

*Kyun-Seop Bae, Sungpil Han*

---

# ***R Programming - Lecture Notes***



---

## Contents

---

<b>List of Tables</b>	<b>v</b>
<b>List of Figures</b>	<b>vii</b>
<b>Preface</b>	<b>ix</b>
<b>1 Graphics</b>	<b>1</b>
1.1 Introduction . . . . .	1
1.2 상위수준 그림 함수 . . . . .	1
1.2.1 상위수준 그림 함수의 주요 인자 (arguments) . . . . .	1
1.2.2 scatter plot . . . . .	2
1.2.3 Histogram . . . . .	5
1.2.4 Box-Whisker Plot . . . . .	9
1.2.5 Bar Plot . . . . .	11
1.2.6 pie chart . . . . .	15
1.2.7 matplotlib 함수 . . . . .	16
1.2.8 Scatter plot matrices (pairs plots) . . . . .	17
1.3 하위수준 그림 함수 . . . . .	19
1.3.1 점, 선, 설명 추가 하기 {add} . . . . .	19
1.3.2 polygon 함수 . . . . .	21
1.4 그림 출력하기 . . . . .	22
1.4.1 pdf graphics devices . . . . .	22
1.4.2 PNG graphics devices . . . . .	23
<b>2 Data Import / Export</b>	<b>25</b>
2.1 Read.csv . . . . .	25
2.2 Theoph 데이터 . . . . .	25
2.3 lattice . . . . .	29
2.4 Subsetting and write.csv . . . . .	32
<b>3 Frequently Used Functions</b>	<b>41</b>
3.1 The basics . . . . .	41
3.2 Common data structures . . . . .	51

3.3	Statistics . . . . .	51
3.4	Working with R . . . . .	51
3.5	I/O . . . . .	51
<b>Appendix</b>		<b>55</b>
<b>A As-is R Files</b>		<b>55</b>
A.1	Lecture 3 . . . . .	55
A.2	Lecture 4 . . . . .	62
<b>B Using Coursera</b>		<b>65</b>
<b>C R Tips</b>		<b>67</b>
<b>D Acknowledgement</b>		<b>69</b>
<b>Bibliography</b>		<b>71</b>
<b>Index</b>		<b>73</b>

---

## *List of Tables*

---

3.1	The basics - The first functions to learn . . . . .	41
3.2	The basics - Important operators and assignment . . . . .	41
3.3	The basics - Comparison . . . . .	42
3.4	The basics - Basic math . . . . .	42
3.5	The basics - Functions to do with functions . . . . .	43
3.6	The basics - Logical - sets . . . . .	43
3.7	The basics - Vectors and matrices . . . . .	44
3.8	The basics - Making vectors . . . . .	44
3.9	The basics - Lists - data.frames . . . . .	45
3.10	The basics - Control flow . . . . .	45
3.12	Common data structures - Date time . . . . .	46
3.11	The basics - Apply - friends . . . . .	46
3.13	Common data structures - Character manipulation . . . . .	47
3.14	Common data structures - Factors . . . . .	47
3.15	Common data structures - Array manipulation . . . . .	47
3.16	Statistics - Ordering and tabulating . . . . .	48
3.17	Statistics - Linear models . . . . .	48
3.18	Statistics - Miscellaneous tests . . . . .	48
3.19	Statistics - Random variables . . . . .	49
3.20	Statistics - Matrix algebra . . . . .	49
3.21	Working with R - Workspace . . . . .	49
3.22	Working with R - Help . . . . .	50
3.23	Working with R - Debugging . . . . .	50
3.24	I/O - Output . . . . .	51
3.25	I/O - Reading and writing data . . . . .	52
3.26	I/O - Files and directories . . . . .	53



---

## *List of Figures*

---

1	Creative Commons License . . . . .	x
---	------------------------------------	---





---

## Preface

---

안녕하십니까?

2017년 1학기 울산대학교 의학과 대학원 수업 R Programming 과목 담당교수 배균섭입니다.

R은 <http://cran.r-project.org> 에서 다운로드받아 설치할 수 있습니다. 역시 같은 사이트에서 Manual이 나와 있으니 참고하시기 바랍니다. 구글에서 'R Programming pdf'와 같은 키워드로 검색하시면 많은 자료를 보실 수 있습니다.

첨부한 R.stx<sup>1</sup> 파일은 AcroEdit이라는 editor에서 사용할 syntax highlighting용 구문 파일입니다. <http://www.acrosoft.pe.kr> 에서 다운로드 받아 설치하시기 바랍니다. AcroEdit대신 notepad++를 선호하시는 분은 그대로 사용하셔도 됩니다.

저는 RStudio, tinnR 등을 이용해서 강의하지 않습니다만, 필요하신 분은 쓰셔도 괜찮습니다. 향후 R package 작성을 위해서는 MiKTeX와 Rtools를 설치하십시오.

추가로 말씀드리자면, <http://www.coursera.org> 에 많은 R 강좌가 개설되어 있습니다. Specialization course로 들어가면 유료이지만, (Specialization course는 여러 개의 과목이 합쳐져 있는 것입니다.) 개별 과목을 검색해서 들어가면, 무료로도 볼 수 있습니다. (대신 시험을 칠 수 없거나, certificate를 받을 수 없습니다.)

좋은 강좌가 많으니 많이 활용하시기 바랍니다.

강의 장소에 불편함이 많은 것으로 생각되어, 다음과 같이 Skype 모임을 개설하였습니다. 사정상 원거리에서 오시기 불편한 분들은 활용하시기 바랍니다. 출석은 화면을 캡처하거나 휴대폰으로 찍은 뒤 [sec@acp.kr](mailto:sec@acp.kr)<sup>2</sup>, [shan@acp.kr](mailto:shan@acp.kr)<sup>3</sup> 보내주시면 출석으로 인정해 드립니다.

Skype 모임 참가 <https://meet.lync.com/uucp-acp/ksbae/SKGJ3BNQ>

2017년 3월, 배균섭 배상

---

<sup>1</sup><https://groups.google.com/a/acp.kr/group/r/attach/409db97bf453a/R.stx?part=0.1&authuser=0>

<sup>2</sup><mailto:sec@acp.kr>

<sup>3</sup><mailto:shan@acp.kr>

The online version of this book is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License<sup>4</sup>.



**FIGURE 1:** Creative Commons License

---

## Teaching Assistant

안녕하십니까? 서울아산병원 임상약리학과 전공의 한성필입니다. 수업과 관련된 여러 제반 업무를 담당하고 있습니다. 언제든지 의문사항 있으면 [r@acr.kr](mailto:r@acr.kr)<sup>5</sup>로 전체 메일 보내시거나 교수님 [k@acr.kr](mailto:k@acr.kr)<sup>6</sup> 혹은 제 개인 메일 [shan@acp.kr](mailto:shan@acp.kr)<sup>7</sup>로 연락해 주십시오.

교수님께서 세우신 방침에 따라 수업시간에 출석을 부르지 않을 예정입니다. 수강하시는 화면 (Skype)을 휴대폰으로 사진 찍으시거나 강의실의 스크린을 사진으로 촬영하셔서 [sec@acp.kr](mailto:sec@acp.kr)<sup>8</sup> / [shan@acp.kr](mailto:shan@acp.kr)<sup>9</sup>로 동시에 보내주시면 됩니다. 가급적 “2017-03-31 한성필 출석”과 같은 식의 제목을 유지해 주시면 처리하는데 큰 도움이 될 것 같습니다.

### 출석 체크를 위해 전체메일을 사용하지 말아주십시오!

아울러 수업 중에 사용한 코드/스크립트를 사용하여 R의 패키지인 bookdown을 사용해 웹북을 제작 중에 있습니다. (Xie, 2016) 여러분이 읽고 있는 이 책 자체가 R 코드의 일종인 Rmarkdown의 결과물이라고 보시면 됩니다. Github 저장소<sup>10</sup>가 있으니 소스 코드를 보실 수 있습니다. 누구나 소스를 편집하여 Pull Request를 요청할 수 있으므로 혹시 Github를 사용하셔서 웹북의 질을 높이하고자 하시는 수강생 선생님들께서는 도움을 주십시오. 혹은 웹북의 각 페이지 아래쪽에 Disqus창을 달아놓았으므로, 궁금한 점을 메모로 남겨주셔도 좋습니다.

감사합니다.

<sup>4</sup><http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

<sup>5</sup><mailto:r@acr.kr>

<sup>6</sup><mailto:k@acr.kr>

<sup>7</sup><mailto:shan@acp.kr>

<sup>8</sup><mailto:sec@acp.kr>

<sup>9</sup><mailto:shan@acp.kr>

<sup>10</sup><https://github.com/asancpt/Rprogramming>

2017년 3월, 한성필 올림

---

## FAQ

### 접속 관련

---

Q. 스카이프를 한번도 안써봐서 이참에 사용법을 배우고있는데, 수업시작 시에 상대방을 어떻게 검색해서 들어가면 될지 알려주시면 감사하겠습니다.

---

Q. 온라인 수강시 접속하는 스카이프 주소는 무엇인지요?

---

<https://meet.lync.com/uucp-acp/ksbae/SKGJ3BNQ>

Chrome 등 웹브라우저에서 위 주소를 입력하면 직접 대화방으로 연결됩니다. (검색할 필요 없습니다.) 처음 설치시에는 Add-on이 설치될 수 있습니다. MacOS Sierra, Win7, Win10에서 Chrome, Internet Explorer 등을 사용하여 테스트해 보았고 모두 잘 동작하였습니다. 대부분의 경우 Skype For Business 계정이 없을 것으로 생각되는데 따로 로그인할 필요 없습니다.

수업 시작 30분 전부터 대화방을 개설해 놓도록 하겠습니다.

[https://groups.google.com/a/acr.kr/d/msg/r/nUkrE37W2kQ/waG-FkM\\_BgAJ](https://groups.google.com/a/acr.kr/d/msg/r/nUkrE37W2kQ/waG-FkM_BgAJ) 교수님께서 처음 보낸 메일을 참고해 주십시오.

---

Q. 앞으로 수업은 지난 첫수업처럼 계속 온라인 수강이 가능한 것인가요?

---

네, 계속 온라인으로 가능합니다.

---

Q. 저도 웹캠을 설치하여야 하여야 하나요?

---

설치할 필요 없습니다. 오히려 수강자의 웹캠의 전원을 꺼두시길 권고드립니다.

---

Q. 수강전 온라인 강의 테스트 해볼 수 있나요?

---

수업 시작 30분 전부터 대화방을 개설하여 놓도록 하겠습니다.

### 출석관련

---

Q. 미국학회 참석으로 수업시간이 귀국행 비행기 기내에 있을거같아 출석이 안될것 같습니다. 방법이 있을까요?

---

결석 사유서를 제출해 주시면 출석 처리 하겠습니다. 대학원 홈페이지 참고 바랍니다.<sup>11</sup> 이 링크로 들어가시면 가장 위에 있습니다. (결석사유서.hwp) 참고로 수업 영상은 녹화하여 Youtube에 비공개 링크를 만들 예정이라서 추후에 관련 영상을 시청할 수 있을 것 같습니다. 결석사유서를 제출한다고 100% 출석이 인정되는 것은 아닙니다. 이것이 기본적으로는 offline강의이기 때문에 강의시간에 강의실에 있든지, 또는 온라인으로 접속해 있어야 합니다. 출석사유서를 제출하거나, 추후 동영상 시청을 해서 그 증거(사진)을 제출하는 경우에 감점을 줄어드릴 수 있습니다. 예를 들어, 결석시에는 2점 감점인데, 결석사유서를 제출하면 1점만 감점한다는지, 동영상을 보면 0.5점만 감점한다는지 하는 것입니다. 결석 사유서 제출 시 출석 처리 원칙에 대한 설명을 드리오니, 참고하시길 바랍니다.

<sup>11</sup><http://www.medulsan.ac.kr/graduate/?mid=72&curpage=files>

## 과제 관련

---

Q. 과제가 있다고 들었는데 언제 assign 하게 되는지요?

---

과제는 빨라야 5주차 이후에 나옵니다.

## Coursera 관련

---

Q. 첫 수업 때, certification 관련 말씀을 하셨는데, 정확히 coursera 사이트에서 어떤 것을 듣고, 제출을 해야하는지 궁금합니다. (비슷한 내용이 많아, 어떤것을 들어야하는지 헷갈립니다.)

---

Coursera는 꼭 어느 것을 들어야 하는 것은 아니고, R programming과 관련된 것이라면 자유로이 골라서 들으면 됩니다. 대표적인 두 가지만 들자면 다음과 같습니다.

- <https://www.coursera.org/learn/r-programming>
  - <https://www.coursera.org/learn/r-programming-environment>
- 

Q. Coursera 강의를 듣고 증명서를 내면 출석을 얼마나 커버할 수 있을런지요?

---

Coursera는 출석 커버보다는 grade를 올려 주기 위한 것입니다. 출석은 Skype로 커버해야 합니다. 출석의 성적 반영비율은 25%이지만, 규정상 4회 이상 결석이면 성적이 나갈 수 없습니다.



# 1

---

## Graphics

---

---

2017-03-22 임형석 교수님 강의

---

R을 사용해 그림 그리는 방법에 대해 알아보겠습니다.

---

### 1.1 Introduction

- 상위수준 그림 함수는 그림을 생성한다.
  - 하위수준 그림 함수는 기존의 그림에 그림을 추가한다.
- 

### 1.2 상위수준 그림 함수

#### 1.2.1 상위수준 그림 함수의 주요 인자 (arguments)

- main : 제목
- xlab/ylab : x축 및 y축 레이블
- xlim/ylim : x축 및 y축 범위
- col : 색깔
- lty : 선 모양
- pch : 점 모양
- cex : 그림 성분의 크기

- lwd: 선 굵기
- type: 그림 타입

```
dta <- read.csv("PK.csv")  
head(dta)
```

```
##   ID TIME AMT    DV MDV  
## 1  1 0.00  0  0.00  0  
## 2  1 0.00  4  0.00  1  
## 3  1 0.33  0  9.40  0  
## 4  1 0.66  0 13.71  0  
## 5  1 1.00  0 16.52  0  
## 6  1 1.50  0 29.36  0
```

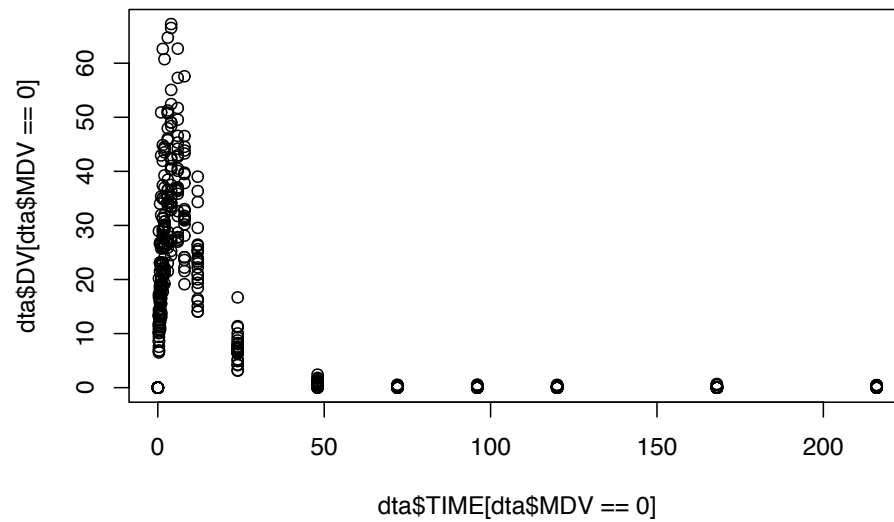
```
str(dta)
```

```
## 'data.frame':   456 obs. of  5 variables:  
##  $ ID   : num  1 1 1 1 1 1 1 1 1 ...  
##  $ TIME: num  0 0 0.33 0.66 1 1.5 2 3 4 6 ...  
##  $ AMT  : num  0 4 0 0 0 0 0 0 0 ...  
##  $ DV   : num  0 0 9.4 13.7 16.5 ...  
##  $ MDV  : num  0 1 0 0 0 0 0 0 0 ...
```

