

# 데이터 분석 방법론

이용희

2023-09-05



# Table of contents

<b>Preface</b>	<b>1</b>
<b>1. 서론</b>	<b>3</b>
1.1. 학습 내용 . . . . .	1
1.2. R 언어 . . . . .	1
1.3. 참고도서 . . . . .	1
<b>I. 분할표의 분석</b>	<b>3</b>
<b>2. &lt;97&gt;&lt;80&gt;&lt;84&gt;&lt;9d&gt;&lt;98&gt; &lt;8f&gt;&lt;84&gt;</b>	<b>5</b>
2.1. <95><84><9a><94><95><9c> <8c><82><80> . . . . .	5
2.2. <9d><95><80><88><98> . . . . .	5
2.3. <84><95><91><9c><99><80> <97><80><84><9d><98> <8f><84> . . . . .	7
2.3.1. <84><95><91><9c> . . . . .	7
2.3.2. <83><81><8c><80><9c><84><97><98> . . . . .	8
2.3.3. <97><9c><84><97><98> <8b><9a> . . . . .	9
2.3.4. <98><88><84> . . . . .	10
2.4. <8b><84> . . . . .	12
2.5. <98><88><9c>: <95><84><8a><94> <9e><84><83><81><8b><97><98> . . . . .	13
2.6. <98><88><9c>: <95><82><9a> <82><80>-<8c><80> <97> . . . . .	15
<b>3. &lt;97&gt;&lt;80&gt;&lt;84&gt;&lt;9d&gt;&lt;98&gt; &lt;80&gt;&lt;95&gt;</b>	<b>19</b>
3.1. <95><84><9a><94><95><9c> <8c><82><80> . . . . .	19
3.2. <9d><9c> <80><95> . . . . .	20
3.3. <94><81><9e><80>-<85><94>-<97> <80><95> . . . . .	23
3.4. <82><98><88> <80><95> . . . . .	27
<b>4. &lt;84&gt;&lt;8b&gt;&lt;9d&gt;&lt;98&gt; &lt;8f&gt;&lt;89&gt;&lt;80&gt;</b>	<b>31</b>
4.1. <90><8f><84><99><80> <8a><9d><8f><84> . . . . .	32
4.2. <96><91><84><98><88><8f><84><99><80> <9d><8c><84><98><88><8f><84> . . . . .	34
<b>References</b>	<b>39</b>



# List of Figures

3.1.	$2 \times 2$ $\langle 84 \rangle \langle 95 \rangle \langle 91 \rangle \langle 9c \rangle$ . . . . .	20
3.2.	$2 \times 2$ $\langle 84 \rangle \langle 95 \rangle \langle 91 \rangle \langle 9c \rangle$ : $\langle 80 \rangle \langle 8f \rangle \langle 84 \rangle \langle 88 \rangle \langle 98 \rangle$ . . . . .	21
3.3.	$K$ $\langle 9c \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle$ $2 \times 2$ $\langle 84 \rangle \langle 95 \rangle \langle 91 \rangle \langle 9c \rangle$ . . . . .	24
3.4.	$8 \langle 9c \rangle \langle 91 \rangle \langle 9b \rangle \langle 90 \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 9e \rangle \langle 84 \rangle \langle 83 \rangle \langle 81 \rangle \langle 8b \rangle \langle 97 \rangle \langle 98 \rangle$ . . . . .	25
3.5.	$\langle 9d \rangle \langle 91 \rangle \langle 9c \rangle \langle 8b \rangle \langle 97 \rangle \langle 98 \rangle \langle 97 \rangle \langle 90 \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 95 \rangle \langle 9c \rangle$ $2 \times 2$ $\langle 84 \rangle \langle 95 \rangle \langle 91 \rangle \langle 9c \rangle$ . . . . .	27
3.6.	$\langle 9d \rangle \langle 91 \rangle \langle 9c \rangle \langle 8b \rangle \langle 97 \rangle \langle 98 \rangle \langle 97 \rangle \langle 90 \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 95 \rangle \langle 9c \rangle$ $2 \times 2$ $\langle 84 \rangle \langle 95 \rangle \langle 91 \rangle \langle 9c \rangle$ . . . . .	28
3.7.	$\langle 98 \rangle \langle 81 \rangle \langle 8b \rangle \langle 9c \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 88 \rangle \langle 98 \rangle \langle 83 \rangle \langle 81 \rangle \langle 97 \rangle \langle 90 \rangle \langle 8c \rangle \langle 80 \rangle \langle 95 \rangle \langle 9c \rangle \langle 80 \rangle \langle 80 \rangle \langle 8f \rangle \langle 84 \rangle$ $\langle 82 \rangle \langle 9e \rangle \langle 90 \rangle \langle 8c \rangle$ . . . . .	29
4.1.	$\langle 94 \rangle \langle 9c \rangle \langle 82 \rangle \langle 98 \rangle \langle 80 \rangle \langle 82 \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 90 \rangle \langle 8f \rangle \langle 84 \rangle \langle 99 \rangle \langle 80 \rangle \langle 8a \rangle \langle 9d \rangle \langle 8f \rangle \langle 84 \rangle$ . . . . .	33



# List of Tables

2.1.	(#tab:conttable22) $2 \times 2$ $\langle 84 \rangle \langle 95 \rangle \langle 91 \rangle \langle 9c \rangle$ . . . . .	7
2.2.	(#tab:conttable23) $\langle 94 \rangle \langle 9c \rangle \langle 82 \rangle \langle 98 \rangle \langle 98 \rangle \langle 8c \rangle \langle 9c \rangle \langle 8b \rangle \langle 97 \rangle \langle 98 \rangle$ . . . . .	9
2.3.	(#tab:conttable24) $2 \times 2$ $\langle 84 \rangle \langle 95 \rangle \langle 91 \rangle \langle 9c \rangle \langle 98 \rangle \langle 88 \rangle \langle 9c \rangle$ . . . . .	12
2.4.	(#tab:conttable25) $\langle 95 \rangle \langle 84 \rangle \langle 8a \rangle \langle 94 \rangle \langle 9e \rangle \langle 84 \rangle \langle 83 \rangle \langle 81 \rangle \langle 8b \rangle \langle 97 \rangle \langle 98 \rangle$ . . . . .	13
2.5.	(#tab:conttable26) $\langle 95 \rangle \langle 82 \rangle \langle 9a \rangle \langle 82 \rangle \langle 80 \rangle - \langle 8c \rangle \langle 80 \rangle \langle 97 \rangle$ . . . . .	15
4.1.	(#tab:diagnose) $\langle 84 \rangle \langle 8b \rangle \langle 95 \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 8b \rangle \langle 97 \rangle \langle 98 \rangle$ . . . . .	32
4.2.	(#tab:diagnose2) $\langle 94 \rangle \langle 9c \rangle \langle 82 \rangle \langle 98 \rangle \langle 94 \rangle \langle 9d \rangle \langle 9f \rangle \langle 8a \rangle \langle 80 \rangle \langle 82 \rangle \langle 95 \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle$ . . . . .	33





# Preface

이 사이트는 데이터분석 방법론 강의 온라인 강의 노트입니다.



## 1. 서론



## 1.1. 학습 내용

이 교과서는 다양한 형태를 가진 자료를 분석하는 통계적 방법들의 이론과 응용을 살펴보기 위한 것입니다.

이 교과서에서는 다음과 같은 주제를 다룰 것입니다.

- 교차표에서의 통계적 분석방법
- 범주형 자료와 발생횟수를 따르는 자료에 대한 모형 구축과 추론
- 일반화 선형모형에서의 추론
- 반복측정자료와 군집자료에 대한 분석 방법

## 1.2. R 언어

이 교과서에서는 통계 방법들의 실습을 위하여 R 프로그램을 사용합니다. R 프로그램이 익숙하지 않는 학생들은 R 프로그램에 대한 기초적인 내용을 먼저 숙지하는 것을 추천합니다. 참고로 저자의 R 기초 강의 사이트에서 R 프로그램에 대한 기초적인 내용을 배울 수 있습니다.

이 강의에서 사용하는 R 패키지는 다음과 같다.

## 1.3. 참고도서

- Faraway (2016)
- Agresti (2007)
- Agresti (2012)



## Part I.

### 분할표의 분석





## 2. <97><80><84><9d><98> <8f><84>

### 2.1. <95><84><9a><94><95><9c> <8c><82><80>

```
#: warning: flase
#: output: false
#: message: false
library(tidyverse, warn.conflicts = FALSE)
```

```
-- Attaching core tidyverse packages ----- tidyverse 2.0.0 --
v dplyr      1.1.2      v readr      2.1.4
v forcats    1.0.0      v stringr    1.5.0
v ggplot2    3.4.2      v tibble     3.2.1
v lubridate  1.9.2      v tidyr      1.3.0
v purrr      1.0.1

-- Conflicts ----- tidyverse_conflicts() --
x dplyr::filter() masks stats::filter()
x dplyr::lag()     masks stats::lag()
i Use the conflicted package (<http://conflicted.r-lib.org/>) to force all conflicts to become errors
```

```
library(ggplot2, warn.conflicts = FALSE)
library(epiR, warn.conflicts = FALSE)
```

```
Loading required package: survival
Package epiR 2.0.63 is loaded
Type help(epi.about) for summary information
Type browseVignettes(package = 'epiR') to learn how to use epiR for applied epidemiological analyses
```

```
library(faraway, warn.conflicts = FALSE)
```

### 2.2. <9d><95><80><88><98>

<86><84><95><99><97><90><84><9c> <80><92><9d><80> <92><9d> <80><80><8a><94> <8a><84><97><90>  
<94><9d><84><9c> <97><86><8d><98><95> <80><88><98>(continuous variable) <94><98><95> <80><88><98>(categorical  
variable)<9c> <82><98><88><88><8b>.

## 2. <97><80><84><9d><98> <8f><84>

<80> 2<9c><9d> <94><98><95> <80><88><98><9d> <9d><95><80><88><98>(binary variable)<8a><94> <9a>  
<91><9a><94><95><9c> <97><95><9d><84> <95><9c><8b>. <9d><9c><8a><94> <91><90> <9c><9d><98>  
<84><83><9d> <91><97><90><84><9c> <95><98><82><98> <84><83><9d><95> <95><95> <9d><98><82><95><9d>  
<8b><9c><9c> <8c><80><80><84><9d><84> <80><95><98> <9e><88> <95><8c><9d><8b>.

