 | 8.44 | 4 | 5 | 0.0190 |
| **Roy's Greatest Root** | 6.75193280 | 8.44 | 4 | 5 | 0.0190 |

The GLM Procedure

Repeated Measures Analysis of Variance

Tests of Hypotheses for Between Subjects Effects

| **Source** | **DF** | **Type III SS** | **Mean Square** | **F Value** | **Pr > F** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **diet** | 1 | 63296.82000 | 63296.82000 | 167.47 | <.0001 |
| **Error** | 8 | 3023.76000 | 377.97000 |  |  |

The GLM Procedure

Repeated Measures Analysis of Variance

Univariate Tests of Hypotheses for Within Subject Effects

| **Source** | **DF** | **Type III SS** | **Mean Square** | **F Value** | **Pr > F** | **Adj Pr > F** | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **G - G** | **H-F-L** |
| **time** | 4 | 4055.080000 | 1013.770000 | 5.30 | 0.0022 | 0.0087 | 0.0022 |
| **time\*diet** | 4 | 5374.680000 | 1343.670000 | 7.03 | 0.0004 | 0.0025 | 0.0004 |
| **Error(time)** | 32 | 6119.840000 | 191.245000 |  |  |  |  |

-다변량 분석 결과에서 각 Diet와 반복요인에 대해서 Wilk’s Lamda, Pillai’s Trace,

Hotelling-Lawley Trace, Roy’s Greatest Root의 4가지 검정통계량을 이용해 검정한다.

-H02 : r1 = r2 = … = r5 = 0 (측정시간에 따른 결과값에 차이가 없다.)

4가지 통계량에서 F-value = 19.69, P-value = 0.0029.

따라서 측정 시간에 따라 결과값에 유의한 차이가 있다.

-H0 : a11 = a12 = … = a25 = 0 (시간과 Diet의 교호작용의 효과가 없다.)

4가지 통계량에서 F-value = 8.44, P-value = 0.019

따라서 측정 시간에 따라 Diet에 대한 저항값에 유의한 차이가 있다.

-H01 : a1 = a2 (Diet에 따라 저항값의 차이가 없다.)

F-value = 167.47, P-value <.0001.

따라서 Diet에 따라 결과값의 차이가 없다는 귀무가설을 기각한다.

-Diet는 반복 요인이 아니기 때문에 일변량 분석의 결과와 동일하다.

ㄷ. 일변량 분석 결과

구형성을 만족하지 않을 경우, 이를 보정한 후 일변량 분석을 사용할 수 있다.

-반복측정 분산과 공분산의 함수인 Greenhouse-Geisser Epsilon e 보정항 계산 후

분산 분석에서 수정된 자유도 = 자유도 \* e 사용

-수정된 자유도가 1근처의 값을 가지면 구형성을 만족한다고 할 수 있다.

-그러나 구형성 검정이 매우 유의한 경우는 다변량 분석 결과를 사용하는 것이 좋다.

The GLM Procedure

Repeated Measures Analysis of Variance

Tests of Hypotheses for Between Subjects Effects

| **Source** | **DF** | **Type III SS** | **Mean Square** | **F Value** | **Pr > F** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **diet** | 1 | 63296.82000 | 63296.82000 | 167.47 | <.0001 |
| **Error** | 8 | 3023.76000 | 377.97000 |  |  |

The GLM Procedure

Repeated Measures Analysis of Variance

Univariate Tests of Hypotheses for Within Subject Effects

| **Source** | **DF** | **Type III SS** | **Mean Square** | **F Value** | **Pr > F** | **Adj Pr > F** | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **G - G** | **H-F-L** |
| **time** | 4 | 4055.080000 | 1013.770000 | 5.30 | 0.0022 | 0.0087 | 0.0022 |
| **time\*diet** | 4 | 5374.680000 | 1343.670000 | 7.03 | 0.0004 | 0.0025 | 0.0004 |
| **Error(time)** | 32 | 6119.840000 | 191.245000 |  |  |  |  |

|  |  |
| --- | --- |
| **Greenhouse-Geisser Epsilon** | 0.6622 |
| **Huynh-Feldt-Lecoutre Epsilon** | 1.0204 |

-H01 : a1 = a2 (Diet에 따라 결과값의 차이가 없다.)