### 1.2.2 scatter plot

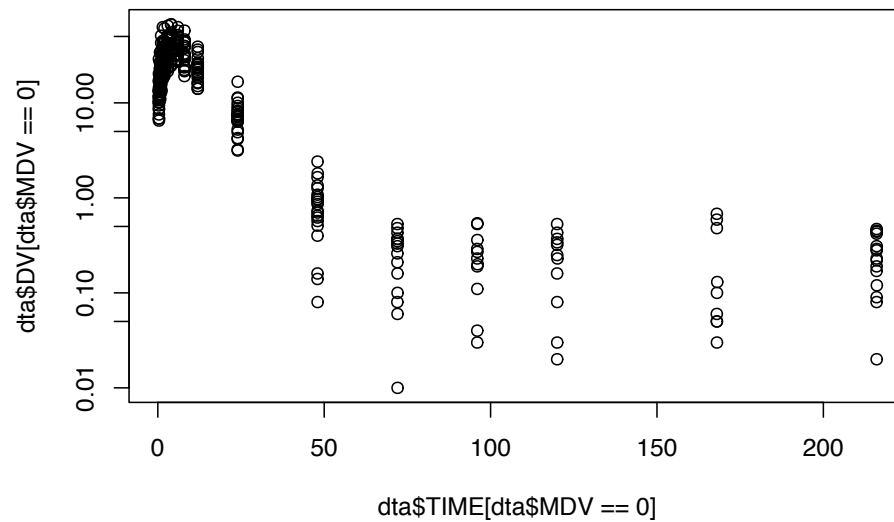
```
plot(dta$TIME[dta$MDV==0], dta$DV[dta$MDV==0])
```



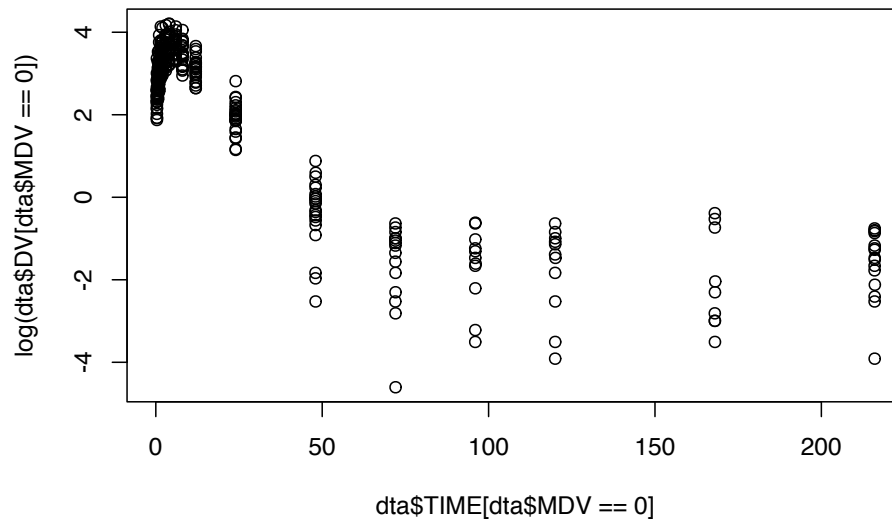


```
plot(dta$TIME[dta$MDV==0], dta$DV[dta$MDV==0], log="y")
```

```
## Warning in xy.coords(x, y, xlabel, ylabel, log): 86 y  
## values <= 0 omitted from logarithmic plot
```

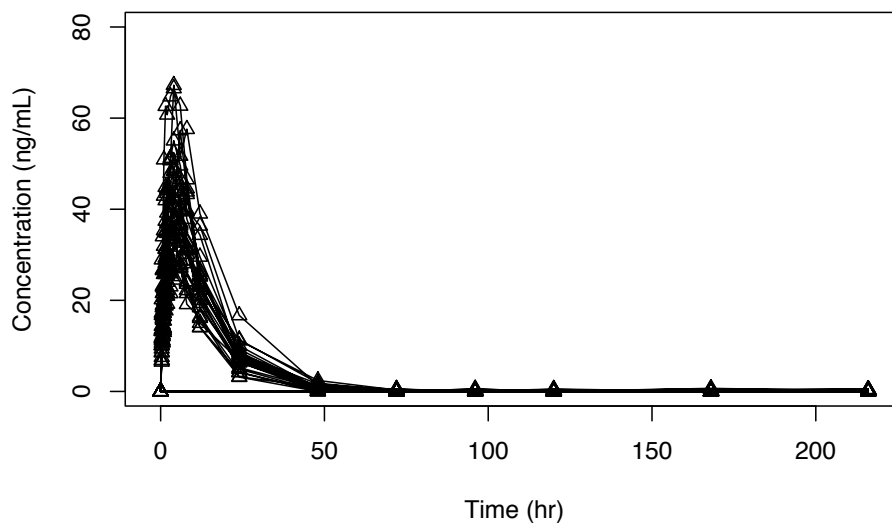


```
plot(dta$TIME[dta$MDV==0], log(dta$DV[dta$MDV==0]))
```

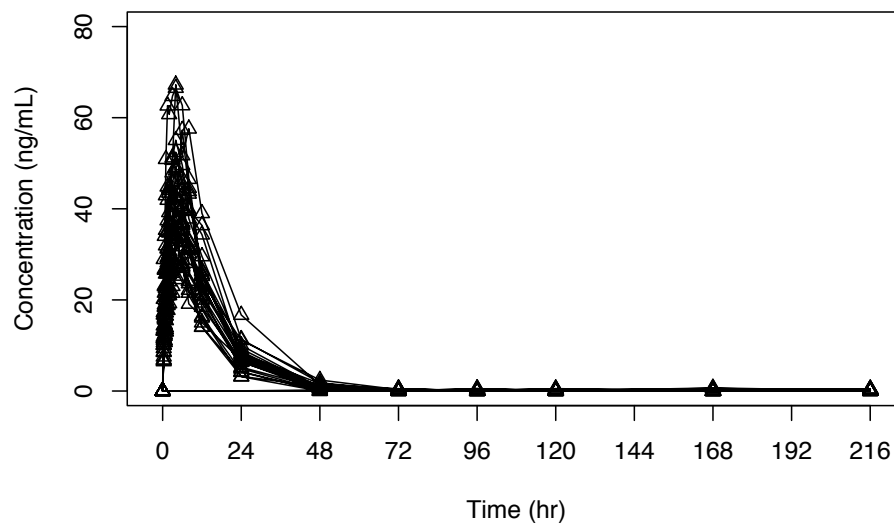


```
plot(dta$TIME[dta$MDV==0], dta$DV[dta$MDV==0],
      , xlab="Time (hr)", ylab="Concentration (ng/mL)"
      , type="o", pch=2, col=1, main="PK time-course of Drug X"
      , xlim =c(-2,218), ylim=c(0,80))
```

### PK time-course of Drug X

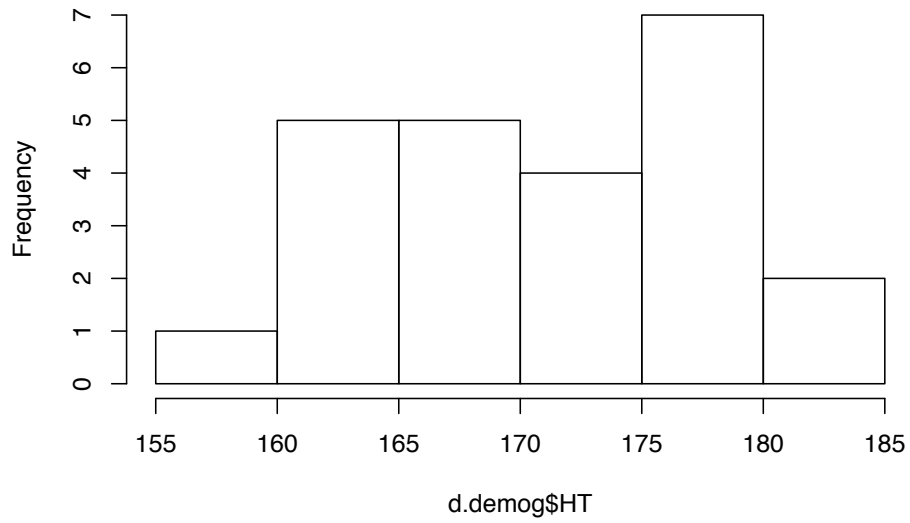


```
plot(dta$TIME[dta$MDV==0], dta$DV[dta$MDV==0], axes=F,  
     , xlab="Time (hr)", ylab="Concentration (ng/mL)"  
     , type="o", pch=2, col=1, main="PK time-course of Drug X"  
     , xlim =c(-2,218), ylim=c(0,80))  
axis(1, at=seq(0, 218, 24))  
axis(2)  
box()
```

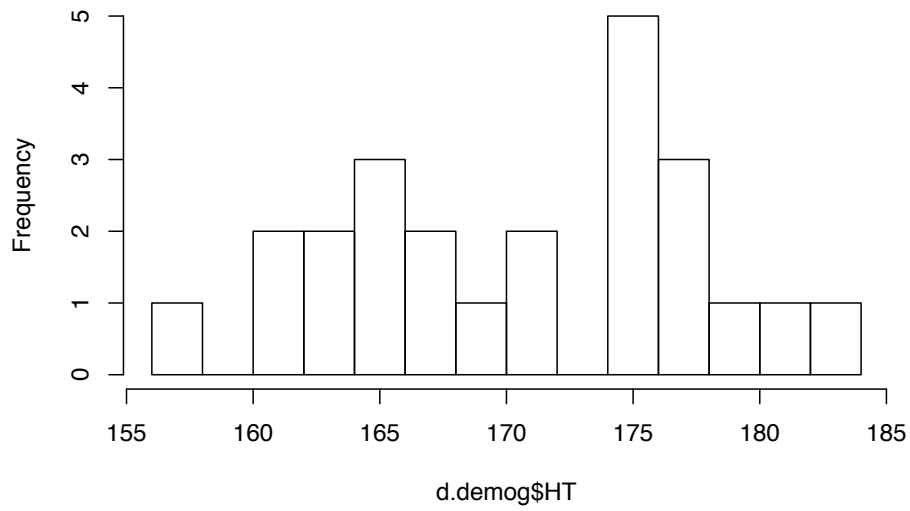
**PK time-course of Drug X**

### 1.2.3 Histogram

```
d.demog <- read.csv("DEMOG.csv")  
  
hist(d.demog$HT)
```

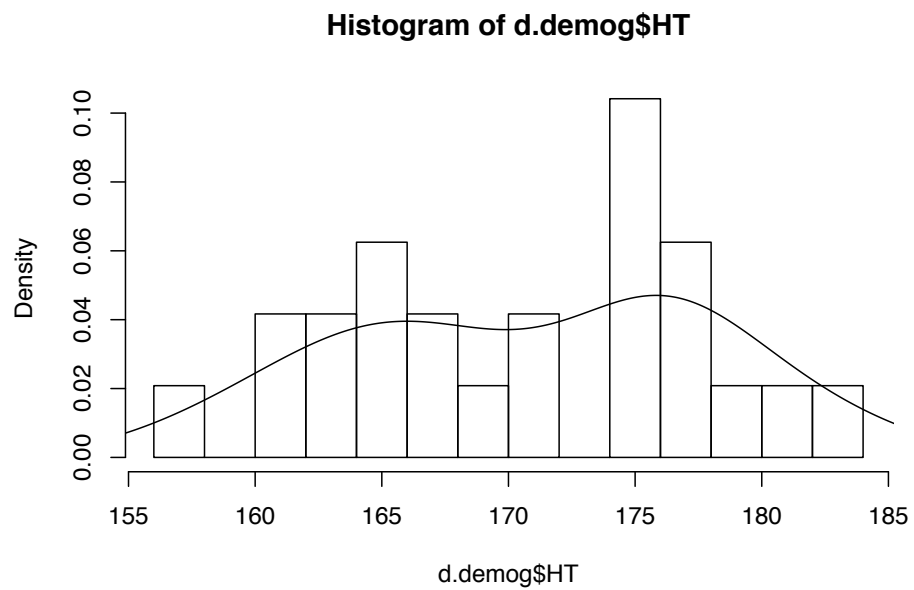
**Histogram of d.demog\$HT**

```
hist(d.demog$HT, breaks=10)  
hist(d.demog$HT, nclass=10)
```

**Histogram of d.demog\$HT**

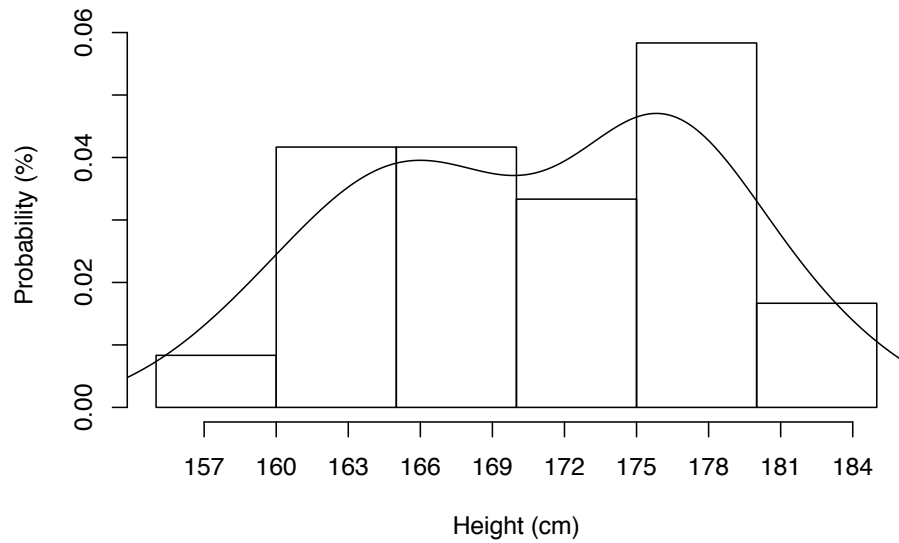
## 1.2.3.1 with density line

```
hist(d.demog$HT, probability=TRUE, breaks=10)  
lines(density(d.demog$HT))
```



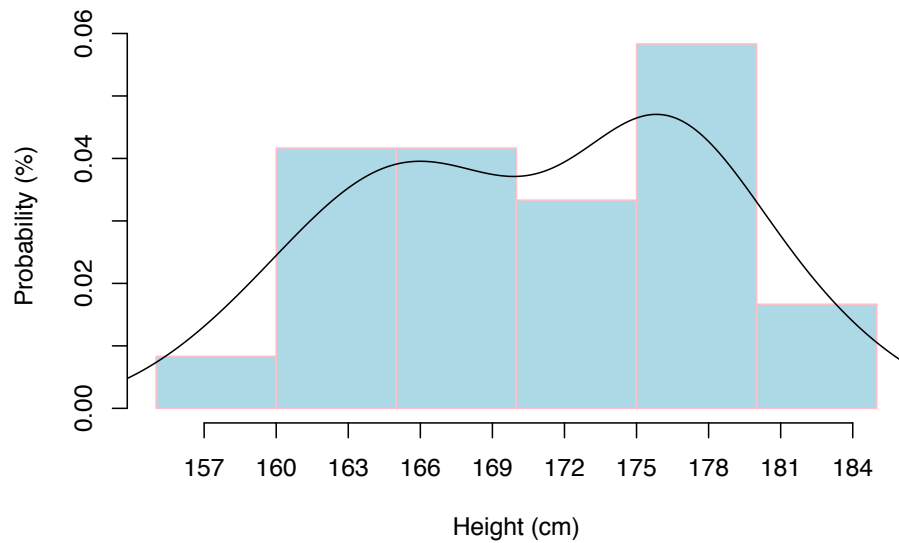
```
hist(d.demog$HT, probability=TRUE, breaks=9, xaxt="n"  
      , main="Histogram for Height", xlab="Height (cm)", ylab="Probability (%)")  
axis(1, at=seq(min(d.demog$HT), max(d.demog$HT), 3))  
lines(density(d.demog$HT))
```