<98><88> <93><96><84><9c> <94><9c><82><98> 19<97><90> <90><97><90><9c> <99><98><9e><90><80>  
<91><9b><90><97><90><84><9c> <98><8c> <9b> <9e><88><8b> <80><95><95><9e><90>. <99><98><9e><90><8a><94>  
<91><9b><90><97><90><84><9c> <97><9f> <80><80> <80><82> <88><98><96><89><95><98><84><9c> <8b><96><91><95><9c>  
<9e><90><8c> <88><98><91><95><9c><8b>. <98><88> <93><96> <99><98><9e><90><8a><94> <88><98><8b><9c><9c>  
<98><9d><84> <9e> <95><80><82>, <98><88><95><80><82> <93><9d><84> <9b><9d><84> <83><9d><8b>.  
<8b><96><91><95><9c> <80><82> <93><97><90><84><9c> <82><98><98> <9e><90><8c><8a><94> <97><86><8d><98><95>  
<98><90><8a><94> <94><98><95> <9e><90><8c><9c> <84><90> <83><9d><8b>.

<95><98><80><8c> <9d><98><82><80> <80><9e> <91><9a><94><95><98><8c> <95><95> <82><95><9d><80>  
<99><98><9e><90><80> <84><86><8d> <98><8c> <95><84><9a><94><9c> <95><98><8a><94><80> <95><84><8b><8c><80>  
<95><95><95> <95><9c><8b>. <89>, <97><9f> <80><80> <80><82> <95><98><97> <9c><85><81><9c><9c>  
<9d><98><82><8a><94> <99><98><9e><90><80> <8d><94> <98><8c><80> <95><84><9a><94><95><9c><80>  
<95><84><8b><8c> <80> <95><95><95> <95><9c><8b>. <9d><98><82><9d><98> <95><9d><84> <9d><95><80><88><98>  
Y<9c> <8b><9d><8c> <99><9d> <91><9c><98><84><95> <88><98> <9e><88><8b>..

$$Y = \begin{cases} 1 & \text{if patient still needs treatment} \\ 0 & \text{if patient dose not need treatment any more (GO HOME!)} \end{cases}$$

<8b><9c> <9e><84><83><81><97><90><84><9c><8a><94> <9d><9f><95><9c> <91><90> <9c><9d><98> <80><8a><95><9c>  
<84><83><9d> <91><97><90> <95><98><82><98> <84><83><9d><95><98><8a><94> <95><9d> <88><88><95><98><8c>  
<9d><96><82><98> <9d><9f><95><9c> <95><9d><80> <8c><80><80><84> <91><9a><94><95><9c> <9e><84><83><81><81>  
<95><9d><8b>. <98><88> <93><96> <8b><9d><8c> <99><9d><80> <9d><98><82><95><93><9d><80> <9d><95><80><88><98><9c>  
<91><9c><98><84><95> <88><98> <9e><88><8b>.

- <99><98><9e><90><8a><94> <95><9d><84> <9a><95><95> <95><98><8a><94><80>?
- <99><98><9e><90><8a><94> <9e><85><9b><90><9d><84> <95><95> <95><98><8a><94><80>?
- <99><98><9e><90><8a><94> <91><99><98><9e><90><8b><9c> <80><95> <95><98><8a><94><80>?
- <99><98><9e><90><8a><94> <87><9b><90><95><8f><84> <90><98><8a><94><80>?

<98><90><8a><94> <99><98><9e><90><9d><98> <83><81><83><9c>(outcome)<80> <9d><95><80><88><98><9c>  
<91><9c><98><84><90> <88><98> <9e><88><8b>.

- <99><98><9e><90><8a><94> <98><8c><80> <90><98><97><88><8a><94><80>?
- <99><98><9e><90><80> <82><9d><95><98><98><80><8a><94><80>?

<9d><9c> <94><9c><82><98> 19 <98><8c><9c><9d><98> <9a> <95><8c><95><84> <9c><84><95><9c> <9e><84><83><81><8b><97>  
<88><98><96><89><95><98> <8a><94> <9a> <83><9d><81><95><9e><90>. <86><83><81><81><9c><9c> <9e><84><83><81><8b><97>  
<91><90> <9c><9d><98> <91><8b><9d><84> <84><90><95><98> <80><9e> <8e><9d> <82><9a><95><98> <8a><94>  
<91><90> <9c><9d><98> <91><8b><9d><80> <8b><9c> <98><8c>(drug) <9b><9d><80> <82><9e><8c><93>  
<9c><84><95>(placebo)<9d><84> <9b><9d><80> <82><9e><8c><93><9d><8b>. <89> <98><8c> <9b><9d><80>  
<82><9e><8c> <9b><80> <95><8a><8a><94> <82><9e><8c><93><9d><98> <9a> <84><90><95><98> <8a><94>  
<83><9d> <9e><84><83><81><8b><97><98><9d><98> <81><9d><8b>. <9d><9f><95><9c> <9a> <95><9e><97><90><84><9c>  
<85><9d><98><95><9c> <9d><98><82> <95> <88><80><80><9c> <95><9c> <99><98><9e><90><80> <9b><9d><80>  
<98><8c><9d><98> <85><98> <9d><95><80><88><98> X<9c> <82><98><83><80><82> <88><98> <9e><88><8b>.

$$X = \begin{cases} 1 & \text{if patient receives drug} \\ 0 & \text{if treatment receives placebo} \end{cases}$$

## 2.3. <84><95><91><9c><99><80> <97><80><84><9d><98> <8f><84>

### 2.3.1. <84><95><91><9c>

<9d><9c> <95><9e><97><90><84><9c> <90><95><9c> <91><90> <9c><9d><98> <80><88><98>  $X$  <99><80>  $Y$  <9d><98> <80><84><97><90> <8c><80><95><84><9c> <83><9d><81><95> <9e><90>. <8b><97><98><97><90><84><9c> <82><9e><8c><93><9d><80> <94><9c><82><98> 19<97><90> <8c><80><95><9c> <98><8c><95><9d><98> <9a><97><90> <80><8b><9d> <9e><88><8b>. <94><9c><82><98> 19 <99><98><9e><90><80> <98><8c><95><9d><84> <98><98> <9b><9c> <98><8c><95><9d><84> <9d><9a><95><98><80> <95><8a><8a><94> <99><98><9e><90><8b> <98><8c><90><98><82><98> <82><9d><95> <80><8a><84><9d> <82><9d><80> <80><80> <9a><94> <80><8b><82><9d><8b>. <89>, <98><8c><95><9d> <99><98><9e><90><9d><98> <9a><8c> <86><8d><8f><84><82><98> <82><9d> <97><80>(association)<9e><88><8a><94><80> <95><8c> <8b><9d><80> <83><9d>, <8a><9e><88> <8b><97><98><9d> <9a> <95><90><95><98><8c> <84><84><90><9c> <9a><8a><94> <98><8c><95><9d> <99><98><9e><90><9d><98> <9a><8c><9d><82><98> <82><9d><97><90> <98><81><96><9d><84> <98><8a><94> <9b><90><9d><9d> <90><98><8a><94><80>(cause-effect relation) <8c><8c><95><85><95><98> <8b><9d><80> <83><9d><8b>.

- <80> <94><9c><82><98> 19<97><90> <8c><80><95><9c> <98><8c><95><9d><98> <9a><97><90> <8c><80><95><9c> <9e><84><83><81><8b><97><98><97><90>  $n$  <85><9d><98> <99><98><9e><90><93><9d> <8b><97><98><97><90> <80> <96><88><8b> <80><95><95><98><9e><90>.
- <98><8c><95><9d> <9a><80> <9e><88><8a><94><80><97><90> <8c><80><95><9c> ( $Y$ ) <8a><94> <98><8c> <8b><9c><9e><91><95><98><97> <95><95><84> <84> <82><97><90> <82><9d><95><98><98><80><8a><94><80><97><90> <8c><80><95><9c> <82><9c><9c> <95><95><98><98><80><8b>.

$$Y = \begin{cases} 1 & \text{if patient is dead within D days} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

<94><9c><82><98> 19<97><90> <8c><80><95><9c> <98><8c><95><9d><98> <9a><97><90> <8c><80><95><9c> <9e><84><83><81><8b><97><98><9d><98> <8b><9d><8c> <99><9d><80> **<84><95><91><9c>(contingency table)<9c>** <9a><94><95><95> <88><98> <9e><88><8b>.

Table 2.1.: (#tab:conttable22)  $2 \times 2$  <84><95><91><9c>

<98><8c>/	<82><9d> ( $Y = 1$ )	<83><9d> ( $Y = 0$ )	<95><84>
<9c><84><95> ( $X = 0$ )	$n_{11}$	$n_{12}$	$n_{1+}$
<98><8c><95> ( $X = 1$ )	$n_{21}$	$n_{22}$	$n_{2+}$
<95><84>	$n_{+1}$	$n_{+2}$	$n$

<8e><9d><80> <9e><84><83><81><8b><97><98><9d><82><98> <9d><98><95><99><97><9d><98> <93><9d><84> <9c><84><99><80> <99><9d><80>  $2 \times 2$  <84><95><91><9c><9c> <9a><94><95><95> <88><98> <9e><88><8b>. <9d><9c> <9a><9d><98> <80><8b><9d><80> <84><95><91><9c> <86><95><84><9c> <9e><84><83><81><8b><97><98><9d><98> <96><96><8c> <86><84><81><9c><9c> <94><95> <88><98> <9e><88><8a><94><80><9d><8b>.

**i** Note

<84><95><91><9c><97><90><84><9c> <97><80><84><9d><98> <8f><84> <84><82><95><98><8a><94>  
 <9a> <84><9d><98> <80><9d><95><80><88><98><9c> <91><9c><98><84><95><98>  $Y = 1$  <97><90>  
 <94><9d><84><9c> <84><82><9d><84> <88><98><96><89><95><95> <95><9c><8b>. <96><96> <9a><8a><94>  
 <82><9d><9d><82><98> <95><85><99><94><99><80> <99><9d><80> <9c><84><97><98><95><9c> <82><9d>  
 <84> <82><9d> <90> <88><98> <9e><88><9c> <96><96> <9a><8a><94> <83><9d><9d><82><98> <9a><8c>  
 <99><9d><80> <8b><9d><80> <82><9d> <84><9d> <90> <88><98> <9e><88><8b>.  
 <98><90><95><9c> <80><9d> <90><98><8a><94> <9d><95><80><88><98>  $X$  <97><90> <94><9d><84><9c>  
 <97><80><84><9d><98> <8f><84> <84><82><95> <95><8c> <84><9e><90><99><80> <84><97><90>  
 <95><8b><95><98><8a><94> <9d><84> <81><88><95><98><8c> <84><83><9d><95><95> <95><9c><8b>.  
 <84><95><91><9c><97><90><84><9c> <97><80><84><9d><98> <8f><84> <84><82><95><98><8a><94> <9a>  
 <84><84><9d><9d><98> <9d><98><8f><84><99><80> <81><97><90> <9e><8c> <84> <82> <80><9d><84>  
 <95><9d><98><95><98> <97><90> <94><9d><84><9c> <97><80><84><9d><98> <8f><84> <84><82><95><95>  
 <95><9c><8b>.