F-value = 167.47 P-value <.0001

따라서 Diet에 따라 저항성의 차이가 없다는 귀무가설을 기각할 수 있다.

-H0 : 시간에 대한 효과가 없다.

F-value = 5.3, P-value = 0.0022

유의수준 5% 하에서 귀무가설을 기각한다.

따라서 측정하는 시간에 따라서 저항성에 차이가 난다.

-H0: 시간과 Diet의 교호작용이 없다.

F-value = 7.03 P-value = 0.0004

유의수준 5% 하에서 귀무가설을 기각한다.

따라서 측정 시간에 따라 Diet에 대한 저항성에 유의한 차이가 있다.

-Greenhouse – Geisser Epsilon과 Hunh-Feldt Epsilon 방법을 통해 자유도를 수정하며,

수정된 자유도를 이용할 경우:

H0: 측정 시간에 따라 저항성의 차이가 없다.

Adjusted P-value < 0.05; H0 is rejected.

H0 : 측정 시간에 따라 Diet에 대한 저항성에 차이가 없다.

Adjusted P-value = 0.0025 or 0.0004 ; H0 is rejected.

ㄹ. Contrast(5) statement 사용시 출력결과:

The GLM Procedure

Repeated Measures Analysis of Variance

Analysis of Variance of Contrast Variables

time\_N represents the contrast between the nth level of time and the 5th

|  |
| --- |
| **Contrast Variable: time\_1** |

| **Source** | **DF** | **Type III SS** | **Mean Square** | **F Value** | **Pr > F** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Mean** | 1 | 4494.400000 | 4494.400000 | 9.22 | 0.0162 |
| **diet** | 1 | 1904.400000 | 1904.400000 | 3.91 | 0.0835 |
| **Error** | 8 | 3901.200000 | 487.650000 |  |  |

|  |
| --- |
| **Contrast Variable: time\_2** |

| **Source** | **DF** | **Type III SS** | **Mean Square** | **F Value** | **Pr > F** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Mean** | 1 | 6656.400000 | 6656.400000 | 22.38 | 0.0015 |
| **diet** | 1 | 10.000000 | 10.000000 | 0.03 | 0.8591 |
| **Error** | 8 | 2379.600000 | 297.450000 |  |  |

|  |
| --- |
| **Contrast Variable: time\_3** |

| **Source** | **DF** | **Type III SS** | **Mean Square** | **F Value** | **Pr > F** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Mean** | 1 | 940.900000 | 940.900000 | 1.81 | 0.2152 |
| **diet** | 1 | 756.900000 | 756.900000 | 1.46 | 0.2618 |
| **Error** | 8 | 4155.200000 | 519.400000 |  |  |

|  |
| --- |
| **Contrast Variable: time\_4** |

| **Source** | **DF** | **Type III SS** | **Mean Square** | **F Value** | **Pr > F** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Mean** | 1 | 1932.100000 | 1932.100000 | 2.71 | 0.1386 |
| **diet** | 1 | 3062.500000 | 3062.500000 | 4.29 | 0.0721 |
| **Error** | 8 | 5712.400000 | 714.050000 |  |  |

-Constant Variable: time\_1 은 0min, 즉 초기(baseline) 결과값과 15min

120min 후 저항성 값 대비 0min의 결과값의 Diet에 대한 차이 검정.

두 시간 대의 Diet의 해당 P-value < 0.05 이므로 유의수준 0.05에서 Diet간의 차이는 유의하지 않다.

-Constant Vairable : time\_3 and time\_4 : 30min and 60min

120min 대비 두 시간 대의 Diet에 대한 차이 검정.