Histogram for Height



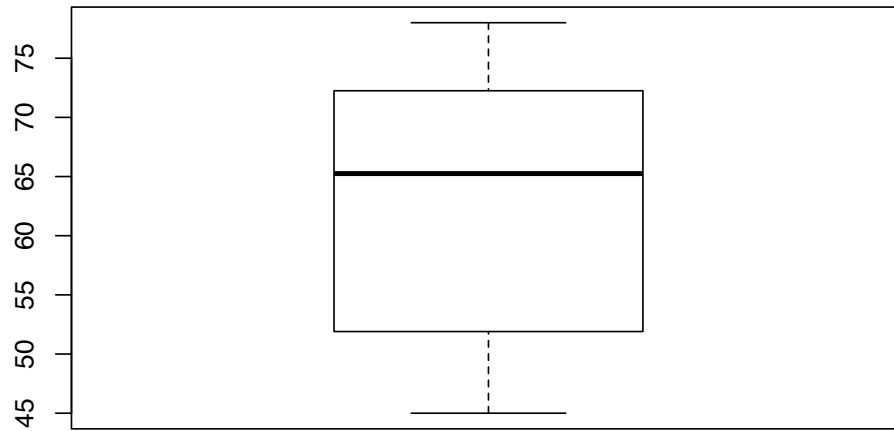
```
hist(d.demog$HT, probability=TRUE, breaks=9, xaxt="n",
     , main="Histogram for Height", xlab="Height (cm)", ylab="Probability (%)",
     , col = "lightblue", border = "pink")
axis(1, at=seq(min(d.demog$HT), max(d.demog$HT), 3))
lines(density(d.demog$HT))
```

Histogram for Height



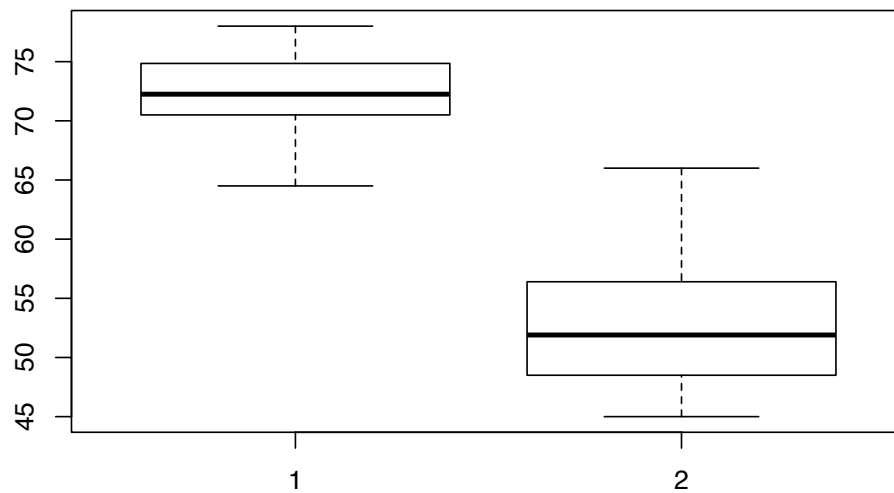
### 1.2.4 Box-Whisker Plot

```
boxplot(d.demog$WT)
```



```
boxplot(d.demog$WT ~ d.demog$SEX)
```

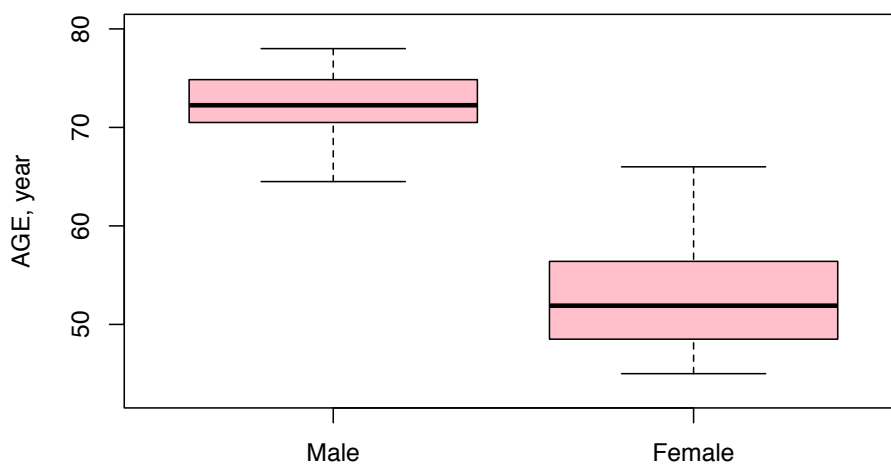
```
boxplot(split(d.demog$WT, d.demog$SEX))
```



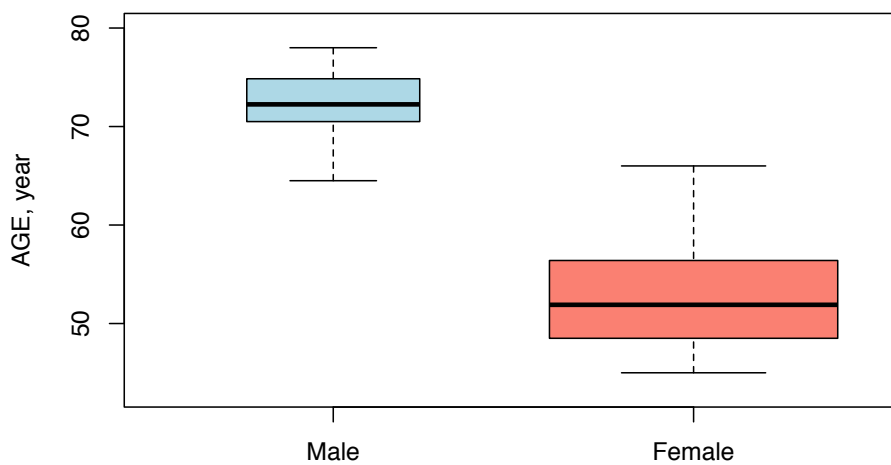
```
boxplot(WT ~ SEX, data=d.demog)
```

```
boxplot(d.demog$WT ~ d.demog$SEX)
```

```
, names=c("Male", "Female"), ylab="AGE, year", ylim=c(min(d.demog$WT)-2, max(d.demog$WT)+2)
, col="pink")
```



```
boxplot(d.demog$WT ~ d.demog$SEX
, names=c("Male", "Female"), ylab="AGE, year", ylim=c(min(d.demog$WT)-2, max(d.demog$WT)+2)
, col=c("lightblue", "salmon"), width=c(0.6, 1))
```

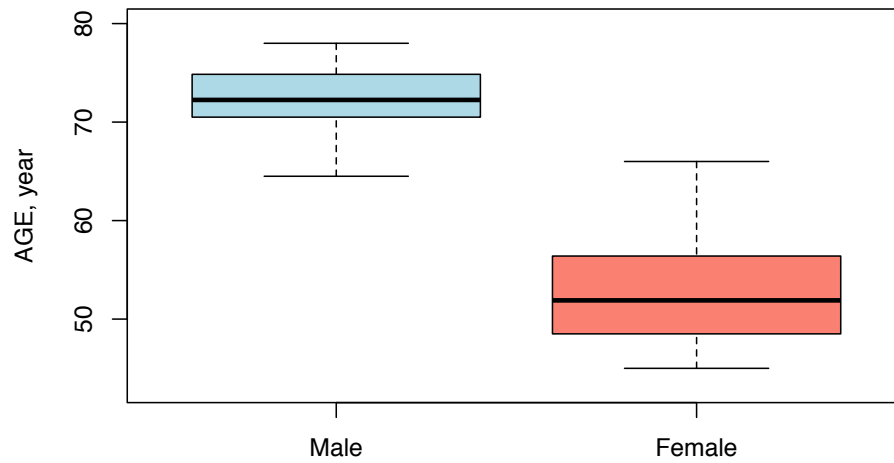


-varwidth: if varwidth is TRUE, the boxes are drawn with widths proportional to the square-roots of the number of observations in the groups.

```
boxplot(d.demog$WT ~ d.demog$SEX
, names=c("Male", "Female"), ylab="AGE, year", ylim=c(min(d.demog$WT)-2, max(d.demog$WT)+2)
```

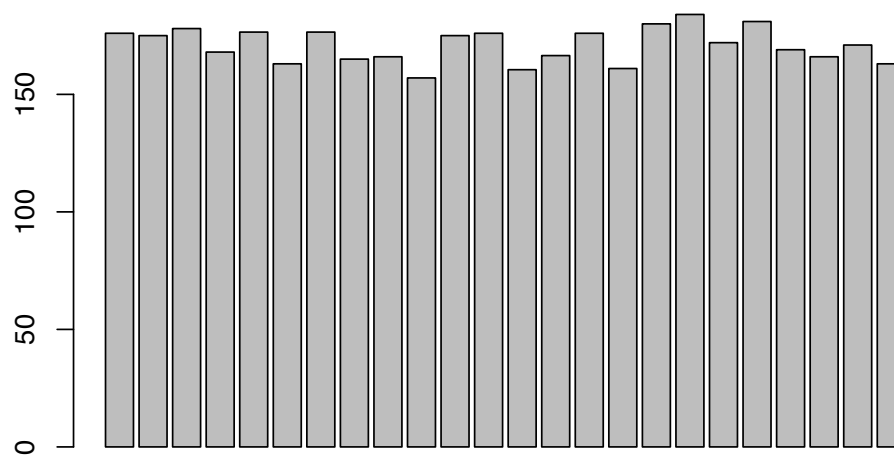


```
, col=c("lightblue", "salmon")
, varwidth=TRUE)
```



### 1.2.5 Bar Plot

```
barplot(d.demog$HT)
```

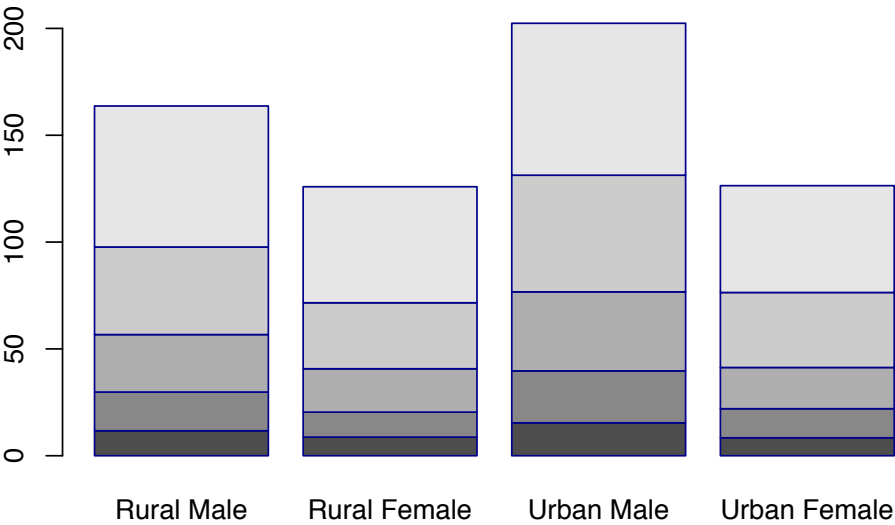


VADeaths

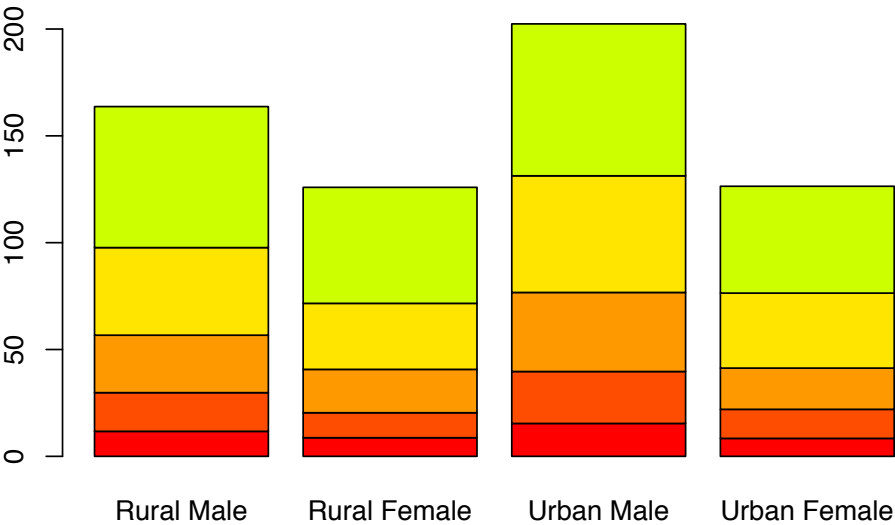
## Rural Male Rural Female Urban Male Urban Female

## 50-54	11.7	8.7	15.4	8.4
## 55-59	18.1	11.7	24.3	13.6
## 60-64	26.9	20.3	37.0	19.3
## 65-69	41.0	30.9	54.6	35.1
## 70-74	66.0	54.3	71.1	50.0

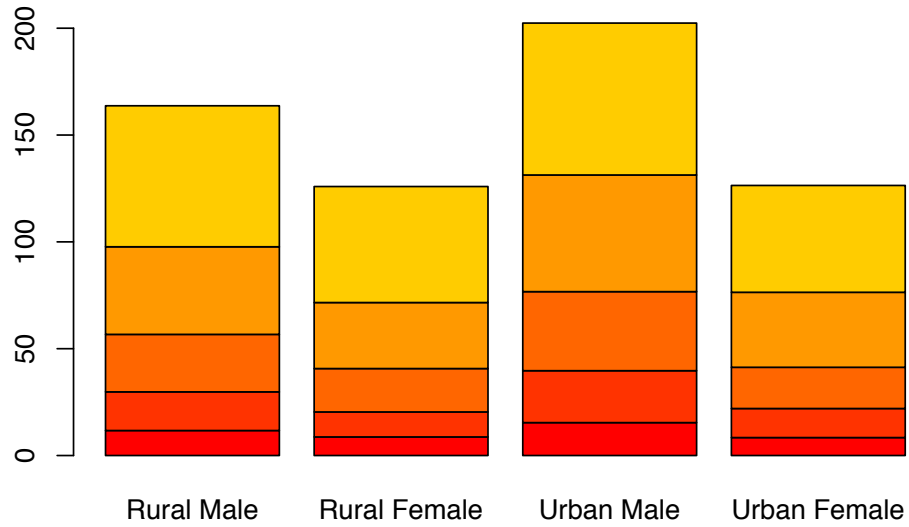
`barplot(VADeaths, border = "dark blue")`