**2.3.2. <83><81><8c><80><9c><84><97><98>**

$2 \times 2$  <84><95><91><9c> @ref(tab:conttable22) <97><90><84><9c> <91><90> <9c><9d><98> <98>, <89>  
 <98><8c><95><9d><84> <9b><9d><80> <91><8b> <9c><84><95><9d><84> <9b><9d><80> <91><8b><9d><98>  
 <9a> <84><90><95> <95><8c> <80><9e> <8e><9d> <82><9a><90><98><8a><94> <8f><84>(measure)<8a><94>  
 <83><81><8c><80><9c><84><97><98>(relative risk, risk ratio, prevalnce ratio;RR)<9d><8b>.

<96><84> <91><8b><9d><98> <9c><84><97><98><9c><9d><84> <91><8b><97><90> <86><8d><95><9c> <99><98><9e><90><9d><98>  
 <88><98><97><90><84><9c> <82><9d><95><9c> <82><9e><8c><9d><98> <84><9c><9d><8b>. <84><95><91><9c>  
 @ref(tab:conttable22) <97><90><84><9c> <9c><84><95> <91><8b><9d><98> <9c><84><97><98><9c><9d><80>  
 $n_{11}/n_{1+}$  <9d><9d><8a><94> <98><8c> <9b><80> <95><8a><8a><94> <9a><97><90> <82><98><83><80><82><98><8a><94>  
 <80><90><9d> <9c><84><97><98><9c>(baseline risk)<9d><84> <9d><98><95><9c><8b>. <98><8c><95> <91><8b><9d><98>  
 <9c><84><97><98><9c><9d><80>  $n_{21}/n_{2+}$  <9d><8b>. <86><83><81><81><9c><9c> <9c><84><97><98><9c><9d><80>  
 <84><9c>(proportion, percent)<9c> <82><98><83><80><82> <9c><83><9d>(rate,<98><88> <93><96> <9d>  
 1000<85><8b>  $X$ <85>)<9c> <82><98><83><80><82><8f><84> <95><9c><8b>.

<83><81><8c><80><9c><84><97><98><9d><80> <91><90> <9c><84><97><98><9c><9d><98> <84><9c><9c><84><9c>  
 <8b><9d><8c> <99><9d> <95><9d><98><95><9c><8b>.

$$RR = \frac{n_{11}/n_{1+}}{n_{21}/n_{2+}} = \frac{\frac{n_{11}}{n_{11}+n_{12}}}{\frac{n_{21}}{n_{21}+n_{22}}} \quad (2.1)$$

<83><81><8c><80><9c><84><97><98><9d> 1<8b> <81> <84><9e><90><97><90> <9c><84><98><95><9c> <91><8b><9d>  
 <9c><84><97><98>(<9c><84><9d><98> <98><88><9c><97><90><84><9c><8a><94> <9c><84><97><98><9d>  
 <82><9d><9d><84> <9d><98><95><9c><8b>)<97><90> <98><95> <80><8a><84><9d> <84><97><90> <9c><84><98><95><9c>  
 <91><8b><8b>  $RR$  <86><92><8b><8a><94> <83><9d><84> <9d><98><95><9c><8b>. <83><81><8c><80><9c><84><97><98><9d>  
 1<9d> <91><90> <91><8b><97><90> <8c><80><95><9c> <9c><84><97><98><9d> <8f><99><9d><95><98><8b><8a><94>  
 <83><9d><84> <9d><98><95><9c><8b>.

<98><88> <93><96> <8a><95><95><9c> <94><9c><82><98> <98><8c><9c><9d><98> <9a> <8b><97><98><95><98><8a><94>  
 <9e><84><83><81><8b><97><98><97><90><84><9c> <8b><9d><8c> <96><97><88><8b>.

Table 2.2.: (#tab:conttable23) &lt;94&gt;&lt;9c&gt;&lt;82&gt;&lt;98&gt;&lt;98&gt;&lt;8c&gt;&lt;9c&gt;&lt;8b&gt;&lt;97&gt;&lt;98&gt;

<98><8c>/	<82><9d> (Y = 1)	<83><9d> (Y = 0)	<95><84>
<9c><84><95> (X = 0)	10	1212	1222
<98><8c><95> (X = 1)	5	2355	2360
<95><84>	15	3567	3582

<83><81><8c><80><9c><84><97><98><9d><80><8b><9d><8c><99><9d><84><82><90><9c><8b>.

$$RR = \frac{10/1222}{5/2360} = 3.8625 \approx 4$$

<83><81><8c><80><9c><84><97><98><9d><95> 4 <9e><80><9d><98><8a><94><98><8c><95><9d><84>  
<9b><9d><80><91><8b><8b><9c><84><95><91><8b><9d><82><9d><95><80><8a><84><9d><95> 4 <86><92><8b><8a><94>  
<83><9d><8b>.

#### **i** Note

<9a><8a><94><91><90><91><8b><9d><98><84><9c><9d><84><84><90><95><95><8c><91><90>  
<84><9c><9d><98><9d><9d><9a><95><98><8a><94><95><9d><84><9e><90><82><9a><95><9c><8b>.  
<91><90><91><8b><9d><98><84><9c><9d><81><81>  $p_1$ ,  $p_2$  <9d><91><90><84><9c><9d><98>  
<9d><8a><94>  $p_1 - p_2$  <9d><9d><8a><94><9a><80><8f><89><83><81><81><9c><9c>  
<82><9a><95><98><8a><94><84><9c><9d><98><84><90><8f><84><9d><8b>.  
<98><88><93><96><8c><80><86><9b><84><93><9d><98><80><80><9c><9d><8a><94><8e><9d><80>  
<96><97><90><84><9c><82><9a><95><98><9e><88><9c><88><86><84><95><99><97><90><84><9c>  
<91><90><91><8b><9d><98><84><90><9c><84><95><9c><80><84><80><95><97><90><84><9c><8f><84>  
<84><9c><9d><98><9d><9d><9a><95><98><98><80><8b>.  
<9c><84><9d><98><94><9c><82><98><98><8c><9c><9d><98><9a><84><90><95><98><8a><94>  
<8b><97><98><97><90><84><9c><98><8c><91><8b><9c><84><95><91><8b><9d><98><82><9d><9d>  
<8f><84><9c><82><9a><95><98><96><96><8c>?

### 2.3.3. <97><9c><84><97><98><8b><9a>

<97><9c><84><97><98>(attributable proportion, attributable risk percent, AR)<9d><80><91><90>  
<9d><98><9c><84><97><98><97><90><8c><80><95><9c><84><90><9c><84><95><9c><8b><8f><84><9d><8b>.  
<97><9c><84><97><98><9d><80><8a><95><95><9c><84><9d><84><80><84><91><8b>(exposed group)<9d>  
<9c><84><97><98><97><90><98><95><9c><84><91><8b><97><90><84><9c><80><95><98><8a><94><84><9c><9d><84>  
<84><9c><9c><82><98><83><80><82><8b>.

$$AR = \frac{(n_{11}/n_{1+}) - (n_{21}/n_{2+})}{n_{11}/n_{1+}} \times 100 \quad (2.2)$$

<98><88><93><96><84><9d><97><9e><90>(unexposed group)<99><80><9d><97><9e><90>(exposed group)<9d><98>  
<8f><90><95><94><97><90><8c><80><95><9c><9c><84><97><98><9d><84><84><90><95><98><8a><94><9a>  
<83><9d><81><95><9e><90>.<84><9d><97><9e><90><9d><98><8f><90><95><94><9c><9c><9d><95><9c>





Table 2.3.: (#tab:conttable24)  $2 \times 2$   $\langle 84 \rangle \langle 95 \rangle \langle 91 \rangle \langle 9c \rangle \langle 98 \rangle \langle 88 \rangle \langle 9c \rangle$ 

$\langle 98 \rangle /$	$\langle 84 \rangle (Y = 1)$	$\langle 8b \rangle \langle 8c \rangle (Y = 0)$	$\langle 95 \rangle \langle 84 \rangle$
0 ( $X = 0$ )	6	4	10
1 ( $X = 1$ )	4	6	10
$\langle 95 \rangle \langle 84 \rangle$	10	10	20

$\langle 84 \rangle \langle 9c \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 9d \rangle \langle \text{DP} \rangle \langle 9d \rangle \langle 80 \rangle \langle 8b \rangle \langle 9d \rangle \langle 8c \rangle \langle 99 \rangle \langle 9d \rangle \langle 84 \rangle \langle 82 \rangle \langle 90 \rangle \langle 9c \rangle \langle 8b \rangle$ .

$$DP(0/1) = 6/10 - 4/10 = 0.2$$

$\langle 83 \rangle \langle 81 \rangle \langle 8c \rangle \langle 80 \rangle \langle 9c \rangle \langle 84 \rangle \langle 97 \rangle \langle 98 \rangle \langle 9d \rangle \langle 80 \rangle \langle 8b \rangle \langle 9d \rangle \langle 8c \rangle \langle 99 \rangle \langle 9d \rangle \langle 84 \rangle \langle 82 \rangle \langle 90 \rangle \langle 9c \rangle \langle 8b \rangle$ .

$$RR(0/1) = \frac{6/10}{4/10} = \frac{6}{4} = 1.5$$

$\langle 98 \rangle \langle 88 \rangle \langle 84 \rangle \langle 8a \rangle \langle 94 \rangle \langle 8b \rangle \langle 9d \rangle \langle 8c \rangle \langle 99 \rangle \langle 9d \rangle \langle 84 \rangle \langle 82 \rangle \langle 90 \rangle \langle 9c \rangle \langle 8b \rangle$ .