Both P-value > 0.05 thus, difference between Diet is significant at significant level = 0.05.

-따라서 시간이 어느 정도 지나야 Diet간의 차이가 유의미해진다.

라) 코드

-SAS

|  |
| --- |
| **data** insuline;  input m0 m15 m30 m60 m120 diet $ @@;  cards;  149 141 122 117 120 CD  160 152 131 118 118 CD  148 119 101 113 101 CD  151 155 111 110 142 CD  174 164 147 131 126 CD  189 240 220 203 193 HF  198 205 210 239 151 HF  186 213 196 237 200 HF  182 203 200 212 196 HF  218 209 202 202 196 HF  ;  **proc** **glm** data = insuline;  class diet;  model m0 m15 m30 m60 m120 = diet / nouni ss3;  repeated time **5**(**0** **15** **30** **60** **120**) contrast(**5**) / summary printe;  **run**;  /\*반응값에 대한 치료군간 비교\*/  **data** diff;  set insuline\_resistance;  diff150 = m15 - m0;  diff300 = m30 - m0;  diff600 = m60 - m0;  diff1200 = m120 - m0;  diff3015 = m30 - m15;  diff6015 = m60 - m15;  diff12015 = m120 - m15;  diff6030 = m60 - m30;  diff12030 = m120 - m30;  diff12060 = m120 - m60;  **run**;  **proc** **ttest**;  class diet;  var diff150 diff300 diff600 diff1200 diff3015 diff6015 diff12015 diff6030 diff12030 diff12060;  **run**; |

Input

Output

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

The GLM Procedure

| **Class Level Information** | | |
| --- | --- | --- |
| **Class** | **Levels** | **Values** |
| **diet** | 2 | CD HF |

|  |  |
| --- | --- |
| **Number of Observations Read** | 10 |
| **Number of Observations Used** | 10 |

The GLM Procedure

Repeated Measures Analysis of Variance

| **Repeated Measures Level Information** | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Dependent Variable** | **m0** | **m15** | **m30** | **m60** | **m120** |
| **Level of time** | 0 | 15 | 30 | 60 | 120 |

| **Partial Correlation Coefficients from the Error SSCP Matrix / Prob > |r|** | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **DF = 8** | **m0** | **m15** | **m30** | **m60** | **m120** |
| **m0** | |  | | --- | | 1.000000 | |  | | |  | | --- | | 0.246723 | | 0.5222 | | |  | | --- | | 0.488572 | | 0.1820 | | |  | | --- | | 0.010198 | | 0.9792 | | |  | | --- | | -0.017284 | | 0.9648 | |
| **m15** | |  | | --- | | 0.246723 | | 0.5222 | | |  | | --- | | 1.000000 | |  | | |  | | --- | | 0.754446 | | 0.0188 | | |  | | --- | | -0.082366 | | 0.8332 | | |  | | --- | | 0.489000 | | 0.1816 | |
| **m30** | |  | | --- | | 0.488572 | | 0.1820 | | |  | | --- | | 0.754446 | | 0.0188 | | |  | | --- | | 1.000000 | |  | | |  | | --- | | 0.189399 | | 0.6255 | | |  | | --- | | 0.003245 | | 0.9934 | |
| **m60** | |  | | --- | | 0.010198 | | 0.9792 | | |  | | --- | | -0.082366 | | 0.8332 | | |  | | --- | | 0.189399 | | 0.6255 | | |  | | --- | | 1.000000 | |  | | |  | | --- | | -0.399606 | | 0.2866 | |
| **m120** | |  | | --- | | -0.017284 | | 0.9648 | | |  | | --- | | 0.489000 | | 0.1816 | | |  | | --- | | 0.003245 | | 0.9934 | | |  | | --- | | -0.399606 | | 0.2866 | | |  | | --- | | 1.000000 | |  | |