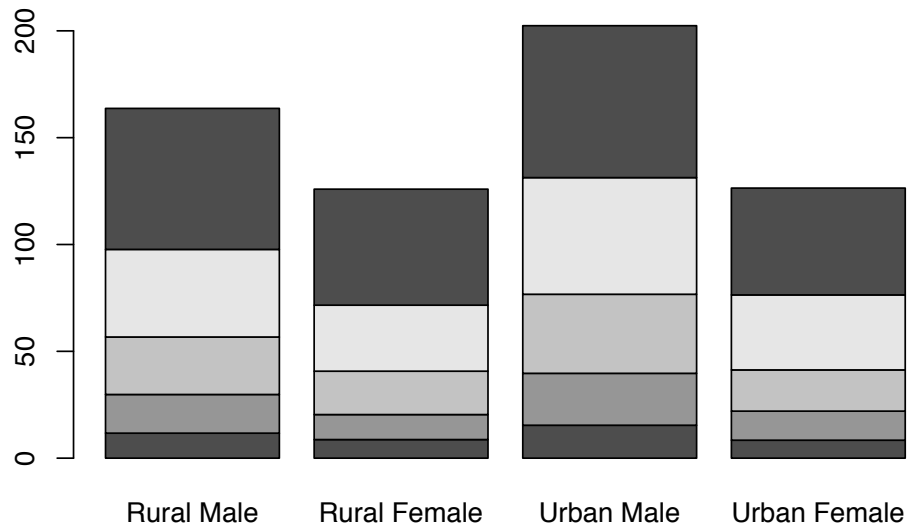
`barplot(VADeaths, col = rainbow(20))`



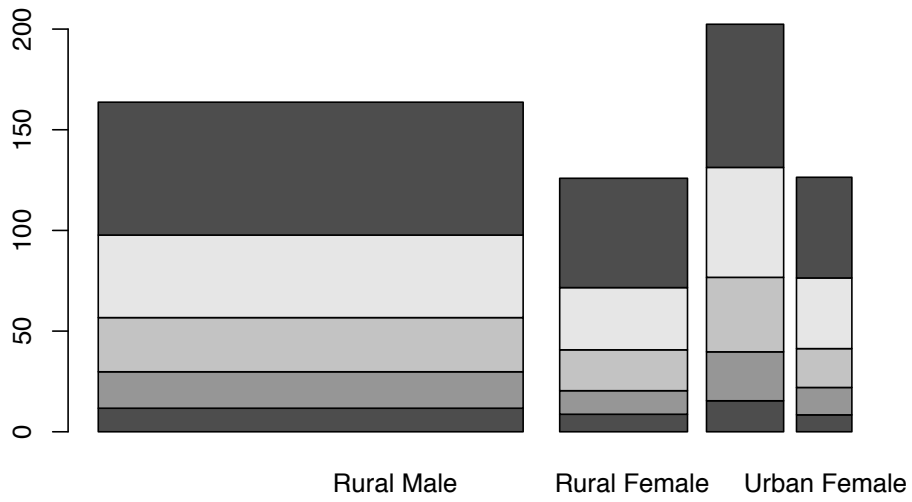
```
barplot(VADeaths, col = heat.colors(8))
```



```
barplot(VADeaths, col = gray.colors(4))
```



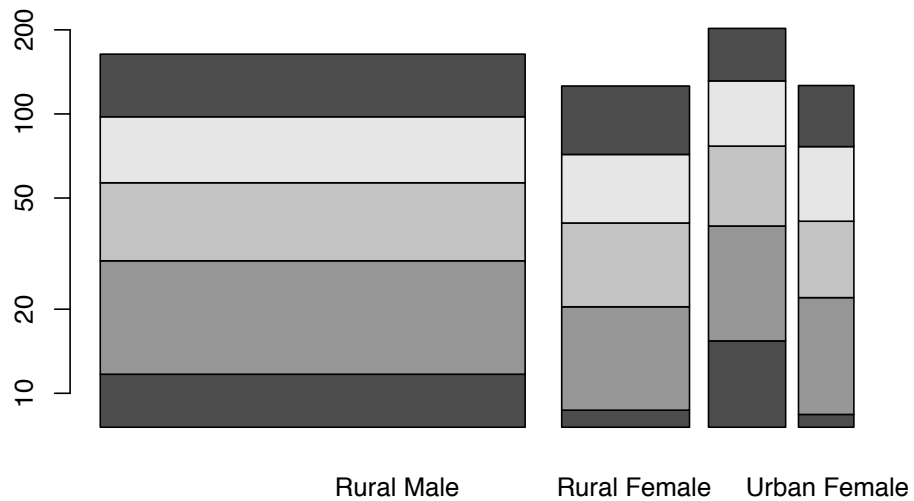
```
barplot(VADeaths, col = gray.colors(4), log="x")
```



```
barplot(VADeaths, col = gray.colors(4), log="y")
```

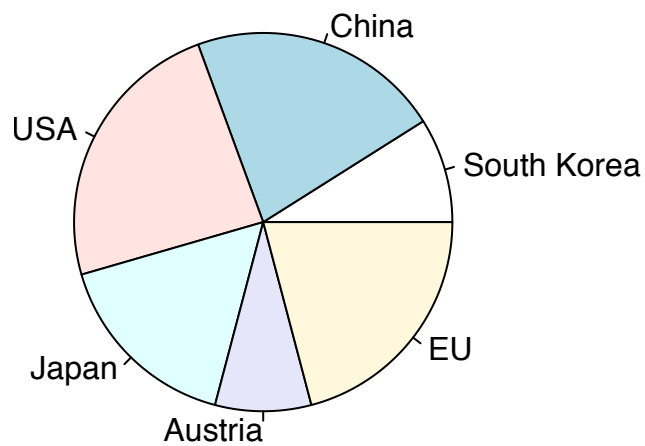


```
barplot(VADeaths, col = gray.colors(4), log="xy")
```



### 1.2.6 pie chart

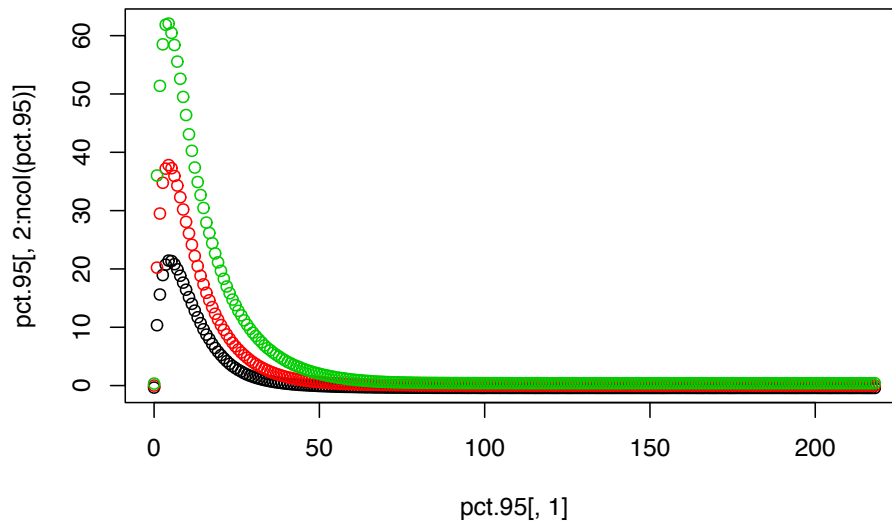
```
drug.X.market <- c(0.12, 0.29, 0.32, 0.22, 0.11, 0.28)
names(drug.X.market) <- c("South Korea", "China", "USA", "Japan", "Austria", "EU")
pie(drug.X.market)
```



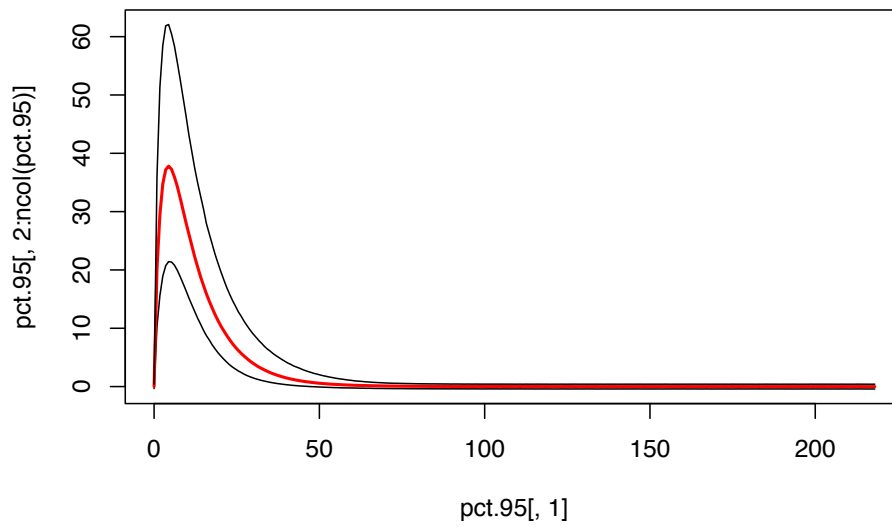
### 1.2.7 matplot 함수

#### 1.2.7.1 matrix와 column 사이의 그림

```
pct.95 <- read.csv("pct95.csv")
matplot(pct.95[,1], pct.95[,2:ncol(pct.95)], pch=1)
```

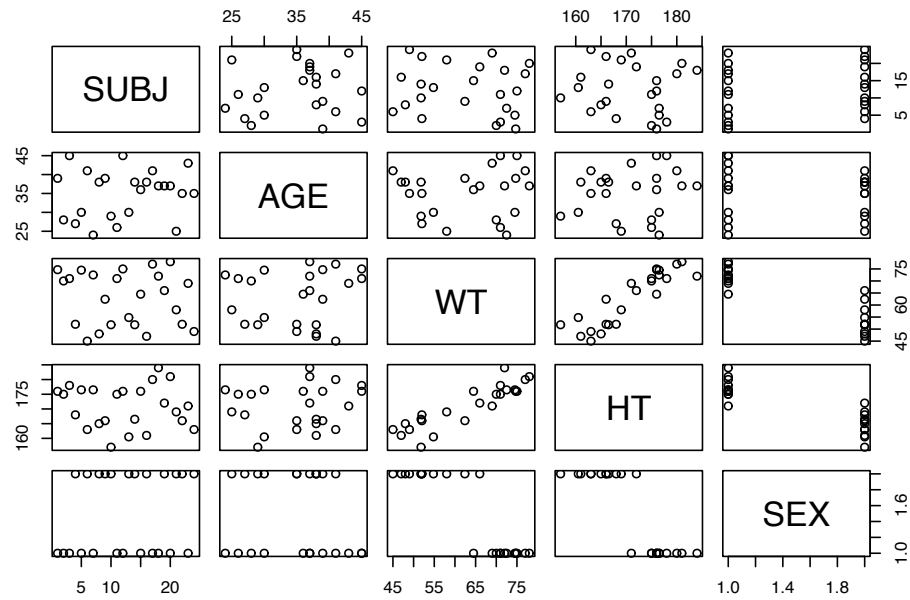


```
matplot(pct.95[,1], pct.95[,2:ncol(pct.95)], pch=1, col=c(1,2,1), type="l", lty=1, lwd=c(1,2,1))
```



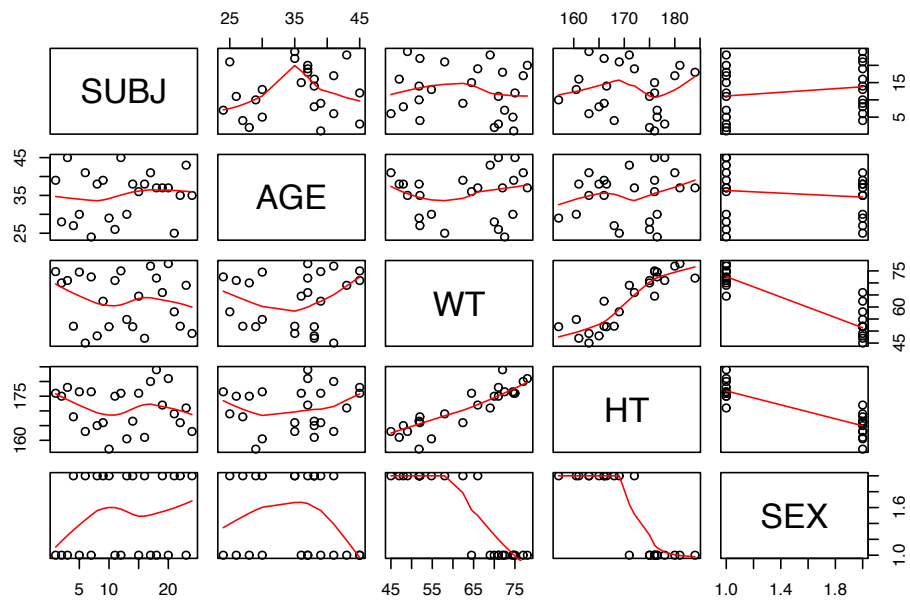
### 1.2.8 Scatter plot matrices (pairs plots)

```
pairs(d.demog)
```



#### 1.2.8.1 add a loess smoother, type

```
pairs(d.demog, panel = panel.smooth)
```



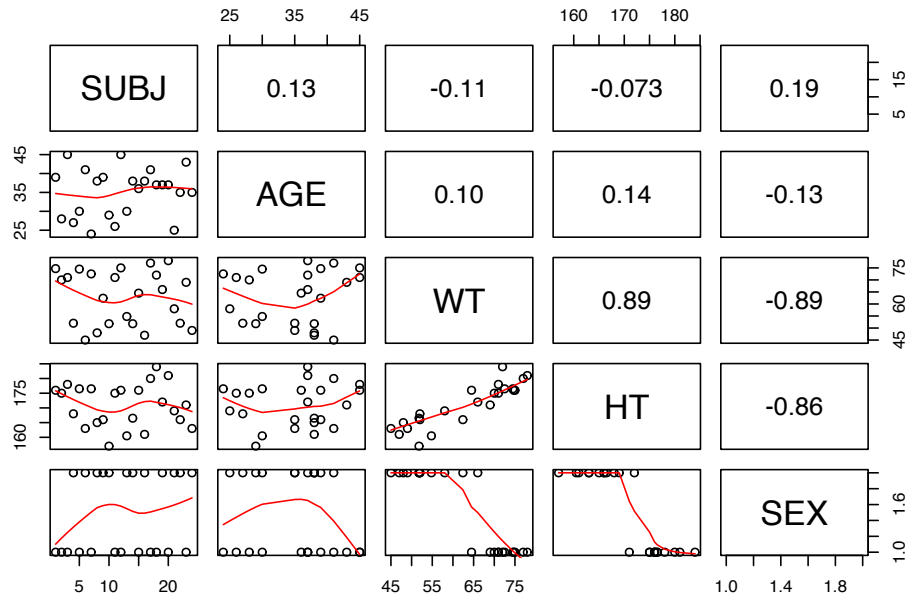
```

panel.cor <- function(x, y, digits=2, prefix="", cex.cor)
{
  usr <- par("usr"); on.exit(par(usr))
  par(usr = c(0, 1, 0, 1))
  r = (cor(x, y))
  txt <- format(c(r, 0.123456789), digits=digits)[1]
  txt <- paste(prefix, txt, sep="")
  if(missing(cex.cor)) cex <- 1.5
  text(0.5, 0.5, txt, cex = 1.5)
}

pairs(d.demog, lower.panel=panel.smooth, upper.panel=panel.cor)

```





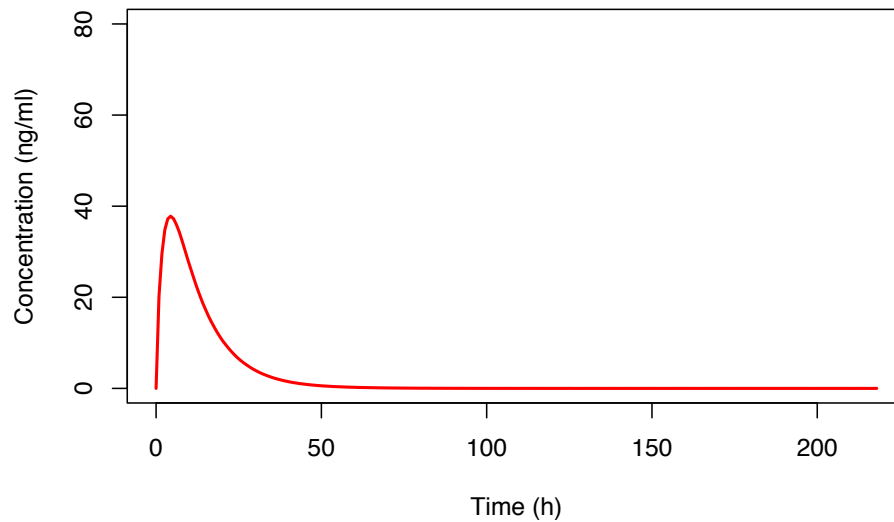
### 1.3 하위수준 그림 함수

- points : 점 추가
- lines : 선 추가
- abline : 기준선 추가
- mtext : 텍스트 추가
- legend : 설명 (legend) 추가
- polygon : polygon 추가