$$OR(0/1) = \frac{6/4}{4/6} = \frac{(6)(6)}{(4)(4)} = 2.25$$

## 2.4. $\langle 8b \rangle \langle 84 \rangle$

$\langle 83 \rangle \langle 81 \rangle \langle 8c \rangle \langle 80 \rangle \langle 9c \rangle \langle 84 \rangle \langle 97 \rangle \langle 98 \rangle \langle 98 \rangle \langle 88 \rangle \langle 84 \rangle \langle 8a \rangle \langle 94 \rangle \langle 84 \rangle \langle 95 \rangle \langle 91 \rangle \langle 9c \rangle \langle 97 \rangle \langle 90 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9c \rangle \langle 97 \rangle \langle 80 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9d \rangle \langle 84 \rangle \langle 82 \rangle \langle 98 \rangle \langle 83 \rangle \langle 80 \rangle \langle 82 \rangle \langle 8a \rangle \langle 94 \rangle \langle 95 \rangle \langle 98 \rangle \langle 82 \rangle \langle 98 \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 8f \rangle \langle 84 \rangle, \langle 89 \rangle \langle 90 \rangle \langle 94 \rangle \langle 95 \rangle \langle 9f \rangle \langle 89 \rangle \langle \text{point estimation} \rangle \langle 9d \rangle \langle 8b \rangle. \langle 95 \rangle \langle 98 \rangle \langle 82 \rangle \langle 98 \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 88 \rangle \langle 9e \rangle \langle 90 \rangle \langle 9c \rangle \langle 91 \rangle \langle 9c \rangle \langle 98 \rangle \langle 84 \rangle \langle 90 \rangle \langle 98 \rangle \langle 8a \rangle \langle 94 \rangle \langle 90 \rangle \langle 94 \rangle \langle 95 \rangle \langle 9d \rangle \langle 80 \rangle \langle 91 \rangle \langle 9c \rangle \langle 9c \rangle \langle 9c \rangle \langle 80 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9c \rangle \langle 83 \rangle \langle 9d \rangle \langle 95 \rangle \langle 9c \rangle \langle 88 \rangle \langle 99 \rangle \langle 95 \rangle \langle 8b \rangle \langle 84 \rangle \langle 9d \rangle \langle 84 \rangle \langle 98 \rangle \langle 98 \rangle \langle 81 \rangle \langle 95 \rangle \langle 98 \rangle \langle 80 \rangle \langle 95 \rangle \langle 9c \rangle \langle 8b \rangle. \langle 94 \rangle \langle 9d \rangle \langle 84 \rangle \langle 9c \rangle \langle 90 \rangle \langle 94 \rangle \langle 95 \rangle \langle 9f \rangle \langle 89 \rangle \langle 9d \rangle \langle 84 \rangle \langle 99 \rangle \langle 84 \rangle \langle 95 \rangle \langle 98 \rangle \langle 9c \rangle \langle 84 \rangle \langle 95 \rangle \langle 98 \rangle \langle 97 \rangle \langle 8b \rangle \langle 84 \rangle \langle \text{confidence interval} \rangle \langle 9d \rangle \langle 84 \rangle \langle 9c \rangle \langle 8b \rangle \langle 9c \rangle \langle 95 \rangle \langle 88 \rangle \langle 98 \rangle \langle 9e \rangle \langle 88 \rangle \langle 8b \rangle$ .

$\langle 83 \rangle \langle 81 \rangle \langle 8c \rangle \langle 80 \rangle \langle 9c \rangle \langle 84 \rangle \langle 97 \rangle \langle 98 \rangle \langle 98 \rangle \langle 88 \rangle \langle 84 \rangle \langle 8a \rangle \langle 94 \rangle \langle 91 \rangle \langle 9c \rangle \langle 84 \rangle \langle 9c \rangle \langle 98 \rangle \langle 90 \rangle \langle 8a \rangle \langle 94 \rangle \langle 85 \rangle \langle 80 \rangle \langle 8f \rangle \langle 84 \rangle \langle 88 \rangle \langle 98 \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 95 \rangle \langle 88 \rangle \langle 98 \rangle \langle 9c \rangle \langle 82 \rangle \langle 98 \rangle \langle 83 \rangle \langle 80 \rangle \langle 82 \rangle \langle 9c \rangle \langle 8b \rangle. \langle 95 \rangle \langle 98 \rangle \langle 80 \rangle \langle 8c \rangle \langle 95 \rangle \langle 88 \rangle \langle 98 \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 98 \rangle \langle 95 \rangle \langle 83 \rangle \langle 9c \rangle \langle 80 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9c \rangle \langle 9c \rangle \langle 84 \rangle \langle 9c \rangle \langle 84 \rangle \langle 84 \rangle \langle 98 \rangle \langle 95 \rangle \langle 9d \rangle \langle 95 \rangle \langle 8c \rangle \langle 97 \rangle \langle 90 \rangle \langle 83 \rangle \langle 81 \rangle \langle 8c \rangle \langle 80 \rangle \langle 9c \rangle \langle 84 \rangle \langle 97 \rangle \langle 98 \rangle \langle 98 \rangle \langle 88 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 82 \rangle \langle 81 \rangle \langle 9d \rangle \langle 91 \rangle \langle 9c \rangle \langle 80 \rangle \langle 98 \rangle \langle \text{standard error} \rangle \langle 8a \rangle \langle 94 \rangle \langle 89 \rangle \langle 8c \rangle \langle 95 \rangle \langle 88 \rangle \langle 98 \rangle \langle 97 \rangle \langle 86 \rangle \langle 8b \rangle$ .

$\langle 80 \rangle \langle 9d \rangle @\text{ref(multiclat)} \langle 97 \rangle \langle 90 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9c \rangle \langle 8b \rangle \langle 95 \rangle \langle 84 \rangle \langle 8f \rangle \langle 80 \rangle \langle 95 \rangle \langle 95 \rangle \langle 98 \rangle \langle 9c \rangle \langle 98 \rangle \langle 88 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 90 \rangle \langle 81 \rangle \langle 84 \rangle \langle 82 \rangle \langle 9d \rangle \langle 84 \rangle \langle 8b \rangle \langle 9d \rangle @\text{ref(eq:logoddratiovar)} \langle 97 \rangle \langle 90 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9c \rangle \langle 8b \rangle \langle 9d \rangle \langle 8c \rangle \langle 99 \rangle \langle 9d \rangle \langle 9c \rangle \langle 8f \rangle \langle 84 \rangle \langle 95 \rangle \langle 98 \rangle \langle 98 \rangle \langle 80 \rangle \langle 8b \rangle$ .

$$v_1 = V(\log OR) \approx \frac{1}{n_{11}} + \frac{1}{n_{12}} + \frac{1}{n_{21}} + \frac{1}{n_{22}}$$

$\langle 94 \rangle \langle 9d \rangle \langle 84 \rangle \langle 9c \rangle \langle 9c \rangle \langle 98 \rangle \langle 88 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle 100(1 - \alpha) \% \langle 82 \rangle \langle 8b \rangle \langle 84 \rangle \langle 9d \rangle \langle 84 \rangle \langle 8b \rangle \langle 9d \rangle \langle 8c \rangle \langle 99 \rangle \langle 9d \rangle \langle 95 \rangle \langle 88 \rangle \langle 98 \rangle \langle 9e \rangle \langle 88 \rangle \langle 8b \rangle$ .



2.5.  $\langle 98 \rangle \langle 88 \rangle \langle 9c \rangle$ :  $\langle 95 \rangle \langle 84 \rangle \langle 8a \rangle \langle 94 \rangle \langle 9e \rangle \langle 84 \rangle \langle 83 \rangle \langle 81 \rangle \langle 8b \rangle \langle 97 \rangle \langle 98 \rangle$

$$\log OR \pm z_{\alpha/2} \sqrt{v_1}$$

$\langle 9c \rangle \langle 84 \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 8b \rangle \langle 84 \rangle \langle 9d \rangle \langle 84 \rangle \langle 98 \rangle \langle 88 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9c \rangle \langle 97 \rangle \langle 80 \rangle \langle 99 \rangle \langle 98 \rangle \langle 95 \rangle \langle 98 \rangle \langle 98 \rangle \langle 88 \rangle \langle 84 \rangle OR$   
 $\langle 9d \rangle \langle 98 \rangle 100(1 - \alpha) \% \langle 82 \rangle \langle 8b \rangle \langle 84 \rangle \langle 9d \rangle \langle 84 \rangle \langle 8b \rangle \langle 9d \rangle \langle 8c \rangle \langle 99 \rangle \langle 8b \rangle.$

$$(OR \times \exp[-z_{\alpha/2} \sqrt{v_1}], OR \times \exp[z_{\alpha/2} \sqrt{v_1}])(\#eq : oddratiovar) \quad (2.3)$$

$\langle 83 \rangle \langle 81 \rangle \langle 8c \rangle \langle 80 \rangle \langle 9c \rangle \langle 84 \rangle \langle 97 \rangle \langle 98 \rangle (RR) \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 8b \rangle \langle 84 \rangle \langle 8f \rangle \langle 84 \rangle \langle 98 \rangle \langle 88 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 8b \rangle \langle 84 \rangle \langle 9d \rangle \langle 84 \rangle$   
 $\langle 9c \rangle \langle 8f \rangle \langle 84 \rangle \langle 95 \rangle \langle 98 \rangle \langle 8a \rangle \langle 94 \rangle \langle 95 \rangle \langle 9c \rangle \langle 82 \rangle \langle 95 \rangle \langle 98 \rangle \langle 8c \rangle \langle 8d \rangle \langle 83 \rangle \langle 80 \rangle \langle 95 \rangle \langle 9d \rangle \langle 84 \rangle \langle 82 \rangle \langle 9a \rangle \langle 95 \rangle \langle 98 \rangle$   
 $\langle 8b \rangle \langle 9d \rangle \langle 8c \rangle \langle 99 \rangle \langle 9d \rangle \langle 95 \rangle \langle 88 \rangle \langle 98 \rangle \langle 9e \rangle \langle 88 \rangle \langle 8b \rangle.$

$$(RR \times \exp[-z_{\alpha/2} \sqrt{v_2}], OR \times \exp[z_{\alpha/2} \sqrt{v_2}])(\#eq : rrratiovar) \quad (2.4)$$