| **E = Error SSCP Matrix time\_N represents the contrast between the nth level of time and the 5th** | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **time\_1** | **time\_2** | **time\_3** | **time\_4** |
| **time\_1** | 3901.2 | 1848.4 | 3274.2 | 3383.2 |
| **time\_2** | 1848.4 | 2379.6 | 2798.4 | 2058.8 |
| **time\_3** | 3274.2 | 2798.4 | 4155.2 | 3634.2 |
| **time\_4** | 3383.2 | 2058.8 | 3634.2 | 5712.4 |

| **Partial Correlation Coefficients from the Error SSCP Matrix of the Variables Defined by the Specified Transformation / Prob > |r|** | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **DF = 8** | **time\_1** | **time\_2** | **time\_3** | **time\_4** |
| **time\_1** | |  | | --- | | 1.000000 | |  | | |  | | --- | | 0.606659 | | 0.0832 | | |  | | --- | | 0.813224 | | 0.0077 | | |  | | --- | | 0.716670 | | 0.0298 | |
| **time\_2** | |  | | --- | | 0.606659 | | 0.0832 | | |  | | --- | | 1.000000 | |  | | |  | | --- | | 0.889942 | | 0.0013 | | |  | | --- | | 0.558410 | | 0.1181 | |
| **time\_3** | |  | | --- | | 0.813224 | | 0.0077 | | |  | | --- | | 0.889942 | | 0.0013 | | |  | | --- | | 1.000000 | |  | | |  | | --- | | 0.745939 | | 0.0210 | |
| **time\_4** | |  | | --- | | 0.716670 | | 0.0298 | | |  | | --- | | 0.558410 | | 0.1181 | | |  | | --- | | 0.745939 | | 0.0210 | | |  | | --- | | 1.000000 | |  | |

| **Sphericity Tests** | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Variables** | **DF** | **Mauchly's Criterion** | **Chi-Square** | **Pr > ChiSq** |
| **Transformed Variates** | 9 | 0.0179188 | 25.807226 | 0.0022 |
| **Orthogonal Components** | 9 | 0.1737386 | 11.23047 | 0.2602 |

| **MANOVA Test Criteria and Exact F Statistics for the Hypothesis of no time Effect H = Type III SSCP Matrix for time E = Error SSCP Matrix  S=1 M=1 N=1.5** | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Statistic** | **Value** | **F Value** | **Num DF** | **Den DF** | **Pr > F** |
| **Wilks' Lambda** | 0.05969254 | 19.69 | 4 | 5 | 0.0029 |
| **Pillai's Trace** | 0.94030746 | 19.69 | 4 | 5 | 0.0029 |
| **Hotelling-Lawley Trace** | 15.75251292 | 19.69 | 4 | 5 | 0.0029 |
| **Roy's Greatest Root** | 15.75251292 | 19.69 | 4 | 5 | 0.0029 |

| **MANOVA Test Criteria and Exact F Statistics for the Hypothesis of no time\*diet Effect H = Type III SSCP Matrix for time\*diet E = Error SSCP Matrix  S=1 M=1 N=1.5** | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Statistic** | **Value** | **F Value** | **Num DF** | **Den DF** | **Pr > F** |
| **Wilks' Lambda** | 0.12900009 | 8.44 | 4 | 5 | 0.0190 |
| **Pillai's Trace** | 0.87099991 | 8.44 | 4 | 5 | 0.0190 |
| **Hotelling-Lawley Trace** | 6.75193280 | 8.44 | 4 | 5 | 0.0190 |
| **Roy's Greatest Root** | 6.75193280 | 8.44 | 4 | 5 | 0.0190 |

The GLM Procedure

Repeated Measures Analysis of Variance

Tests of Hypotheses for Between Subjects Effects

| **Source** | **DF** | **Type III SS** | **Mean Square** | **F Value** | **Pr > F** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **diet** | 1 | 63296.82000 | 63296.82000 | 167.47 | <.0001 |
| **Error** | 8 | 3023.76000 | 377.97000 |  |  |