#### 1.3.1 점, 선, 설명 추가 하기 {add}

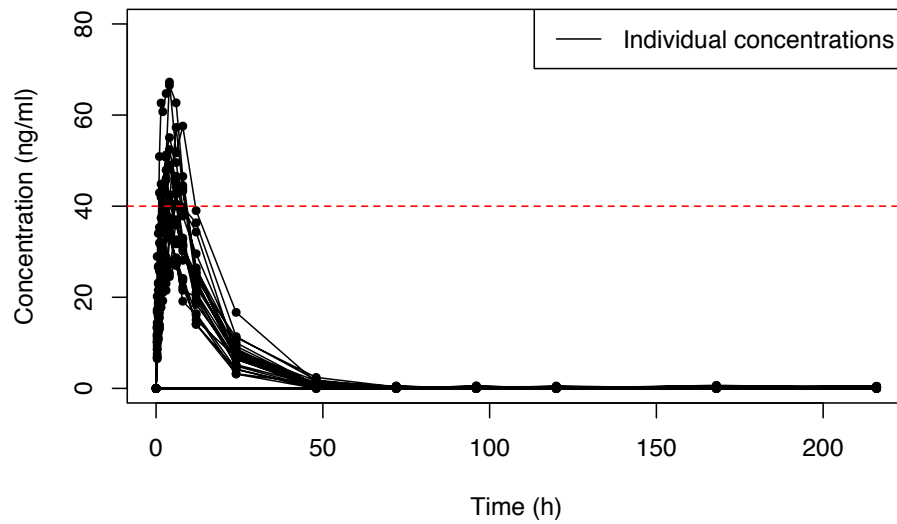
```
plot(pct.95$TIME, pct.95$PCT50, main="PK of Drug X"
     , type="l", xlab="Time (h)", ylab="Concentration (ng/ml)"
     , ylim=range(0,80), lty=1, col="red", lwd=2)
```

### PK of Drug X



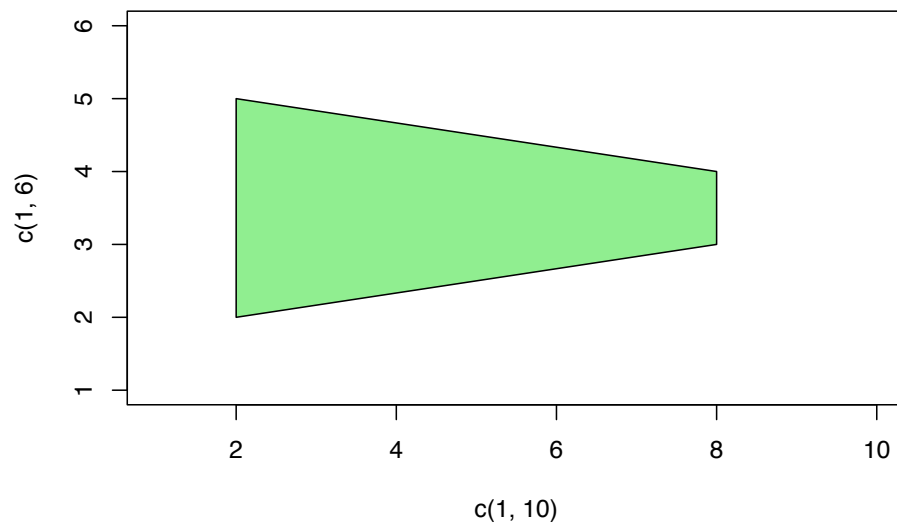
```
plot(dta$TIME[dta$MDV==0], dta$DV[dta$MDV==0], main="PK of Drug X"
     , type="n", xlab="Time (h)", ylab="Concentration (ng/ml)"
     , ylim=range(0,80))
points(dta$TIME[dta$MDV==0], dta$DV[dta$MDV==0], pch = 16, cex=0.8)
lines(dta$TIME[dta$MDV==0], dta$DV[dta$MDV==0], col="black", lwd=1)
abline(40, 0, col="red", lty=2) # abline(a,b): y=a+b*x
legend("topright", legend=c("Individual concentrations")
      , lty=1, col="black")
```

## PK of Drug X

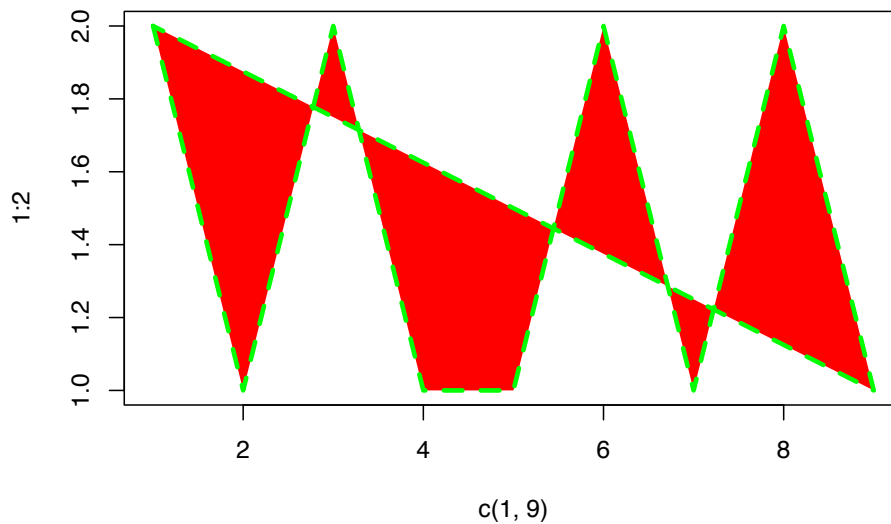


## 1.3.2 polygon 함수

```
plot(c(1, 10), c(1, 6), type = "n")
polygon(c(2,8,8,2), c(5,4,3,2), col="lightgreen")
```



```
plot(c(1, 9), 1:2, type = "n")
polygon(1:9, c(2,1,2,1,1,2,1,2,1),
       col = c("red", "blue"),
       border = c("green", "yellow"),
       lwd = 3, lty = c("dashed", "solid"))
```



## 1.4 그림 출력하기

### 1.4.1 pdf graphics devices

```
pdf("PK_of_Drug_X.pdf")

plot(dta$TIME[dta$MDV==0], dta$DV[dta$MDV==0], main="PK of Drug X"
     , type="n", xlab="Time (h)", ylab="Concentration (ng/ml)"
     , ylim=range(0,80))
points(dta$TIME[dta$MDV==0], dta$DV[dta$MDV==0], pch = 16, cex=0.8)
lines(dta$TIME[dta$MDV==0], dta$DV[dta$MDV==0], col="black", lwd=1)
abline(40, 0, col="red", lty=2) #abline(a,b): y=a+b*x
legend("topright", legend=c("Individual concentrations"))
```

```
, lty=1, col="black")  
  
dev.off()
```

```
## cairo_pdf  
##      2
```

#### 1.4.2 PNG graphics devices

```
png("PK_of_Drug_X.png")  
  
plot(dta$TIME[dta$MDV==0], dta$DV[dta$MDV==0], main="PK of Drug X"  
      , type="n", xlab="Time (h)", ylab="Concentration (ng/ml)"  
      , ylim=range(0,80))  
points(dta$TIME[dta$MDV==0], dta$DV[dta$MDV==0], pch = 16, cex=0.8)  
lines(dta$TIME[dta$MDV==0], dta$DV[dta$MDV==0], col="black", lwd=1)  
abline(40, 0, col="red", lty=2) #abline(a,b): y=a+b*x  
legend("topright", legend=c("Individual concentrations")  
      , lty=1, col="black")  
  
dev.off()  
  
## cairo_pdf  
##      2
```



## 2

### *Data Import / Export*

2017-03-29 배균섭 교수님 강의

이번 시간에는 자료를 불러오고 조작을 가한 뒤 저장하는 방법에 대해 알아보겠습니다.

#### 2.1 Read.csv

```
setwd("D:/Rt")  
dir()  
mydata = read.csv("MyData2017.csv", as.is=TRUE)
```

#### 2.2 Theoph 데이터

R에 기본적으로 들어있는 약동학 자료에 대해 살펴보겠습니다.

Theoph

```
##      Subject  Wt Dose  Time  conc
```

## 1	1	79.6	4.02	0.00	0.74
## 2	1	79.6	4.02	0.25	2.84
## 3	1	79.6	4.02	0.57	6.57
## 4	1	79.6	4.02	1.12	10.50
## 5	1	79.6	4.02	2.02	9.66
## 6	1	79.6	4.02	3.82	8.58
## 7	1	79.6	4.02	5.10	8.36
## 8	1	79.6	4.02	7.03	7.47
## 9	1	79.6	4.02	9.05	6.89
## 10	1	79.6	4.02	12.12	5.94
## 11	1	79.6	4.02	24.37	3.28
## 12	2	72.4	4.40	0.00	0.00
## 13	2	72.4	4.40	0.27	1.72
## 14	2	72.4	4.40	0.52	7.91
## 15	2	72.4	4.40	1.00	8.31
## 16	2	72.4	4.40	1.92	8.33
## 17	2	72.4	4.40	3.50	6.85
## 18	2	72.4	4.40	5.02	6.08
## 19	2	72.4	4.40	7.03	5.40
## 20	2	72.4	4.40	9.00	4.55
## 21	2	72.4	4.40	12.00	3.01
## 22	2	72.4	4.40	24.30	0.90
## 23	3	70.5	4.53	0.00	0.00
## 24	3	70.5	4.53	0.27	4.40
## 25	3	70.5	4.53	0.58	6.90
## 26	3	70.5	4.53	1.02	8.20
## 27	3	70.5	4.53	2.02	7.80
## 28	3	70.5	4.53	3.62	7.50
## 29	3	70.5	4.53	5.08	6.20
## 30	3	70.5	4.53	7.07	5.30
## 31	3	70.5	4.53	9.00	4.90
## 32	3	70.5	4.53	12.15	3.70
## 33	3	70.5	4.53	24.17	1.05
## 34	4	72.7	4.40	0.00	0.00
## 35	4	72.7	4.40	0.35	1.89
## 36	4	72.7	4.40	0.60	4.60
## 37	4	72.7	4.40	1.07	8.60
## 38	4	72.7	4.40	2.13	8.38
## 39	4	72.7	4.40	3.50	7.54
## 40	4	72.7	4.40	5.02	6.88



## 41	4	72.7	4.40	7.02	5.78
## 42	4	72.7	4.40	9.02	5.33
## 43	4	72.7	4.40	11.98	4.19
## 44	4	72.7	4.40	24.65	1.15
## 45	5	54.6	5.86	0.00	0.00
## 46	5	54.6	5.86	0.30	2.02
## 47	5	54.6	5.86	0.52	5.63
## 48	5	54.6	5.86	1.00	11.40
## 49	5	54.6	5.86	2.02	9.33
## 50	5	54.6	5.86	3.50	8.74
## 51	5	54.6	5.86	5.02	7.56
## 52	5	54.6	5.86	7.02	7.09
## 53	5	54.6	5.86	9.10	5.90
## 54	5	54.6	5.86	12.00	4.37
## 55	5	54.6	5.86	24.35	1.57
## 56	6	80.0	4.00	0.00	0.00
## 57	6	80.0	4.00	0.27	1.29
## 58	6	80.0	4.00	0.58	3.08
## 59	6	80.0	4.00	1.15	6.44
## 60	6	80.0	4.00	2.03	6.32
## 61	6	80.0	4.00	3.57	5.53
## 62	6	80.0	4.00	5.00	4.94
## 63	6	80.0	4.00	7.00	4.02
## 64	6	80.0	4.00	9.22	3.46
## 65	6	80.0	4.00	12.10	2.78
## 66	6	80.0	4.00	23.85	0.92
## 67	7	64.6	4.95	0.00	0.15
## 68	7	64.6	4.95	0.25	0.85
## 69	7	64.6	4.95	0.50	2.35
## 70	7	64.6	4.95	1.02	5.02
## 71	7	64.6	4.95	2.02	6.58
## 72	7	64.6	4.95	3.48	7.09
## 73	7	64.6	4.95	5.00	6.66
## 74	7	64.6	4.95	6.98	5.25
## 75	7	64.6	4.95	9.00	4.39
## 76	7	64.6	4.95	12.05	3.53
## 77	7	64.6	4.95	24.22	1.15
## 78	8	70.5	4.53	0.00	0.00
## 79	8	70.5	4.53	0.25	3.05
## 80	8	70.5	4.53	0.52	3.05

## 81	8	70.5	4.53	0.98	7.31
## 82	8	70.5	4.53	2.02	7.56
## 83	8	70.5	4.53	3.53	6.59
## 84	8	70.5	4.53	5.05	5.88
## 85	8	70.5	4.53	7.15	4.73
## 86	8	70.5	4.53	9.07	4.57
## 87	8	70.5	4.53	12.10	3.00
## 88	8	70.5	4.53	24.12	1.25
## 89	9	86.4	3.10	0.00	0.00
## 90	9	86.4	3.10	0.30	7.37
## 91	9	86.4	3.10	0.63	9.03
## 92	9	86.4	3.10	1.05	7.14
## 93	9	86.4	3.10	2.02	6.33
## 94	9	86.4	3.10	3.53	5.66
## 95	9	86.4	3.10	5.02	5.67
## 96	9	86.4	3.10	7.17	4.24
## 97	9	86.4	3.10	8.80	4.11
## 98	9	86.4	3.10	11.60	3.16
## 99	9	86.4	3.10	24.43	1.12
## 100	10	58.2	5.50	0.00	0.24
## 101	10	58.2	5.50	0.37	2.89
## 102	10	58.2	5.50	0.77	5.22
## 103	10	58.2	5.50	1.02	6.41
## 104	10	58.2	5.50	2.05	7.83
## 105	10	58.2	5.50	3.55	10.21
## 106	10	58.2	5.50	5.05	9.18
## 107	10	58.2	5.50	7.08	8.02
## 108	10	58.2	5.50	9.38	7.14
## 109	10	58.2	5.50	12.10	5.68
## 110	10	58.2	5.50	23.70	2.42
## 111	11	65.0	4.92	0.00	0.00
## 112	11	65.0	4.92	0.25	4.86
## 113	11	65.0	4.92	0.50	7.24
## 114	11	65.0	4.92	0.98	8.00
## 115	11	65.0	4.92	1.98	6.81
## 116	11	65.0	4.92	3.60	5.87
## 117	11	65.0	4.92	5.02	5.22
## 118	11	65.0	4.92	7.03	4.45
## 119	11	65.0	4.92	9.03	3.62
## 120	11	65.0	4.92	12.12	2.69

```
## 121      11 65.0 4.92 24.08 0.86
## 122      12 60.5 5.30  0.00 0.00
## 123      12 60.5 5.30  0.25 1.25
## 124      12 60.5 5.30  0.50 3.96
## 125      12 60.5 5.30  1.00 7.82
## 126      12 60.5 5.30  2.00 9.72
## 127      12 60.5 5.30  3.52 9.75
## 128      12 60.5 5.30  5.07 8.57
## 129      12 60.5 5.30  7.07 6.59
## 130      12 60.5 5.30  9.03 6.11
## 131      12 60.5 5.30 12.05 4.57
## 132      12 60.5 5.30 24.15 1.17
```

R console에서 ?Theoph를 타이핑 치면 좀 더 자세한 정보를 얻을 수 있습니다.