$\langle 9c \rangle \langle 84 \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 8b \rangle \langle 9d \rangle @ref(eq:rrratiovar) \langle 97 \rangle \langle 90 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9c \rangle v_2 \langle 8a \rangle \langle 94 \rangle \langle 8b \rangle \langle 9d \rangle \langle 8c \rangle \langle 99 \rangle \langle 9d \rangle$   
 $\langle 84 \rangle \langle 82 \rangle \langle 95 \rangle \langle 9c \rangle \langle 8b \rangle.$

$$v_2 = V(\log RR) \approx \frac{1 - n_{11}/n_{1+}}{n_{11}} + \frac{1 - n_{21}/n_{2+}}{n_{21}}$$

## 2.5. $\langle 98 \rangle \langle 88 \rangle \langle 9c \rangle$ : $\langle 95 \rangle \langle 84 \rangle \langle 8a \rangle \langle 94 \rangle \langle 9e \rangle \langle 84 \rangle \langle 83 \rangle \langle 81 \rangle \langle 8b \rangle \langle 97 \rangle \langle 98 \rangle$

$\langle 86 \rangle \langle 8c \rangle \langle 9f \rangle \langle 89 \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 95 \rangle \langle 84 \rangle \langle 8a \rangle \langle 94 \rangle \langle 9a \rangle \langle 9d \rangle \langle 8b \rangle \langle 9e \rangle \langle 91 \rangle \langle 9c \rangle \langle 9c \rangle \langle 9d \rangle \langle 95 \rangle \langle 9c \rangle \langle 9c \rangle \langle 84 \rangle \langle 97 \rangle \langle 98 \rangle \langle 9d \rangle \langle 84 \rangle$   
 $\langle 84 \rangle \langle 9d \rangle \langle 8a \rangle \langle 94 \rangle \langle 8d \rangle \langle 9a \rangle \langle 80 \rangle \langle 9e \rangle \langle 88 \rangle \langle 8a \rangle \langle 94 \rangle \langle 80 \rangle \langle 95 \rangle \langle 8c \rangle \langle 95 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9e \rangle \langle 90 \rangle \langle 9e \rangle \langle 84 \rangle \langle 83 \rangle \langle 81 \rangle \langle 8b \rangle \langle 97 \rangle \langle 98 \rangle \langle 9d \rangle \langle 8$   
 $\langle 8b \rangle \langle 8b \rangle \langle 9c \rangle \langle 95 \rangle \langle 98 \rangle \langle 98 \rangle \langle 80 \rangle \langle 8b \rangle. 22,701 \langle 85 \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 82 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9d \rangle \langle 84 \rangle \langle 9e \rangle \langle 84 \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 99 \rangle \langle 94 \rangle (\text{randomization})$   
 $\langle 9d \rangle \langle 84 \rangle \langle 86 \rangle \langle 95 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9c \rangle \langle 91 \rangle \langle 90 \rangle \langle 9c \rangle \langle 9c \rangle \langle 82 \rangle \langle 98 \rangle \langle 88 \rangle \langle 88 \rangle \langle 9b \rangle \langle 84 \rangle, \langle 95 \rangle \langle 9c \rangle \langle 9d \rangle \langle 80 \rangle \langle 9d \rangle$   
 $\langle 9d \rangle \langle 95 \rangle \langle 9f \rangle \langle 89 \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 95 \rangle \langle 84 \rangle \langle 8a \rangle \langle 94 \rangle \langle 9d \rangle \langle 84 \rangle \langle 9a \rangle \langle 8b \rangle \langle 9c \rangle \langle 82 \rangle \langle 8b \rangle \langle 9d \rangle \langle 80 \rangle \langle 9c \rangle \langle 84 \rangle \langle 95 \rangle (\text{palcebo})$   
 $\langle 9a \rangle \langle 95 \rangle \langle 98 \rangle \langle 8c \rangle \langle 95 \rangle \langle 9c \rangle \langle 9b \rangle \langle 84 \rangle \langle 95 \rangle 5 \langle 85 \rangle \langle 84 \rangle \langle 84 \rangle \langle 8b \rangle \langle 83 \rangle \langle 89 \rangle \langle 9d \rangle \langle 9d \rangle \langle 96 \rangle \langle 82 \rangle \langle 98 \rangle \langle 8a \rangle \langle 94 \rangle \langle 80 \rangle$   
 $\langle 95 \rangle \langle 8c \rangle \langle 95 \rangle \langle 84 \rangle \langle 95 \rangle \langle 98 \rangle \langle 8b \rangle. \langle 9e \rangle \langle 84 \rangle \langle 83 \rangle \langle 81 \rangle \langle 8b \rangle \langle 97 \rangle \langle 98 \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 8a \rangle \langle 94 \rangle \langle 95 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9e \rangle \langle 98 \rangle$   
 $\langle 91 \rangle \langle 9c \rangle \langle 99 \rangle \langle 80 \rangle \langle 99 \rangle \langle 8b \rangle.$

Table 2.4.: ( $\#tab:conttable25$ )  $\langle 95 \rangle \langle 84 \rangle \langle 8a \rangle \langle 94 \rangle \langle 9e \rangle \langle 84 \rangle \langle 83 \rangle \langle 81 \rangle \langle 8b \rangle \langle 97 \rangle \langle 98 \rangle$

	$\langle 8b \rangle \langle 83 \rangle \langle 89 \rangle$	$\langle 8b \rangle \langle 83 \rangle \langle 89 \rangle$	
	$\langle 9c \rangle \langle 83 \rangle \langle 9d \rangle$	$\langle 97 \rangle \langle 86 \rangle \langle 9d \rangle \langle 8c \rangle$	$\langle 95 \rangle$
$\langle 95 \rangle \langle 84 \rangle \langle 8a \rangle \langle 94 \rangle$	139	10,898	11,037
$\langle 9c \rangle \langle 84 \rangle \langle 95 \rangle$	239	10,795	11,034

$\langle 9c \rangle \langle 84 \rangle \langle 95 \rangle \langle 91 \rangle \langle 8b \rangle \langle 95 \rangle \langle 84 \rangle \langle 8a \rangle \langle 94 \rangle \langle 91 \rangle \langle 8b \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 83 \rangle \langle 81 \rangle \langle 8c \rangle \langle 80 \rangle \langle 9c \rangle \langle 84 \rangle \langle 97 \rangle \langle 98 \rangle \langle 9d \rangle \langle 80 \rangle$   
 $\langle 8b \rangle \langle 9d \rangle \langle 8c \rangle \langle 99 \rangle \langle 8b \rangle.$

$$RR = \frac{139/11037}{239/11034} = 0.581$$

2. <97><80><84><9d><98> <8f><84>

<83><81><8c><80><9c><84><97><98><9d><84> 1<8b> <9e><91><9c><80><9c> <95><84><8a><94><9d><84>  
<9a><95><9c> <91><8b><9d> <9c><84><95> <91><8b><97><90> <84><95><84><9c> <8b> <83><89><9d>  
<9d><96><82> <9c><84><97><98><9d> <81><96><84> <8b><8a><94> <83><9d><84> <95><8c> <88><98>  
<9e><88><8b>.

<83><81><8c><80><9c><84><97><98><9d><98> 95% <82> <8b><84><9d><80> <8b><9d><8c> <99><9d> <84><82><95><9c><8b>.

<80> <8b><9d><8c>  $v_2$  <84><82><95><98>

$$v_2 = \frac{1 - n_{11}/n_{1+}}{n_{11}} + \frac{1 - n_{21}/n_{2+}}{n_{21}} = \frac{1 - 139/11037}{139} + \frac{1 - 239/11034}{239} = 0.011$$

<83><81><8c><80><9c><84><97><98><9d><98> <8b><84><9d><80> <8b><9d><8c> <99><8b>.

$$(0.581 \times \exp[-1.96\sqrt{0.011}], 0.581 \times \exp[1.96\sqrt{0.011}]) = (0.473, 0.715)$$

<9c><84><9d><98> <8b><84><9d><80> 1<9d><84> <8f><95><95><98><80> <95><8a><9c><80><9c> <83><81><8c><80><9c><84><9d><98>  
1 <9c><9d><98><95><9c> <9d><80> <9e><88><8b> <95> <88><98> <9e><88><8b>. <81><9c><9c> <95><84><8a><94><9d><98>  
<9a><9d><80> <8b><83><89><9d><98> <9c><83><9d><9d><84> <90><86><8c><8b><9c><82><8b> <95> <88><98>  
<9e><88><8b>.

<9d><9c> epiR <8c><82><80> <82><9a><95><98><97> <9c><84><97><90><84><9c> <84><84><9d><95><9c>  
<82><9a><9d><84> <8b><8b><9c> <95><9e><90>.

<80> <9c><84><9d><98> <9e><84><83><81><8b><97><98> <9e><90><8c> R <9d><98> matrix <98><95><83><9c><9c>  
<80><9e><95><9c><8b>.

```
ex1dat <- matrix( c(139, 10898, 239, 10795), 2, 2, byrow=TRUE)
ex1dat
```

```
      [,1] [,2]
[1,]  139 10898
[2,]  239 10795
```

<9d><9c> <95><88><98> epi.2by2 <9d><9a><95><98><97> <83><81><8c><80><9c><84><97><98> <8b><8c><80><84><9d><84>  
<95><9e><90>. <9e><84><9d><98><99><94> <82><9a><95><9c> <9e><84><83><81><8b><97><98> <9e><90><8c><9d>  
<9a> method = "cross.sectional" <9c><9c> <80><95><95><9c><8b>. <80><8b><9d> <9e><88><8a><94>  
<82>(<8b><83><89>, outcome)<9d><98> <8f><84><88><98><80> <88> <97>(column)<97><90> <9e><88><9c><8b><88>  
outcome = "as.columns"<9d><9d> <80><95><95><9c><8b>.