The GLM Procedure

Repeated Measures Analysis of Variance

Univariate Tests of Hypotheses for Within Subject Effects

| **Source** | **DF** | **Type III SS** | **Mean Square** | **F Value** | **Pr > F** | **Adj Pr > F** | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **G - G** | **H-F-L** |
| **time** | 4 | 4055.080000 | 1013.770000 | 5.30 | 0.0022 | 0.0087 | 0.0022 |
| **time\*diet** | 4 | 5374.680000 | 1343.670000 | 7.03 | 0.0004 | 0.0025 | 0.0004 |
| **Error(time)** | 32 | 6119.840000 | 191.245000 |  |  |  |  |

|  |  |
| --- | --- |
| **Greenhouse-Geisser Epsilon** | 0.6622 |
| **Huynh-Feldt-Lecoutre Epsilon** | 1.0204 |

The GLM Procedure

Repeated Measures Analysis of Variance

Analysis of Variance of Contrast Variables

time\_N represents the contrast between the nth level of time and the 5th

|  |
| --- |
| **Contrast Variable: time\_1** |

| **Source** | **DF** | **Type III SS** | **Mean Square** | **F Value** | **Pr > F** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Mean** | 1 | 4494.400000 | 4494.400000 | 9.22 | 0.0162 |
| **diet** | 1 | 1904.400000 | 1904.400000 | 3.91 | 0.0835 |
| **Error** | 8 | 3901.200000 | 487.650000 |  |  |

|  |
| --- |
| **Contrast Variable: time\_2** |

| **Source** | **DF** | **Type III SS** | **Mean Square** | **F Value** | **Pr > F** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Mean** | 1 | 6656.400000 | 6656.400000 | 22.38 | 0.0015 |
| **diet** | 1 | 10.000000 | 10.000000 | 0.03 | 0.8591 |
| **Error** | 8 | 2379.600000 | 297.450000 |  |  |

|  |
| --- |
| **Contrast Variable: time\_3** |

| **Source** | **DF** | **Type III SS** | **Mean Square** | **F Value** | **Pr > F** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Mean** | 1 | 940.900000 | 940.900000 | 1.81 | 0.2152 |
| **diet** | 1 | 756.900000 | 756.900000 | 1.46 | 0.2618 |
| **Error** | 8 | 4155.200000 | 519.400000 |  |  |

|  |
| --- |
| **Contrast Variable: time\_4** |

| **Source** | **DF** | **Type III SS** | **Mean Square** | **F Value** | **Pr > F** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Mean** | 1 | 1932.100000 | 1932.100000 | 2.71 | 0.1386 |
| **diet** | 1 | 3062.500000 | 3062.500000 | 4.29 | 0.0721 |
| **Error** | 8 | 5712.400000 | 714.050000 |  |  |

-R

Input

diet\_CD <- matrix(c(149,141,122,117,120,160,153,131,118,118,148,119,101,113,101,151,155,111,110,142,174,164,147,

131,126),ncol=5, byrow=T)

diet\_HF <- matrix(c(189,240, 220, 203, 193,

198, 205, 210, 239, 151,

186, 213, 196, 237, 200,

182, 203, 200, 212, 196,

218, 209, 202, 202, 196

),ncol=5, byrow = T)

colnames(diet\_CD) <- c("0min","15min","30min","60min","120min")

colnames(diet\_HF) <- c("0min","15min","30min","60min","120min")

xc <- apply(diet\_CD[,-1],2,mean)

xh <- apply(diet\_HF[,-1],2,mean)

plot(xc,type = 'l',ylim=c(100,250),xlab="min",ylab="mean",axes=FALSE,

sub=c("인슐린 저항성의 시간에 따른 결과값변화 그래프"))

axis(1,at = seq(1,5,by=1))

axis(2, at = seq(100, 250, by=20))

box()

lines(xh, lty=2)

legend(2.5,110,c("diet\_CD","diet\_HF"),lty = 1:2, bty = "n", cex=0.9)

Output