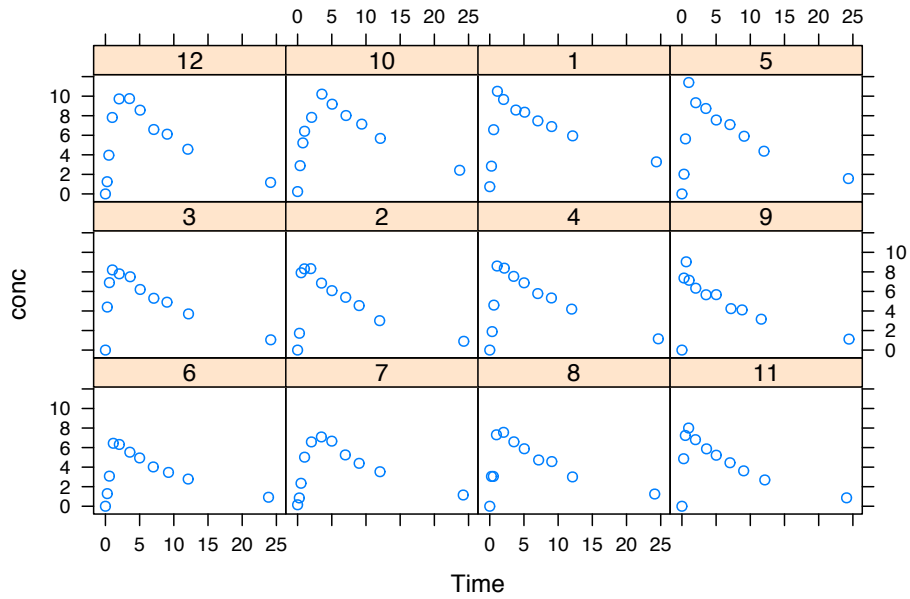
---

## 2.3 *lattice*

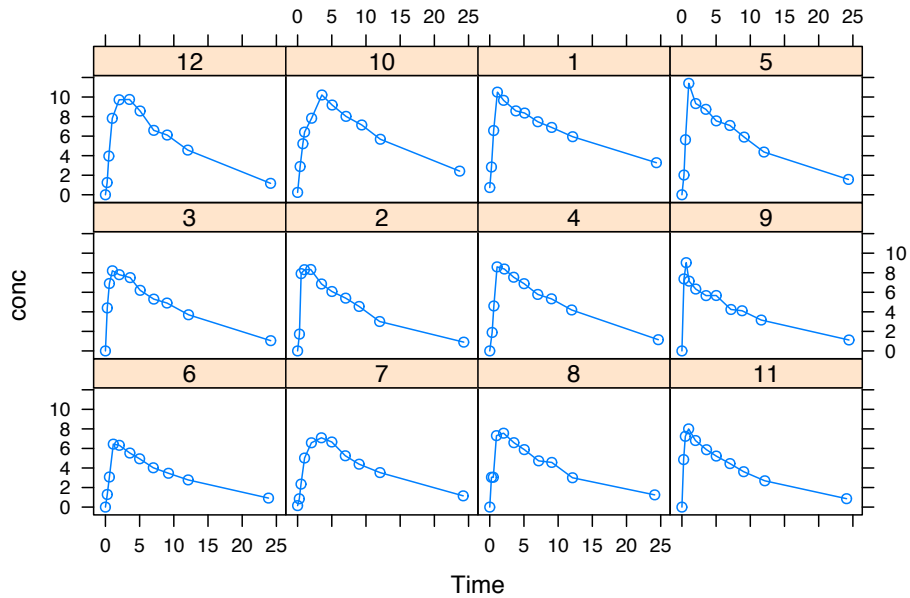
*lattice* 패키지를 불러온 뒤 그림을 그려보겠습니다. (Sarkar, 2017)

```
library(lattice) # trellis

xyplot(conc ~ Time | Subject, data=Theoph)
```

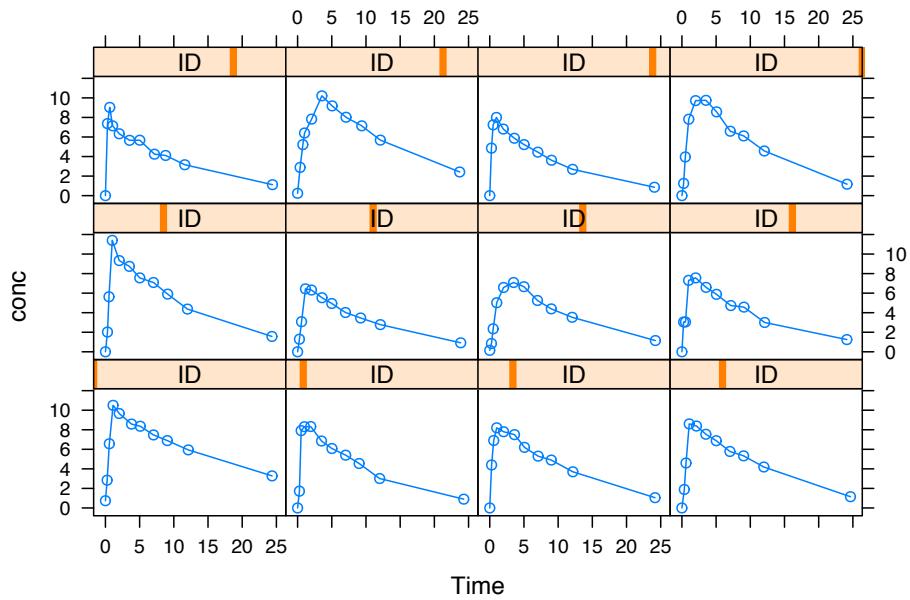


```
xyplot(conc ~ Time | Subject, data=Theoph, type="b")
```

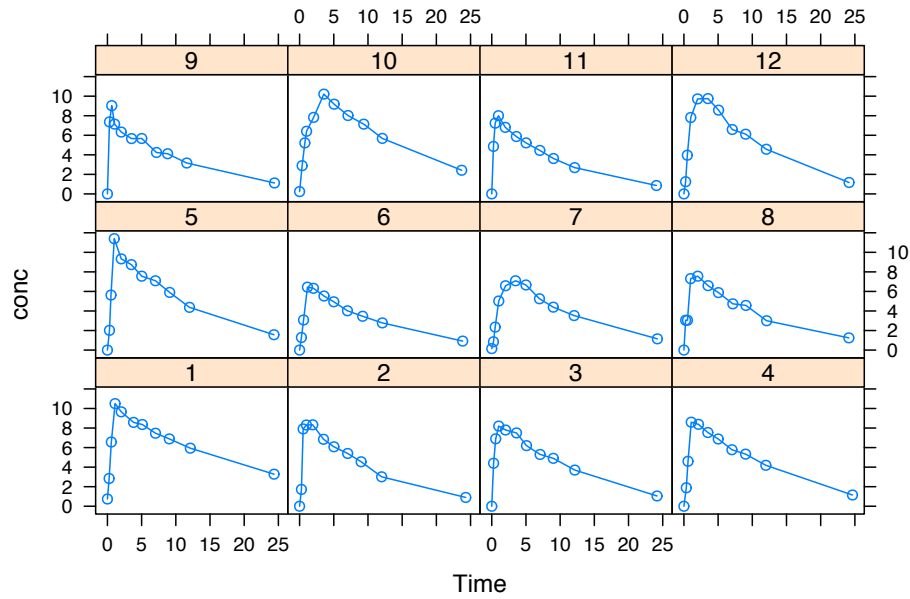


```
Theoph[, "ID"] = as.numeric(as.character(Theoph[, "Subject"]))
```

```
xyplot(conc ~ Time | ID, data=Theoph, type="b")
```



```
xyplot(conc ~ Time | as.factor(ID), data=Theoph, type="b")
```



```
write.csv(Theoph, "Theoph.csv", row.names=FALSE, quote=FALSE, na="")
```

## 2.4 Subsetting and write.csv

자료를 편집하고, subset을 만들고 각각을 파일로 저장하는 방법에 대해 알아보겠습니다.

```
IDs = sort(unique(Theoph[, "ID"])) ; IDs
```

```
## [1] 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
```

```
nID = length(IDs) ; nID
```

```
## [1] 12
```

```
demog = unique(Theoph[, c("ID", "Wt")])
colnames(demog) = c("ID", "BWT")
```

```

write.csv(demog, "1-demog.csv", row.names=FALSE, quote=FALSE, na="")

DV = Theoph[,c("ID", "Time", "conc")]
colnames(DV) = c("ID", "TIME", "DV")
write.csv(DV, "3-DV.csv", row.names=FALSE, quote=FALSE, na="")

adm = cbind(IDs, rep(0, nID), rep(320, nID))
colnames(adm) = c("ID", "TIME", "AMT")
write.csv(adm, "2-adm.csv", row.names=FALSE, quote=FALSE, na="")

demog = read.csv("1-demog.csv", as.is=TRUE)
adm = read.csv("2-adm.csv", as.is=TRUE)
dv = read.csv("3-dv.csv", as.is=TRUE)

AdmDv = merge(adm, dv, by=intersect(colnames(adm), colnames(dv)), all=TRUE)
AdmDv

```

##	ID	TIME	AMT	DV
## 1	1	0.00	320	0.74
## 2	1	0.25	NA	2.84
## 3	1	0.57	NA	6.57
## 4	1	1.12	NA	10.50
## 5	1	2.02	NA	9.66
## 6	1	3.82	NA	8.58
## 7	1	5.10	NA	8.36
## 8	1	7.03	NA	7.47
## 9	1	9.05	NA	6.89
## 10	1	12.12	NA	5.94
## 11	1	24.37	NA	3.28
## 12	2	0.00	320	0.00
## 13	2	0.27	NA	1.72
## 14	2	0.52	NA	7.91
## 15	2	1.00	NA	8.31
## 16	2	1.92	NA	8.33
## 17	2	3.50	NA	6.85
## 18	2	5.02	NA	6.08
## 19	2	7.03	NA	5.40
## 20	2	9.00	NA	4.55
## 21	2	12.00	NA	3.01

##	22	2	24.30	NA	0.90
##	23	3	0.00	320	0.00
##	24	3	0.27	NA	4.40
##	25	3	0.58	NA	6.90
##	26	3	1.02	NA	8.20
##	27	3	2.02	NA	7.80
##	28	3	3.62	NA	7.50
##	29	3	5.08	NA	6.20
##	30	3	7.07	NA	5.30
##	31	3	9.00	NA	4.90
##	32	3	12.15	NA	3.70
##	33	3	24.17	NA	1.05
##	34	4	0.00	320	0.00
##	35	4	0.35	NA	1.89
##	36	4	0.60	NA	4.60
##	37	4	1.07	NA	8.60
##	38	4	2.13	NA	8.38
##	39	4	3.50	NA	7.54
##	40	4	5.02	NA	6.88
##	41	4	7.02	NA	5.78
##	42	4	9.02	NA	5.33
##	43	4	11.98	NA	4.19
##	44	4	24.65	NA	1.15
##	45	5	0.00	320	0.00
##	46	5	0.30	NA	2.02
##	47	5	0.52	NA	5.63
##	48	5	1.00	NA	11.40
##	49	5	2.02	NA	9.33
##	50	5	3.50	NA	8.74
##	51	5	5.02	NA	7.56
##	52	5	7.02	NA	7.09
##	53	5	9.10	NA	5.90
##	54	5	12.00	NA	4.37
##	55	5	24.35	NA	1.57
##	56	6	0.00	320	0.00
##	57	6	0.27	NA	1.29
##	58	6	0.58	NA	3.08
##	59	6	1.15	NA	6.44
##	60	6	2.03	NA	6.32
##	61	6	3.57	NA	5.53



```
## 62  6  5.00  NA  4.94
## 63  6  7.00  NA  4.02
## 64  6  9.22  NA  3.46
## 65  6 12.10  NA  2.78
## 66  6 23.85  NA  0.92
## 67  7  0.00 320  0.15
## 68  7  0.25  NA  0.85
## 69  7  0.50  NA  2.35
## 70  7  1.02  NA  5.02
## 71  7  2.02  NA  6.58
## 72  7  3.48  NA  7.09
## 73  7  5.00  NA  6.66
## 74  7  6.98  NA  5.25
## 75  7  9.00  NA  4.39
## 76  7 12.05  NA  3.53
## 77  7 24.22  NA  1.15
## 78  8  0.00 320  0.00
## 79  8  0.25  NA  3.05
## 80  8  0.52  NA  3.05
## 81  8  0.98  NA  7.31
## 82  8  2.02  NA  7.56
## 83  8  3.53  NA  6.59
## 84  8  5.05  NA  5.88
## 85  8  7.15  NA  4.73
## 86  8  9.07  NA  4.57
## 87  8 12.10  NA  3.00
## 88  8 24.12  NA  1.25
## 89  9  0.00 320  0.00
## 90  9  0.30  NA  7.37
## 91  9  0.63  NA  9.03
## 92  9  1.05  NA  7.14
## 93  9  2.02  NA  6.33
## 94  9  3.53  NA  5.66
## 95  9  5.02  NA  5.67
## 96  9  7.17  NA  4.24
## 97  9  8.80  NA  4.11
## 98  9 11.60  NA  3.16
## 99  9 24.43  NA  1.12
## 100 10  0.00 320  0.24
## 101 10  0.37  NA  2.89
```

```
## 102 10 0.77 NA 5.22
## 103 10 1.02 NA 6.41
## 104 10 2.05 NA 7.83
## 105 10 3.55 NA 10.21
## 106 10 5.05 NA 9.18
## 107 10 7.08 NA 8.02
## 108 10 9.38 NA 7.14
## 109 10 12.10 NA 5.68
## 110 10 23.70 NA 2.42
## 111 11 0.00 320 0.00
## 112 11 0.25 NA 4.86
## 113 11 0.50 NA 7.24
## 114 11 0.98 NA 8.00
## 115 11 1.98 NA 6.81
## 116 11 3.60 NA 5.87
## 117 11 5.02 NA 5.22
## 118 11 7.03 NA 4.45
## 119 11 9.03 NA 3.62
## 120 11 12.12 NA 2.69
## 121 11 24.08 NA 0.86
## 122 12 0.00 320 0.00
## 123 12 0.25 NA 1.25
## 124 12 0.50 NA 3.96
## 125 12 1.00 NA 7.82
## 126 12 2.00 NA 9.72
## 127 12 3.52 NA 9.75
## 128 12 5.07 NA 8.57
## 129 12 7.07 NA 6.59
## 130 12 9.03 NA 6.11
## 131 12 12.05 NA 4.57
## 132 12 24.15 NA 1.17
```