<95><84><9e><98> <97><90> Prevalence ratio<9d> <82><98><98><8a><94> <83><9d> <83><81><8c><80><9c><84><97><98><9d>

```
epi.2by2(dat = ex1dat, method = "cross.sectional", conf.level = 0.95, units = 100,
  interpret = FALSE, outcome = "as.columns")
```

	Outcome +	Outcome -	Total	Prev risk *
Exposed +	139	10898	11037	1.26 (1.06 to 1.49)
Exposed -	239	10795	11034	2.17 (1.90 to 2.46)

Total 378 21693 22071 1.71 (1.55 to 1.89)

Point estimates and 95% CIs:

```
-----
Prev risk ratio          0.58 (0.47, 0.72)
Prev odds ratio          0.58 (0.47, 0.71)
Attrib prev in the exposed * -0.91 (-1.25, -0.56)
Attrib fraction in the exposed (%) -71.99 (-111.63, -39.78)
Attrib prev in the population * -0.45 (-0.77, -0.13)
Attrib fraction in the population (%) -26.47 (-36.51, -17.18)
-----
```

Uncorrected chi2 test that OR = 1: chi2(1) = 26.944 Pr>chi2 = <0.001

Fisher exact test that OR = 1: Pr>chi2 = <0.001

Wald confidence limits

CI: confidence interval

\* Outcomes per 100 population units

## 2.6. <98><88><9c>: <95><82><9a> <82><80>-<8c><80> <97>

<8b><9e><91><9c><9e><91><9d><84> <9d><9c><82> <99><98><9e><90><99><80> <87><80> <95><8a><9d><80>  
<82><9e><8c><93><9d><84> <81><81> 214<85><94> <82><95><98><97> <97><90> <95><82><9a><9d><84>  
<95><9c> <9d> <9e><88><8a><90><80> <82><95><9c> <82><80>-<8c><80> <97>(case-control study) <9d><98>  
<80> <95><84><9e><98> <91><9c><97><90> <9e><88><8b>.

Table 2.5.: (#tab:conttable26) <95> <82><9a> <82><80>-<8c><80> <97>

	<8b><9e> <9c><9e><91> <9c><83><9d>	<8b><9e> <9c><9e><91> <97><86><9d><8c>
<95><82><9a> <9c>	73	18
<95><82><9a>	141	196
<95>	214	214

<82><80>-<8c><80> <97><8a><94> <82><80>(case)<80> <9c><90><98>, <89> <9c><84><9d><98> <97><99><80>  
<99><9d> <8b><9e><9c><9e><91><9d> <9d><96><82><9c> <99><98><9e><90><80> <9c><83><9d><95><98>  
<99><98><9e><90><99><80> <9c><82><95><9c> <82><98><9d><99><80> <84><84> <93><9d><84> <80><84>  
<9d><98><82><9e><8c><9d><84> <95><84> <95><98><97> <99><98><9e><90><99><80> <9d><98><9d><9d><98>  
<9d><84> <82><95><98><8a><94> <9b><84><96><81><9d> <97>(restrspective study)<9d><8b>. <98><8c><80><9c>  
<95><9e><9d><98> <98><88><9c><97><90><84><9c> <9e><84><9d><98><99><94> <9d><9a><95><9c> <9e><84><83><81><8b><97>  
<84><96><81> <97>(prospective study)<9d><8b>.

<9d><9f><95><9c> <82><80>-<8c><80> <97><97><90><84><9c><8a><94> <83><81><8c><80><9c><84><97><98><9d><84>  
<9d><9a><95><98><97> <97><80><84><9d><84> <95><8c><95><84><82> <88><98> <97><86><8b>. <95><98><80><8c>  
<82><80>-<8c><80> <97><97><90><84><9c> <83><81><8c><80><9c><84><97><98> <8c><80><8b> <98><88><84>  
<9d><9a><95><98><97> <97><80><84><9d><84> <94><95> <88><98> <9e><88><8b>. <82><80>-<8c><80>  
<97><97><90><84><9c> <83><81><8c><80><9c><84><97><98><9d><84> <82><9a><95> <88><98> <97><86><80><8c>



```

epi.2by2(dat = ex2dat, method = "case.control", conf.level = 0.95, units = 100,
  interpret = FALSE, outcome = "as.columns")

```

	Outcome +	Outcome -	Total	Odds
Exposed +	73	18	91	4.06 (2.50 to 7.27)
Exposed -	141	196	337	0.72 (0.57 to 0.89)
Total	214	214	428	1.00 (0.83 to 1.21)

Point estimates and 95% CIs:

```

-----
Exposure odds ratio                    5.64 (3.22, 9.86)
Attrib fraction (est) in the exposed (%) 82.19 (68.26, 90.44)
Attrib fraction (est) in the population (%) 28.06 (20.13, 35.21)
-----

```

Uncorrected chi2 test that OR = 1: chi2(1) = 42.218 Pr>chi2 = <0.001

Fisher exact test that OR = 1: Pr>chi2 = <0.001

Wald confidence limits

CI: confidence interval



### 3. <97><80><84><9d><98> <80><95>

<9d> <88><97><90><84><9c><8a><94> <91><90> <80><88><98><9d><98> <97><80><84><97><90> <86><84><81>  
<80><84> <80><95> <95><9d><84> <82><8e><9e><90>.

#### 3.1. <95><84><9a><94><95><9c> <8c><82><80>

```
#: warning: flase
#: output: false
#: message: false
library(tidyverse, warn.conflicts = FALSE)
```

```
-- Attaching core tidyverse packages ----- tidyverse 2.0.0 --
v dplyr      1.1.2      v readr      2.1.4
v forcats    1.0.0      v stringr    1.5.0
v ggplot2    3.4.2      v tibble     3.2.1
v lubridate  1.9.2      v tidyr      1.3.0
v purrr      1.0.1

-- Conflicts ----- tidyverse_conflicts() --
x dplyr::filter() masks stats::filter()
x dplyr::lag()     masks stats::lag()
i Use the conflicted package (<http://conflicted.r-lib.org/>) to force all conflicts to become errors
```

```
library(ggplot2, warn.conflicts = FALSE)
library(epiR, warn.conflicts = FALSE)
```

```
Loading required package: survival
Package epiR 2.0.63 is loaded
Type help(epi.about) for summary information
Type browseVignettes(package = 'epiR') to learn how to use epiR for applied epidemiological analyses
```

```
library(faraway, warn.conflicts = FALSE)
library(knitr, warn.conflicts = FALSE)
```

3.  $\langle 97 \rangle \langle 80 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 80 \rangle \langle 95 \rangle$

### 3.2. $\langle 9d \rangle \langle 9c \rangle \langle 80 \rangle \langle 95 \rangle$

$\langle 9d \rangle \langle 8b \rangle \ 2 \langle 9c \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 9d \rangle \langle 95 \rangle \langle 80 \rangle \langle 88 \rangle \langle 98 \rangle \ X \ \langle 99 \rangle \langle 80 \rangle \ Y \ \langle 95 \rangle \langle 98 \rangle \langle 80 \rangle \langle 8a \rangle \langle 95 \rangle \langle 9c \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 95 \rangle$   
 $\langle 99 \rangle \langle 95 \rangle \langle 9d \rangle \langle 80 \rangle \langle 8b \rangle \langle 9d \rangle \langle 8c \rangle \langle 99 \rangle \langle 9d \rangle \langle 80 \rangle \ 2 \times 2 \ \langle 84 \rangle \langle 95 \rangle \langle 91 \rangle \langle 9c \rangle \langle 9c \rangle \langle 82 \rangle \langle 98 \rangle \langle 83 \rangle \langle 80 \rangle \langle 82 \rangle \langle 88 \rangle \langle 98 \rangle$   
 $\langle 9e \rangle \langle 88 \rangle \langle 8b \rangle$ .

		$Y$		
		0	1	Total
$X$	0	$p_{11}$	$p_{12}$	$p_{1+}$
	1	$p_{21}$	$p_{22}$	$p_{2+}$
Total		$p_{+1}$	$p_{+2}$	1

Figure 3.1.:  $2 \times 2 \ \langle 84 \rangle \langle 95 \rangle \langle 91 \rangle \langle 9c \rangle$

```
table22p, out.width='50%', echo=FALSE, fig.align='center', fig.cap= "2 x 2  $\langle 84 \rangle \langle 95 \rangle \langle 91 \rangle \langle 9c \rangle$ "
knitr::include_graphics("myimages/table22-01.png")
```

$\langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 81 \rangle \langle 9c \rangle \langle 9c \rangle \ 2 \times 2 \ \langle 84 \rangle \langle 95 \rangle \langle 91 \rangle \langle 9c \rangle \langle 97 \rangle \langle 90 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9c \rangle \langle 8b \rangle \langle 9d \rangle \langle 8c \rangle \langle 99 \rangle \langle 9d \rangle \langle 80 \rangle \langle 91 \rangle \langle 90 \rangle$   
 $\langle 80 \rangle \langle 80 \rangle \langle 80 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9d \rangle \langle 80 \rangle \langle 8a \rangle \langle 95 \rangle \langle 98 \rangle \langle 8b \rangle$ .

- $\langle 8f \rangle \langle 99 \rangle \langle 88 \rangle \langle 84 \rangle \langle 80 \rangle \langle 95 \rangle$  (homogeneity test)

$\langle 80 \rangle \langle 88 \rangle \langle 98 \rangle \ X \ \langle 80 \rangle \langle 8b \rangle \langle 88 \rangle \langle 9c \rangle \langle 95 \rangle \langle 98 \rangle \langle 8c \rangle \ \langle 8f \rangle \langle 85 \rangle \langle 91 \rangle \langle 8b \rangle \langle 9d \rangle \langle 84 \rangle \langle 82 \rangle \langle 98 \rangle \langle 88 \rangle \langle 84 \rangle \langle 8a \rangle \langle 94 \rangle$   
 $\langle 80 \rangle \langle 88 \rangle \langle 98 \rangle \langle 9d \rangle \ \langle 9a \rangle \ (\langle 98 \rangle \langle 88 \rangle \ \langle 93 \rangle \langle 96 \rangle \ \langle 8b \rangle \langle 97 \rangle \langle 98 \rangle \langle 95 \rangle \ \langle 91 \rangle \langle 8b \rangle \ \langle 9c \rangle \langle 84 \rangle \langle 95 \rangle \ \langle 91 \rangle \langle 8b \rangle)$   
 $\langle 91 \rangle \langle 90 \rangle \ \langle 84 \rangle \langle 97 \rangle \langle 90 \rangle \ \langle 9d \rangle \langle 95 \rangle \langle 80 \rangle \langle 88 \rangle \langle 98 \rangle \ Y \ \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \ \langle 84 \rangle \langle 99 \rangle \langle 95 \rangle \langle 9d \rangle \ \langle 99 \rangle \langle 9d \rangle \langle 80 \rangle \langle 80 \rangle$   
 $\langle 80 \rangle \langle 95 \rangle \langle 95 \rangle \langle 98 \rangle \langle 8a \rangle \langle 94 \rangle \langle 9a \rangle \langle 9d \rangle \langle 8b \rangle$ .  $\langle 8b \rangle \langle 97 \rangle \langle 98 \rangle \langle 95 \rangle \langle 91 \rangle \langle 8b \rangle \langle 9c \rangle \langle 84 \rangle \langle 95 \rangle \langle 91 \rangle \langle 8b \rangle \langle 97 \rangle \langle 90 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9c \rangle$   
 $\langle 8b \rangle \langle 9e \rangle \langle 91 \rangle \langle 9d \rangle \langle 9c \rangle \langle 91 \rangle \langle 95 \rangle \langle 99 \rangle \langle 95 \rangle \langle 9d \rangle \langle 99 \rangle \langle 9d \rangle \langle 80 \rangle \langle 80 \rangle \langle 80 \rangle \langle 95 \rangle \langle 9d \rangle \langle 84 \rangle \langle 88 \rangle \langle 98 \rangle \langle 96 \rangle \langle 89 \rangle \langle 95 \rangle$   
 $\langle 95 \rangle \langle 8c \rangle \langle 80 \rangle \langle 80 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9d \rangle \langle 80 \rangle \langle 8b \rangle \langle 9d \rangle \langle 8c \rangle \langle 99 \rangle \langle 8b \rangle$ .