자료를 병합(merge)해 보겠습니다.

```
DataAll = merge(demog, AdmDv, by=c("ID"), all=TRUE)
DataAll
```

```
##      ID  BWT  TIME AMT    DV
## 1     1  79.6  0.00 320  0.74
## 2     1  79.6  0.25  NA  2.84
```

```
## 3    1 79.6  0.57 NA  6.57
## 4    1 79.6  1.12 NA 10.50
## 5    1 79.6  2.02 NA  9.66
## 6    1 79.6  3.82 NA  8.58
## 7    1 79.6  5.10 NA  8.36
## 8    1 79.6  7.03 NA  7.47
## 9    1 79.6  9.05 NA  6.89
## 10   1 79.6 12.12 NA  5.94
## 11   1 79.6 24.37 NA  3.28
## 12   2 72.4  0.00 320  0.00
## 13   2 72.4  0.27 NA  1.72
## 14   2 72.4  0.52 NA  7.91
## 15   2 72.4  1.00 NA  8.31
## 16   2 72.4  1.92 NA  8.33
## 17   2 72.4  3.50 NA  6.85
## 18   2 72.4  5.02 NA  6.08
## 19   2 72.4  7.03 NA  5.40
## 20   2 72.4  9.00 NA  4.55
## 21   2 72.4 12.00 NA  3.01
## 22   2 72.4 24.30 NA  0.90
## 23   3 70.5  0.00 320  0.00
## 24   3 70.5  0.27 NA  4.40
## 25   3 70.5  0.58 NA  6.90
## 26   3 70.5  1.02 NA  8.20
## 27   3 70.5  2.02 NA  7.80
## 28   3 70.5  3.62 NA  7.50
## 29   3 70.5  5.08 NA  6.20
## 30   3 70.5  7.07 NA  5.30
## 31   3 70.5  9.00 NA  4.90
## 32   3 70.5 12.15 NA  3.70
## 33   3 70.5 24.17 NA  1.05
## 34   4 72.7  0.00 320  0.00
## 35   4 72.7  0.35 NA  1.89
## 36   4 72.7  0.60 NA  4.60
## 37   4 72.7  1.07 NA  8.60
## 38   4 72.7  2.13 NA  8.38
## 39   4 72.7  3.50 NA  7.54
## 40   4 72.7  5.02 NA  6.88
## 41   4 72.7  7.02 NA  5.78
## 42   4 72.7  9.02 NA  5.33
```

## 43	4	72.7	11.98	NA	4.19
## 44	4	72.7	24.65	NA	1.15
## 45	5	54.6	0.00	320	0.00
## 46	5	54.6	0.30	NA	2.02
## 47	5	54.6	0.52	NA	5.63
## 48	5	54.6	1.00	NA	11.40
## 49	5	54.6	2.02	NA	9.33
## 50	5	54.6	3.50	NA	8.74
## 51	5	54.6	5.02	NA	7.56
## 52	5	54.6	7.02	NA	7.09
## 53	5	54.6	9.10	NA	5.90
## 54	5	54.6	12.00	NA	4.37
## 55	5	54.6	24.35	NA	1.57
## 56	6	80.0	0.00	320	0.00
## 57	6	80.0	0.27	NA	1.29
## 58	6	80.0	0.58	NA	3.08
## 59	6	80.0	1.15	NA	6.44
## 60	6	80.0	2.03	NA	6.32
## 61	6	80.0	3.57	NA	5.53
## 62	6	80.0	5.00	NA	4.94
## 63	6	80.0	7.00	NA	4.02
## 64	6	80.0	9.22	NA	3.46
## 65	6	80.0	12.10	NA	2.78
## 66	6	80.0	23.85	NA	0.92
## 67	7	64.6	0.00	320	0.15
## 68	7	64.6	0.25	NA	0.85
## 69	7	64.6	0.50	NA	2.35
## 70	7	64.6	1.02	NA	5.02
## 71	7	64.6	2.02	NA	6.58
## 72	7	64.6	3.48	NA	7.09
## 73	7	64.6	5.00	NA	6.66
## 74	7	64.6	6.98	NA	5.25
## 75	7	64.6	9.00	NA	4.39
## 76	7	64.6	12.05	NA	3.53
## 77	7	64.6	24.22	NA	1.15
## 78	8	70.5	0.00	320	0.00
## 79	8	70.5	0.25	NA	3.05
## 80	8	70.5	0.52	NA	3.05
## 81	8	70.5	0.98	NA	7.31
## 82	8	70.5	2.02	NA	7.56

```
## 83 8 70.5 3.53 NA 6.59
## 84 8 70.5 5.05 NA 5.88
## 85 8 70.5 7.15 NA 4.73
## 86 8 70.5 9.07 NA 4.57
## 87 8 70.5 12.10 NA 3.00
## 88 8 70.5 24.12 NA 1.25
## 89 9 86.4 0.00 320 0.00
## 90 9 86.4 0.30 NA 7.37
## 91 9 86.4 0.63 NA 9.03
## 92 9 86.4 1.05 NA 7.14
## 93 9 86.4 2.02 NA 6.33
## 94 9 86.4 3.53 NA 5.66
## 95 9 86.4 5.02 NA 5.67
## 96 9 86.4 7.17 NA 4.24
## 97 9 86.4 8.80 NA 4.11
## 98 9 86.4 11.60 NA 3.16
## 99 9 86.4 24.43 NA 1.12
## 100 10 58.2 0.00 320 0.24
## 101 10 58.2 0.37 NA 2.89
## 102 10 58.2 0.77 NA 5.22
## 103 10 58.2 1.02 NA 6.41
## 104 10 58.2 2.05 NA 7.83
## 105 10 58.2 3.55 NA 10.21
## 106 10 58.2 5.05 NA 9.18
## 107 10 58.2 7.08 NA 8.02
## 108 10 58.2 9.38 NA 7.14
## 109 10 58.2 12.10 NA 5.68
## 110 10 58.2 23.70 NA 2.42
## 111 11 65.0 0.00 320 0.00
## 112 11 65.0 0.25 NA 4.86
## 113 11 65.0 0.50 NA 7.24
## 114 11 65.0 0.98 NA 8.00
## 115 11 65.0 1.98 NA 6.81
## 116 11 65.0 3.60 NA 5.87
## 117 11 65.0 5.02 NA 5.22
## 118 11 65.0 7.03 NA 4.45
## 119 11 65.0 9.03 NA 3.62
## 120 11 65.0 12.12 NA 2.69
## 121 11 65.0 24.08 NA 0.86
## 122 12 60.5 0.00 320 0.00
```

```
## 123 12 60.5 0.25 NA 1.25
## 124 12 60.5 0.50 NA 3.96
## 125 12 60.5 1.00 NA 7.82
## 126 12 60.5 2.00 NA 9.72
## 127 12 60.5 3.52 NA 9.75
## 128 12 60.5 5.07 NA 8.57
## 129 12 60.5 7.07 NA 6.59
## 130 12 60.5 9.03 NA 6.11
## 131 12 60.5 12.05 NA 4.57
## 132 12 60.5 24.15 NA 1.17
```

# 3

## Frequently Used Functions

2017-04-05 배균섭 교수님 강의

자주 쓰는 함수 및 명령어에 대해 알아보겠습니다.

### 3.1 The basics

**TABLE 3.1:** The basics - The first functions to learn

Keyword	Bae Freq	Essential	Comment
?	H	Y	
str	M	Y	strcutre

**TABLE 3.2:** The basics - Important operators and assignment

Keyword	Bae Freq	Essential	Comment
%in%	M	Y	Value Matching
match	M	N	Value Matching
=	H	Y	
<-	L	N	
«-	M	Y	
head	H	N	

tail	M	N	
subset	L	N	Subsetting Vectors, Matrices and Data Frames
with	L	N	Evaluate an Expression in a Data Environment
assign	L	N	Assign a Value to a Name
get	L	N	Return the Value of a Named Object

**TABLE 3.3:** The basics - Comparison

Keyword	Bae Freq	Essential	Comment
all.equal	L	N	Test if Two Objects are (Nearly) Equal
identical	L	N	Test Objects for Exact Equality
!=, ==, >, >=, <, <=	H	Y	Comparison Operator
is.na	H	Y	
complete.cases	L	N	Find Complete Cases
is.finite	M	Y	

**TABLE 3.4:** The basics - Basic math

Keyword	Bae Freq	Essential	Comment
*, +, -, /, ^	H	Y	Math operator
%%	M	Y	Modulus
%%/	L	N	Integer division
abs	H	Y	
sign	M	N	
acos	L	Y	
asin	L	Y	
atan	L	Y	
atan2	L	Y	
sin	L	Y	
cos	L	Y	
tan	L	Y	
ceiling	H	Y	
floor	H	N	
round	H	Y	
trunc	H	N	
signif	M	Y	rounds the values in its first argument to the specified number of significant d



exp	H	Y	
log	H	Y	
log10	L	Y	
log2	L	Y	
sqrt	H	N	
max	H	Y	
min	H	Y	
prod	L	N	
sum	H	Y	
cummax	L	N	
cummin	L	N	
cumprod	L	N	
cumsum	L	N	
diff	L	N	
pmax	L	N	pairwise max
pmin	L	N	pairwise min
range	L	N	
mean	H	Y	
median	H	Y	
cor	H	Y	
sd	H	Y	
var	H	Y	
rle	L	N	Run Length Encoding

**TABLE 3.5:** The basics - Functions to do with functions

Keyword	Bae Freq	Essential	Comment
function	H	Y	
missing	M	Y	Does a Formal Argument have a Value?
on.exit	L	Y	
return	H	N	
invisible	L	N	Change the Print Mode to Invisible

**TABLE 3.6:** The basics - Logical - sets

Keyword	Bae Freq	Essential	Comment
---------	----------	-----------	---------

&,  , !	H	Y	
xor	L	Y	
all	L	Y	Are All Values True?
any	L	Y	Are Some Values True?
intersect	M	Y	
union	M	Y	
setdiff	L	Y	
setequal	L	Y	
which	L	N	Which indices are TRUE?

TABLE 3.7: The basics - Vectors and matrices

Keyword	Bae Freq	Essential	Comment
c	H	Y	
matrix	H	Y	
# automatic coercion rules character > numeric > logical	H	Y	
length	H	Y	
dim	H	Y	
ncol	H	N	
nrow	H	N	
cbind	H	Y	
rbind	H	Y	
names	M	Y	
colnames	H	Y	
rownames	M	Y	
t	H	Y	
diag	H	Y	
sweep	L	N	Sweep out Array Summaries
as.matrix	H	Y	
data.matrix	L	N	Convert a Data Frame to a Num

TABLE 3.8: The basics - Making vectors

Keyword	Bae Freq	Essential	Comment
c	H	Y	
rep	H	Y	

rep_len	L	N	Replicate Elements of Vectors and Lists with length
seq	M	Y	
seq_len	L	N	
seq_along	L	N	
rev	M	Y	
sample	H	Y	Generate All Combinations of n Elements, Taken m
choose	H	Y	
factorial	M	Y	
combn	L	N	
(is/as).(character/numeric/logical/...)	H	Y	

TABLE 3.9: The basics - Lists - data.frames

Keyword	Bae Freq	Essential	Comment
list	H	Y	Flatten Lists
unlist	L	Y	
data.frame	H	Y	
as.data.frame	H	Y	
split	H	Y	
expand.grid	L	N	Create a Data Frame from All Combinations of Factor Variables

TABLE 3.10: The basics - Control flow

Keyword	Bae Freq	Essential	Comment
if	H	Y	Conditional Element Selection
&&	L	Y	
(short circuiting)	L	Y	
for	H	Y	
while	L	N	
next	M	Y	
break	M	Y	
switch	L	Y	
ifelse	L	N	

**TABLE 3.12:** Common data structures - Date time

Keyword	Bae Freq	Essential	Comment
ISOdate	L	N	
ISOdatetime	L	N	
strftime	H	Y	Date-time Conversion Functions to and from Character
strptime	H	Y	Date-time Conversion Functions to and from Character
date	M	Y	
difftime	H	Y	
julian	L	Y	Extract Parts of a POSIXt or Date Object
months	L	N	Extract Parts of a POSIXt or Date Object
quarters	L	N	Extract Parts of a POSIXt or Date Object
weekdays	L	N	Extract Parts of a POSIXt or Date Object
library(lubridate)	L	N	

**TABLE 3.11:** The basics - Apply - friends

Keyword	Bae Freq	Essential	Comment
lapply	L	N	Apply a Function over a List or Vector
sapply	L	N	user-friendly version and wrapper of lapply
vapply	L	N	similar to sapply, but has a pre-specified type of return value
apply	M	N	Apply Functions Over Array Margins
tapply	L	N	Apply a Function Over a Ragged Array
replicate	L	N	Apply a Function over a List or Vector

**TABLE 3.13:** Common data structures - Character manipulation

Keyword	Bae Freq	Essential	Comment
grep	H	Y	Pattern Matching and Replacement
agrep	L	N	Approximate String Matching (Fuzzy Matching)
gsub	M	Y	or use sub
strsplit	H	Y	
chartr	L	N	Character Translation and Casefolding
nchar	M	Y	
tolower	M	Y	
toupper	H	Y	
substr	H	Y	
paste	H	Y	
library(stringr)	L	N	

**TABLE 3.14:** Common data structures - Factors

Keyword	Bae Freq	Essential	Comment
factor	M	Y	
levels	M	Y	
nlevels	L	N	
reorder	L	N	Reorder Levels of a Factor
relevel	L	N	Reorder Levels of Factor
cut	L	Y	
findInterval	L	N	Find Interval Numbers or Indices
interaction	L	N	Compute Factor Interactions
options(stringsAsFactors = FALSE)	L	N	

**TABLE 3.15:** Common data structures - Array manipulation

Keyword	Bae Freq	Essential	Comment
array	L	N	Multi-way Arrays
dim	H	Y	
dimnames	M	Y	
aperm	L	N	Array Transposition
library(abind)	L	N	

**TABLE 3.16:** Statistics - Ordering and tabulating

Keyword	Bae Freq	Essential	Comment
duplicated	L	Y	Determine Duplicated Elements
unique	H	Y	
merge	L	N	
order	H	Y	
rank	L	Y	
quantile	L	Y	
sort	H	Y	
table	M	Y	
fable	L	Y	Flat Contingency Tables

**TABLE 3.17:** Statistics - Linear models

Keyword	Bae Freq	Essential	Comment
fitted	L	Y	Extract Model Fitted Values
predict	H	Y	
resid	L	Y	Extract Model Residuals
rstandard	L	Y	Regression Deletion Diagnostics
lm	H	Y	
glm	H	Y	
hat	L	Y	
influence.measures	M	Y	Regression Deletion Diagnostics
logLik	L	Y	
df	M	Y	
deviance	M	Y	
formula	H	Y	
~	H	Y	
I	H	Y	
anova	H	Y	
coef	M	Y	
confint	M	Y	
vcov	H	Y	
contrasts	L	Y	Get and Set Contrast Matrices

**TABLE 3.18:** Statistics - Miscellaneous tests

Keyword	Bae Freq	Essential	Comment
apropos("\\test\$")	L	Y	

**TABLE 3.19:** Statistics - Random variables

Keyword	Bae Freq	Essential	Comment
(q, p, d, r) * (beta, binom, cauchy, chisq, exp, f, gamma, geom,	H	Y	

**TABLE 3.20:** Statistics - Matrix algebra

Keyword	Bae Freq	Essential	Comment
crossprod	L	Y	Matrix Crossproduct
tcrossprod	L	N	Matrix Crossproduct
eigen	H	Y	
qr	L	Y	
svd	L	Y	
%*%	H	Y	
%o%	L	Y	Outer Product of Arrays
outer	H	Y	
rcond	L	N	Compute or Estimate the Condition Number of a Matrix
solve	H	Y	Solve a System of Equations

**TABLE 3.21:** Working with R - Workspace

Keyword	Bae Freq	Essential	Comment
ls	H	Y	List Objects
exists	M	Y	
rm	M	Y	
getwd	H	Y	
setwd	H	Y	
q	L	Y	
source	H	Y	
install.packages	H	Y	
library	H	Y	
require	H	Y	

**TABLE 3.22:** Working with R - Help

Keyword	Bae Freq	Essential	Comment
help	L	N	
?	H	Y	
help.search	L	N	
apropos	L	Y	
RSiteSearch	L	N	Search for Key Words or Phrases in Documentation
citation	L	Y	
demo	L	Y	
example	L	Y	
vignette	L	Y	View, List or Get R Source of Package Vignettes

**TABLE 3.23:** Working with R - Debugging

Keyword	Bae Freq	Essential	Comment
traceback	L	Y	
browser	L	Y	Environment Browser
recover	L	Y	Browsing after an Error
options(error = )	L	Y	
stop	L	Y	Stop Function Execution
warning	H	Y	
message	L	Y	
tryCatch	L	Y	
try	L	Y	



**TABLE 3.24:** I/O - Output

Keyword	Bae Freq	Essential	Comment
print	H	Y	
cat	H	Y	
message	L	Y	
warning	H	Y	
dput	L	N	Write an Object to a File or Recreate it
format	H	Y	
sink	L	Y	Send R Output to a File
capture.output	L	Y	Send Output to a Character String or File

---

## 3.2 Common data structures

---

## 3.3 Statistics

---

## 3.4 Working with R

---

## 3.5 I/O

**TABLE 3.25:** I/O - Reading and writing data

Keyword	Bae Freq	Essential	Comment
data	L	N	Loads specified data sets, or list the available data sets.
count.fields	L	N	
read.csv	H	Y	
write.csv	H	Y	
read.delim	L	N	
write.delim	L	N	
read.fwf	L	N	
readLines	M	Y	
writeLines	M	Y	
readRDS	L	N	Serialization Interface for Single Objects
saveRDS	L	N	
load	L	Y	
save	L	Y	
library(foreign)	L	N	

**TABLE 3.26:** I/O - Files and directories

Keyword	Bae Freq	Essential	Comment
dir	H	Y	
basename	L	Y	removes all of the path up to and including the last path separator
dirname	L	Y	
tools::file_ext	L	Y	
file.path	L	Y	
path.expand	L	Y	Expand File Paths
normalizePath	L	Y	Express File Paths in Canonical Form
file.choose	L	Y	
file.copy	L	Y	
file.create	L	Y	
file.remove	L	Y	
file.rename	L	Y	
dir.create	L	Y	
file.exists	L	Y	
file.info	L	Y	
tempdir	L	Y	
tempfile	L	Y	
download.file	L	Y	
library(downloader)	L	N	



# A

## *As-is R Files*

교수님께서 주신 원본 R 파일입니다.