$$H_0 : p_{1j} = p_{2j} = p_j$$

- $\langle 8f \rangle \langle 85 \rangle \langle 84 \rangle \langle 80 \rangle \langle 95 \rangle$  (independent test)

$\langle 80 \rangle \langle 88 \rangle \langle 98 \rangle \ X \ \langle 99 \rangle \langle 80 \rangle \ Y \ \langle 80 \rangle \langle 91 \rangle \langle 90 \rangle \langle 99 \rangle \langle 95 \rangle \langle 80 \rangle \langle 88 \rangle \langle 98 \rangle \langle 9d \rangle \langle 9a \rangle \langle 91 \rangle \langle 90 \rangle \langle 80 \rangle \langle 88 \rangle \langle 98 \rangle \langle 80 \rangle$   
 $\langle 8f \rangle \langle 85 \rangle \langle 9d \rangle \langle 80 \rangle \ \langle 80 \rangle \langle 95 \rangle \langle 95 \rangle \langle 98 \rangle \langle 8a \rangle \langle 94 \rangle \ \langle 9a \rangle \langle 9d \rangle \langle 8b \rangle$ .  $\langle 98 \rangle \langle 88 \rangle \ \langle 93 \rangle \langle 96 \rangle \ \langle 9d \rangle \langle 97 \rangle (X)$   
 $\langle 8b \rangle \langle 83 \rangle \langle 89 \rangle (Y) \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \ \langle 80 \rangle \langle 84 \rangle \ \langle 97 \rangle \langle 95 \rangle \langle 98 \rangle \langle 8a \rangle \langle 94 \rangle \ \langle 9a \rangle \ \langle 91 \rangle \langle 90 \rangle \ \langle 82 \rangle \langle 9d \rangle \ \langle 91 \rangle \langle 90 \rangle$   
 $\langle 99 \rangle \langle 95 \rangle \langle 81 \rangle \langle 9d \rangle \ \langle 82 \rangle \langle 9d \rangle \langle 9d \rangle \ \langle 8b \rangle \langle 9d \rangle \langle 8c \rangle \ \langle 99 \rangle \langle 9d \rangle \ \langle 8f \rangle \langle 85 \rangle \langle 97 \rangle \langle 90 \rangle \ \langle 8c \rangle \langle 80 \rangle \langle 95 \rangle \langle 9c \rangle$   
 $\langle 80 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9d \rangle \langle 84 \rangle \langle 95 \rangle \langle 9c \rangle \langle 8b \rangle$ .

$$H_0 : p_{ij} = p_{i+} p_{+j}$$



$\langle 8b \rangle \langle 9d \rangle \langle 8c \rangle \langle 99 \rangle \langle 9d \rangle n \langle 9c \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 80 \rangle \langle 92 \rangle \langle 9c \rangle \langle 9c \rangle \langle 84 \rangle \langle 90 \rangle \langle 9c \rangle 2 \times 2 \langle 84 \rangle \langle 95 \rangle \langle 91 \rangle \langle 9c \rangle \langle 97 \rangle \langle 90 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9c \rangle$   
 $\langle 8f \rangle \langle 99 \rangle \langle 88 \rangle \langle 84 \rangle \langle 8f \rangle \langle 85 \rangle \langle 84 \rangle \langle 80 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9d \rangle \langle 84 \rangle \langle 80 \rangle \langle 95 \rangle \langle 95 \rangle \langle 98 \rangle \langle 8a \rangle \langle 94 \rangle \langle 95 \rangle \langle 9d \rangle \langle 80 \rangle \langle 8f \rangle \langle 99 \rangle \langle 9d \rangle \langle 95 \rangle \langle 98 \rangle$   
 $\langle 94 \rangle \langle 9d \rangle \langle 84 \rangle \langle 9c \rangle \langle 9d \rangle \langle 91 \rangle \langle 90 \rangle \langle 80 \rangle \langle 80 \rangle \langle 80 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9d \rangle \langle 84 \rangle \langle 97 \rangle \langle 84 \rangle \langle 95 \rangle \langle 98 \rangle \langle 8c \rangle \langle 84 \rangle \langle 95 \rangle \langle 9d \rangle \langle 9c \rangle \langle 8a \rangle \langle 94 \rangle$   
 $\langle 97 \rangle \langle 86 \rangle \langle 8b \rangle. \langle 8c \rangle \langle 95 \rangle \langle 80 \rangle \langle 80 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9d \rangle \langle 81 \rangle \langle 90 \rangle \langle 98 \rangle \langle 91 \rangle \langle 90 \rangle \langle 80 \rangle \langle 88 \rangle \langle 98 \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 97 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9d \rangle \langle 80 \rangle$   
 $\langle 9c \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 95 \rangle \langle 98 \rangle \langle 8b \rangle \langle 9d \rangle \langle 84 \rangle \langle 82 \rangle \langle 8b \rangle.$

		Y		
		0	1	Total
X	0	$n_{11}$	$n_{12}$	$n_{1+}$
	1	$n_{21}$	$n_{22}$	$n_{2+}$
Total		$n_{+1}$	$n_{+2}$	$n$

Figure 3.2.:  $2 \times 2 \langle 84 \rangle \langle 95 \rangle \langle 91 \rangle \langle 9c \rangle$ :  $\langle 80 \rangle \langle 8f \rangle \langle 84 \rangle \langle 88 \rangle \langle 98 \rangle$ 

```
table22n, out.width='50%', echo=FALSE, fig.align='center', fig.cap="2 x 2  $\langle 8b \rangle \langle 86 \rangle \langle 84 \rangle \langle 8d \rangle \langle 95 \rangle \langle 8a \rangle \langle 8d \rangle$ "
knitr::include_graphics("myimages/table22-02.png")
```

$\langle 8f \rangle \langle 99 \rangle \langle 88 \rangle \langle 84 \rangle \langle 8f \rangle \langle 85 \rangle \langle 84 \rangle \langle 97 \rangle \langle 90 \rangle \langle 8c \rangle \langle 80 \rangle \langle 95 \rangle \langle 9c \rangle \langle 80 \rangle \langle 95 \rangle \langle 9d \rangle \langle 80 \rangle \langle 8b \rangle \langle 9d \rangle \langle 8c \rangle \langle 99 \rangle \langle 9d \rangle \langle 80 \rangle$   
 $\langle 9d \rangle \langle 9c \rangle \langle 86 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9f \rangle \langle 89 \rangle \langle 9d \rangle \langle 84 \rangle \langle 82 \rangle \langle 9a \rangle \langle 95 \rangle \langle 9c \rangle \langle 8b \rangle.$

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}} (\#eq : chisquarestat) \quad (3.1)$$

$\langle 9c \rangle \langle 84 \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 9d \rangle \langle 9c \rangle \langle 86 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9f \rangle \langle 89 \rangle \langle 97 \rangle \langle 90 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9c \rangle O_{ij} = n_{ij} \langle 8a \rangle \langle 94 \rangle \langle 81 \rangle \langle 85 \rangle \langle 80 \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle$   
 $\langle 80 \rangle \langle 8f \rangle \langle 84 \rangle \langle 88 \rangle \langle 98 \rangle \langle 9d \rangle E_{ij} \langle 8a \rangle \langle 94 \rangle \langle 80 \rangle \langle 80 \rangle \langle 84 \rangle \langle 95 \rangle \langle 98 \rangle \langle 97 \rangle \langle 90 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9c \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 85 \rangle \langle 80 \rangle$   
 $\langle 8f \rangle \langle 84 \rangle \langle 88 \rangle \langle 98 \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 98 \rangle \langle 88 \rangle \langle 92 \rangle \langle 9d \rangle \langle 8b \rangle.$   
 $\langle 8f \rangle \langle 99 \rangle \langle 88 \rangle \langle 84 \rangle \langle 80 \rangle \langle 95 \rangle \langle 9d \rangle \langle 84 \rangle \langle 95 \rangle \langle 95 \rangle \langle 8c \rangle \langle 8c \rangle \langle 95 \rangle \langle 80 \rangle \langle 80 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9d \rangle \langle 9d \rangle \langle 9d \rangle \langle 99 \rangle \langle 95 \rangle$   
 $p_{1j} = p_{2j} = p_j \langle 8a \rangle \langle 94 \rangle \langle 8b \rangle \langle 9d \rangle \langle 8c \rangle \langle 99 \rangle \langle 9d \rangle \langle 94 \rangle \langle 95 \rangle \langle 95 \rangle \langle 88 \rangle \langle 98 \rangle \langle 9e \rangle \langle 88 \rangle \langle 8b \rangle.$

$$\hat{p}_j = \frac{n_{+j}}{n}$$

$\langle 94 \rangle \langle 9d \rangle \langle 84 \rangle \langle 9c \rangle \langle 85 \rangle \langle 80 \rangle (i, j) \langle 97 \rangle \langle 90 \rangle \langle 8c \rangle \langle 80 \rangle \langle 95 \rangle \langle 9c \rangle \langle 8d \rangle \langle 8f \rangle \langle 97 \rangle \langle 88 \rangle \langle 98 \rangle E_{ij} \langle 8a \rangle \langle 94 \rangle$   
 $\langle 8b \rangle \langle 9d \rangle \langle 8c \rangle \langle 99 \rangle \langle 9d \rangle \langle 84 \rangle \langle 82 \rangle \langle 90 \rangle \langle 9c \rangle \langle 8b \rangle.$

$$E_{ij} = n_{i+} \hat{p}_j = \frac{n_{i+} n_{+j}}{n} (\#eq : chisquareexp) \quad (3.2)$$