### A.1 Lecture 3

```
#####
##-----##
##                      ##
##-----##
#####

# 상위수준 그림 함수는 그림을 생성한다.
# 하위수준 그림 함수는 기존의 그림에 그림을 추가한다.

## 상위수준 그림 함수의 주요 인자 (arguments) ###

# main : 제목
# xlab/ylab : x축 및 y축 레이블
# xlim/ylim : x축 및 y축 범위
# col : 색깔
# lty : 선 모양
# pch : 점 모양
# cex : 그림 성분의 크기
# lwd : 선 굵기
# type : 그림 타입

#####
```

```
##### 상위수준 그림 함수 #####
#####

WD <- "D:\\AMC\\Education\\UU\\2017\\R\\Graphics\\"

setwd(WD)

dta <- read.csv("PK.csv")
head(dta)
str(dta)

##### scatter plot #####

plot(dta$TIME[dta$MDV==0], dta$DV[dta$MDV==0])

plot(dta$TIME[dta$MDV==0], dta$DV[dta$MDV==0], log="y")

plot(dta$TIME[dta$MDV==0], log(dta$DV[dta$MDV==0]))

plot(dta$TIME[dta$MDV==0], dta$DV[dta$MDV==0]
      , xlab="Time (hr)", ylab="Concentration (ng/mL)"
      , type="o", pch=2, col=1, main="PK time-course of Drug X"
      , xlim =c(-2,218), ylim=c(0,80))

plot(dta$TIME[dta$MDV==0], dta$DV[dta$MDV==0], axes=F,
      , xlab="Time (hr)", ylab="Concentration (ng/mL)"
      , type="o", pch=2, col=1, main="PK time-course of Drug X"
      , xlim =c(-2,218), ylim=c(0,80))
axis(1, at=seq(0, 218, 24))
axis(2)
box()

##### Histogram #####

d.demog <- read.csv("DEMOG.csv")
```

```
# histogram
hist(d.demog$HT)

hist(d.demog$HT, breaks=10)
hist(d.demog$HT, nclass=10)

# with density line
hist (d.demog$HT, probability=TRUE, breaks=10)
lines(density(d.demog$HT))

hist (d.demog$HT, probability=TRUE, breaks=9, xaxt="n"
      , main="Histogram for Height", xlab="Height (cm)", ylab="Probability (%)")
axis(1, at=seq(min(d.demog$HT), max(d.demog$HT), 3))
lines(density(d.demog$HT))

hist (d.demog$HT, probability=TRUE, breaks=9, xaxt="n"
      , main="Histogram for Height", xlab="Height (cm)", ylab="Probability (%)")
      , col = "lightblue", border = "pink")
axis(1, at=seq(min(d.demog$HT), max(d.demog$HT), 3))
lines(density(d.demog$HT))

##### Box-Whisker Plot #####

# Box-and-Whisker Plot

boxplot(d.demog$WT)

boxplot(d.demog$WT ~ d.demog$SEX)

boxplot(split(d.demog$WT, d.demog$SEX))

boxplot(WT ~ SEX, data=d.demog)

boxplot(d.demog$WT ~ d.demog$SEX
        , names=c("Male", "Female"), ylab="AGE, year", ylim=c(min(d.demog$WT)-2, max(d.demog$WT)+2))
```

```

    , col="pink")

boxplot(d.demog$WT ~ d.demog$SEX
        , names=c("Male","Female"), ylab="AGE, year", ylim=c(min(d.demog$WT)-2, max(d.demog$WT)+2)
        , col=c("lightblue", "salmon"), width=c(0.6, 1))

#varwidth: if varwidth is TRUE, the boxes are drawn with widths proportional
#to the square-roots of the number of observations in the groups.

boxplot(d.demog$WT ~ d.demog$SEX
        , names=c("Male","Female"), ylab="AGE, year", ylim=c(min(d.demog$WT)-2, max(d.demog$WT)+2)
        , col=c("lightblue", "salmon")
        , varwidth=TRUE)

##### Bar Plot #####

barplot(d.demog$HT)

VADeaths

barplot(VADeaths, border = "dark blue")

barplot(VADeaths, col = rainbow(20))

barplot(VADeaths, col = heat.colors(8))

barplot(VADeaths, col = gray.colors(4))

barplot(VADeaths, col = gray.colors(4), log="x")
barplot(VADeaths, col = gray.colors(4), log="y")
barplot(VADeaths, col = gray.colors(4), log="xy")

##### pie chart #####

```



```

drug.X.market <- c(0.12, 0.29, 0.32, 0.22, 0.11, 0.28)
names(drug.X.market) <- c("South Korea", "China", "USA", "Japan", "Austria", "EU")
pie(drug.X.market)

##### matplot 함수 #####

# matrix와 column 사이의 그림

pct.95 <- read.csv("pct95.csv")
matplot(pct.95[,1], pct.95[,2:ncol(pct.95)], pch=1)

matplot(pct.95[,1], pct.95[,2:ncol(pct.95)], pch=1, col=c(1,2,1), type="l", lty=1, lwd=c(1,2,1))

##### Scatter plot matrices (pairs plots) #####

pairs(d.demog)

#add a loess smoother, type:
pairs(d.demog, panel = panel.smooth)

panel.cor <- function(x, y, digits=2, prefix="", cex.cor)
{
  usr <- par("usr"); on.exit(par(usr))
  par(usr = c(0, 1, 0, 1))
  r = (cor(x, y))
  txt <- format(c(r, 0.123456789), digits=digits)[1]
  txt <- paste(prefix, txt, sep="")
  if(missing(cex.cor)) cex <- 1.5
  text(0.5, 0.5, txt, cex = 1.5)
}

pairs(d.demog, lower.panel=panel.smooth, upper.panel=panel.cor)

```

```
#####
##              하위수준 그림 함수              ##
#####

# points : 점추가
# lines : 선 추가
# abline : 기준선 추가
# mtext : 텍스트 추가
# legend : 설명(legend) 추가
# polygon : polygon 추가

##### 점, 선, 설명 추가 하기 #####

plot(pct.95$TIME, pct.95$PCT50, main="PK of Drug X"
      , type="l", xlab="Time (h)", ylab="Concentration (ng/ml)"
      , ylim=range(0,80), lty=1, col="red", lwd=2)

plot(dta$TIME[dta$MDV==0], dta$DV[dta$MDV==0], main="PK of Drug X"
      , type="n", xlab="Time (h)", ylab="Concentration (ng/ml)"
      , ylim=range(0,80))
points(dta$TIME[dta$MDV==0], dta$DV[dta$MDV==0], pch = 16, cex=0.8)
lines(dta$TIME[dta$MDV==0], dta$DV[dta$MDV==0], col="black", lwd=1)
abline(40, 0, col="red", lty=2) #abline(a,b): y=a+b*x
legend("topright", legend=c("Individual concentrations")
      , lty=1, col="black")

##### polygon 함수 #####

plot(c(1, 10), c(1, 6), type = "n")
polygon(c(2,8,8,2), c(5,4,3,2), col="lightgreen")

plot(c(1, 9), 1:2, type = "n")
polygon(1:9, c(2,1,2,1,1,2,1,2,1),
      col = c("red", "blue"),
      border = c("green", "yellow"),
```

```

        lwd = 3, lty = c("dashed", "solid"))

##### 그림 출력하기 #####

#--pdf graphics devices
pdf("PK_of_Drug_X.pdf")

plot(dta$TIME[dta$MDV==0], dta$DV[dta$MDV==0], main="PK of Drug X"
      , type="n", xlab="Time (h)", ylab="Concentration (ng/ml)"
      , ylim=range(0,80))
points(dta$TIME[dta$MDV==0], dta$DV[dta$MDV==0], pch = 16, cex=0.8)
lines(dta$TIME[dta$MDV==0], dta$DV[dta$MDV==0], col="black", lwd=1)
abline(40, 0, col="red", lty=2) #abline(a,b): y=a+b*x
legend("topright", legend=c("Individual concentrations")
      , lty=1, col="black")

dev.off()

#--PNG graphics devices
png("PK_of_Drug_X.png")

plot(dta$TIME[dta$MDV==0], dta$DV[dta$MDV==0], main="PK of Drug X"
      , type="n", xlab="Time (h)", ylab="Concentration (ng/ml)"
      , ylim=range(0,80))
points(dta$TIME[dta$MDV==0], dta$DV[dta$MDV==0], pch = 16, cex=0.8)
lines(dta$TIME[dta$MDV==0], dta$DV[dta$MDV==0], col="black", lwd=1)
abline(40, 0, col="red", lty=2) #abline(a,b): y=a+b*x
legend("topright", legend=c("Individual concentrations")
      , lty=1, col="black")

dev.off()

#--Windows graphics devices
win.metafile("PK_of_Drug_X.wmf")

```

```

plot(dta$TIME[dta$MDV==0], dta$DV[dta$MDV==0], main="PK of Drug X"
     , type="n", xlab="Time (h)", ylab="Concentration (ng/ml)"
     , ylim=range(0,80))
points(dta$TIME[dta$MDV==0], dta$DV[dta$MDV==0], pch = 16, cex=0.8)
lines(dta$TIME[dta$MDV==0], dta$DV[dta$MDV==0], col="black", lwd=1)
abline(40, 0, col="red", lty=2) #abline(a,b): y=a+b*x
legend("topright", legend=c("Individual concentrations")
      , lty=1, col="black")

dev.off()

```

---

## A.2 Lecture 4

```

# 2017-03-29

setwd("D:/Rt")
dir()

mydata = read.csv("MyData2017.csv", as.is=TRUE)

Theoph
library(lattice) # trellis

xyplot(conc ~ Time | Subject, data=Theoph)

xyplot(conc ~ Time | Subject, data=Theoph, type="b")

Theoph[, "ID"] = as.numeric(as.character(Theoph[, "Subject"]))

xyplot(conc ~ Time | ID, data=Theoph, type="b")

xyplot(conc ~ Time | as.factor(ID), data=Theoph, type="b")

```

```
write.csv(Theoph, "Theoph.csv", row.names=FALSE, quote=FALSE, na="")

IDs = sort(unique(Theoph[, "ID"])) ; IDs
nID = length(IDs) ; nID

demog = unique(Theoph[, c("ID", "Wt")])
colnames(demog) = c("ID", "BWT")
write.csv(demog, "1-demog.csv", row.names=FALSE, quote=FALSE, na="")

DV = Theoph[, c("ID", "Time", "conc")]
colnames(DV) = c("ID", "TIME", "DV")
write.csv(DV, "3-DV.csv", row.names=FALSE, quote=FALSE, na="")

adm = cbind(IDs, rep(0, nID), rep(320, nID))
colnames(adm) = c("ID", "TIME", "AMT")
write.csv(adm, "2-adm.csv", row.names=FALSE, quote=FALSE, na="")

demog = read.csv("1-demog.csv", as.is=TRUE)
adm = read.csv("2-adm.csv", as.is=TRUE)
dv = read.csv("3-dv.csv", as.is=TRUE)

AdmDv = merge(adm, dv, by=intersect(colnames(adm), colnames(dv)), all=TRUE)

DataAll = merge(demog, AdmDv, by=c("ID"), all=TRUE)
```



## B

---

### *Using Coursera*

---

---

PAGK에 보낸 이메일을 그대로 옮겼습니다.

---

배균섭 교수님의 추천을 받아 다음과 같은 강의와 책을 공유하고자 합니다. Coursera.com 에 유익한 R 강좌가 열렸습니다. “Mastering Software Development in R Specialization”이란 제목의 강좌인데 4개 Course를 무료로 들을 수 있게 되어 있습니다. <https://www.coursera.org/specializations/r> 이것이 본래의 Link 인데 여기서 각각의 Course를 찾거나 혹은 아래의 링크를 각각 클릭하여 하단에 나오는 “Audit”을 클릭하면 무료로 들을 수 있습니다.

Audit 버튼이 안보이신다고 하신 분들이 몇분 계셔서 첨언합니다. Coursera 회원 가입하시고 로그인 한 뒤, Enroll Now를 누르시면 Audit 혹은 청강하기 라디오 버튼을 보실 수 있습니다. 앱에서도 마찬가지입니다. 이외에도 코세라에는 많은 유익한 강의가 있는 것 같습니다. 다만 코스(Course)의 묶음인 “Specialization”에서는 유료등록(Enroll) 밖에 없으므로 Certificate가 필요하지 않다면, 각각의 코스를 구글검색 혹은 코세라 내에서 검색해서 “Audit(청강)” 하시면 무료로 강의를 들을 수 있습니다.

- <https://www.coursera.org/learn/r-programming-environment>
- <https://www.coursera.org/learn/advanced-r>
- <https://www.coursera.org/learn/r-packages>
- <https://www.coursera.org/learn/r-data-visualization>

<https://bookdown.org/rdpeng/RProgDA/> 이 링크는 무료로 공개된 강의 책자입니다. 강의를 듣지 않고 책으로 보고 싶으신 분은 참고하시면 됩니다.





# C

---

## *R Tips*

---

- Changing default R console size and etc : 배균섭 교수님께서 알려주신 tip을 참고하여 video clip을 만들었습니다. 매일같이 마주하게 되는 R console이 너무 작게 느껴지셨다면 다음의 동영상참고하셔서 초기 세팅 (Rconsole 파일)을 바꿔서 해결할 수 있습니다. <https://youtu.be/uSunEN8W5Mo>



# D

---

## *Acknowledgement*

---

이 웹북을 만드는데 도움을 주신 분들은 다음과 같습니다.

1. Dr. Jekyll
2. Hyde



---

## ***Bibliography***

---

Sarkar, D. (2017). *lattice: Trellis Graphics for R*. R package version 0.20-35.

Xie, Y. (2016). *bookdown: Authoring Books and Technical Documents with R Markdown*. R package version 0.3.16.



---

## ***Index***

---

bookdown, [x](#)

disqus, [x](#)

lattice, [29](#)