$\langle 80 \rangle \langle 80 \rangle \langle 84 \rangle \langle 95 \rangle \langle 98 \rangle \langle 97 \rangle \langle 90 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9c \rangle \langle 91 \rangle \langle 9c \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 81 \rangle \langle 80 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9e \rangle \langle 88 \rangle \langle 81 \rangle \langle 8b \rangle \langle 9d \rangle$   
 $@ref(eq:chisquarestat) \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 9d \rangle \langle 9c \rangle \langle 80 \rangle \langle 95 \rangle \langle 86 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9f \rangle \langle 89 \rangle \chi^2 \langle 8a \rangle \langle 94 \rangle \langle 9e \rangle \langle 90 \rangle \langle 9c \rangle \langle 8f \rangle \langle 84 \rangle \langle 80 \rangle$   
 $1 \langle 9d \rangle \langle 9d \rangle \langle 9c \rangle \langle 84 \rangle \langle 8f \rangle \langle 94 \rangle \langle 8b \rangle. \langle 9f \rangle \langle 80 \rangle \langle 9c \rangle \langle 9d \rangle \langle 82 \rangle \langle 8b \rangle \langle 9d \rangle \langle 84 \rangle \langle 9d \rangle \langle 9a \rangle \langle 95 \rangle \langle 98 \rangle \langle 97 \rangle p-$   
 $\langle 92 \rangle \langle 9d \rangle \langle 84 \rangle \langle 84 \rangle \langle 82 \rangle \langle 95 \rangle \langle 98 \rangle \langle 82 \rangle \langle 98 \rangle \langle 81 \rangle \langle 97 \rangle \langle 9d \rangle \langle 84 \rangle \langle 95 \rangle \langle 98 \rangle \langle 97 \rangle \langle 80 \rangle \langle 95 \rangle \langle 95 \rangle \langle 9c \rangle \langle 8b \rangle.$

### 3. $\langle 97 \rangle \langle 80 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 80 \rangle \langle 95 \rangle$

$\langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 81 \rangle \langle 9d \rangle I \times J \langle 84 \rangle \langle 95 \rangle \langle 91 \rangle \langle 9c \rangle \langle 8f \rangle \langle 84 \rangle \langle 8f \rangle \langle 99 \rangle \langle 9d \rangle \langle 95 \rangle \langle 9c \rangle \langle 95 \rangle \langle 9c \rangle \langle 9c \rangle \langle 80 \rangle \langle 84 \rangle \langle 80 \rangle \langle 95 \rangle \langle 9d \rangle \langle 84 \rangle \langle 95 \rangle \langle 88 \rangle \langle 98 \rangle \langle 9e \rangle \langle 88 \rangle \langle 8b \rangle$ .  $\langle 9d \rangle \langle 9c \rangle \langle 86 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9f \rangle \langle 89 \rangle \langle 9d \rangle \langle 84 \rangle \langle 95 \rangle \langle 98 \rangle \langle 8a \rangle \langle 94 \rangle \langle 95 \rangle \langle 9d \rangle \langle 80 \rangle 2 \times 2 \langle 84 \rangle \langle 95 \rangle \langle 91 \rangle \langle 9c \rangle \langle 99 \rangle \langle 80 \rangle \langle 9c \rangle \langle 82 \rangle \langle 95 \rangle \langle 98 \rangle \langle 8b \rangle$ .  $\langle 8b \rangle \langle 8c \rangle \langle 80 \rangle \langle 80 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9d \rangle \langle 9d \rangle \langle 9a \rangle \langle 80 \rangle \langle 95 \rangle \langle 86 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9f \rangle \langle 89 \rangle \langle 9d \rangle \langle 9e \rangle \langle 90 \rangle \langle 9c \rangle \langle 8f \rangle \langle 84 \rangle \langle 80 \rangle (I-1)(J-1) \langle 9d \rangle \langle 9d \rangle \langle 9c \rangle \langle 84 \rangle \langle 8f \rangle \langle 94 \rangle \langle 8b \rangle$ .

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$$

$\langle 9d \rangle \langle 9c \rangle \langle 8b \rangle \langle 9c \rangle \langle 84 \rangle \langle 95 \rangle \langle 91 \rangle \langle 9c \rangle \langle 97 \rangle \langle 90 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9c \rangle \langle 9d \rangle \langle 9c \rangle \langle 80 \rangle \langle 95 \rangle \langle 9d \rangle \langle 84 \rangle \langle 88 \rangle \langle 98 \rangle \langle 96 \rangle \langle 89 \rangle \langle 95 \rangle \langle 9e \rangle \langle 90 \rangle$ .  $\langle 95 \rangle \langle 84 \rangle \langle 8a \rangle \langle 94 \rangle \langle 9e \rangle \langle 84 \rangle \langle 83 \rangle \langle 81 \rangle \langle 8b \rangle \langle 97 \rangle \langle 98 \rangle \langle 80 \rangle \langle 96 \rangle \langle 84 \rangle \langle 91 \rangle \langle 9c \rangle$  @ref(tab:conttable25)  $\langle 97 \rangle \langle 90 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9c \rangle \langle 95 \rangle \langle 84 \rangle \langle 8a \rangle \langle 94 \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 9a \rangle \langle 82 \rangle \langle 97 \rangle \langle 86 \rangle \langle 8a \rangle \langle 94 \rangle \langle 9a \rangle$ ,  $\langle 89 \rangle \langle 80 \rangle \langle 80 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9d \rangle \langle 9d \rangle \langle 9a \rangle \langle 8b \rangle \langle 9d \rangle \langle 8c \rangle \langle 99 \rangle \langle 9d \rangle \langle 8b \rangle \langle 83 \rangle \langle 89 \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 9c \rangle \langle 97 \rangle \langle 90 \rangle \langle 8c \rangle \langle 80 \rangle \langle 95 \rangle \langle 9c \rangle \langle 98 \rangle \langle 88 \rangle \langle 99 \rangle \langle 95 \rangle \langle 9d \rangle \langle 84 \rangle \langle 95 \rangle \langle 88 \rangle \langle 98 \rangle \langle 9e \rangle \langle 88 \rangle \langle 8b \rangle$ .

$$\hat{p}_1 = \frac{n_{+1}}{n} = \frac{139 + 239}{22071} = 0.0171$$

$$\hat{p}_2 = \frac{n_{+2}}{n} = \frac{10898 + 10795}{22071} = 0.9829$$

$\langle 9d \rangle \langle 9c \rangle \langle 81 \rangle \langle 85 \rangle \langle 80 \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 8c \rangle \langle 80 \rangle \langle 8f \rangle \langle 84 \rangle \langle 88 \rangle \langle 98 \rangle \langle 8b \rangle \langle 9d \rangle$  @ref(eq:chisquareexp)  $\langle 97 \rangle \langle 90 \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 95 \rangle \langle 98 \rangle \langle 97 \rangle \langle 84 \rangle \langle 82 \rangle \langle 95 \rangle \langle 88 \rangle \langle 98 \rangle \langle 9e \rangle \langle 88 \rangle \langle 8b \rangle$ .  $\langle 98 \rangle \langle 88 \rangle \langle 93 \rangle \langle 96 \rangle E_{11} \langle 9d \rangle \langle 80 \rangle \langle 8b \rangle \langle 9d \rangle \langle 8c \rangle \langle 99 \rangle \langle 9d \rangle \langle 84 \rangle \langle 82 \rangle \langle 90 \rangle \langle 9c \rangle \langle 8b \rangle$ .

$$E_{11} = \frac{n_{1+}n_{+1}}{n} = n_{1+}\hat{p}_1 = (11037)(0.0171) = 189.03$$

$\langle 81 \rangle \langle 85 \rangle \langle 80 \rangle \langle 97 \rangle \langle 90 \rangle \langle 8c \rangle \langle 80 \rangle \langle 95 \rangle \langle 9c \rangle \langle 8c \rangle \langle 80 \rangle \langle 8f \rangle \langle 84 \rangle \langle 88 \rangle \langle 98 \rangle E_{ij} \langle 95 \rangle \langle 98 \rangle \langle 8b \rangle \langle 9d \rangle$  @ref(eq:chisquarestat)  $\langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 9d \rangle \langle 9c \rangle \langle 86 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9f \rangle \langle 89 \rangle \langle 9d \rangle \langle 84 \rangle \langle 95 \rangle \langle 98 \rangle \langle 8b \rangle \langle 9d \rangle \langle 8c \rangle \langle 99 \rangle \langle 8b \rangle$ .

$$\begin{aligned} \chi^2 &= \frac{(139 - 189.03)^2}{189.03} + \frac{(10898 - 10848.00)^2}{10848.00} \\ &\quad + \frac{(239 - 188.97)^2}{188.97} + \frac{(10795 - 10845.03)^2}{10845.03} \\ &= 26.94 \end{aligned}$$

$\langle 9e \rangle \langle 90 \rangle \langle 9c \rangle \langle 8f \rangle \langle 84 \rangle \langle 80 \rangle 1 \langle 9d \rangle \langle 9d \rangle \langle 9c \rangle \langle 84 \rangle \langle 8f \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 83 \rangle \langle 81 \rangle \langle 9c \rangle \langle 84 \rangle 5\% \langle 84 \rangle \langle 9c \rangle \langle 84 \rangle \langle 88 \rangle \langle 98 \rangle 3.84 \langle 9d \rangle \langle 8b \rangle$ .  $\langle 9c \rangle \langle 84 \rangle \langle 97 \rangle \langle 90 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9c \rangle \langle 95 \rangle \langle 9c \rangle \langle 9d \rangle \langle 9c \rangle \langle 86 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9f \rangle \langle 89 \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 92 \rangle \langle 9d \rangle 26.94 \langle 9c \rangle \langle 84 \rangle \langle 9c \rangle 3.84 \langle 8b \rangle \langle 81 \rangle \langle 80 \rangle \langle 9c \rangle \langle 80 \rangle \langle 80 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9d \rangle \langle 84 \rangle \langle 81 \rangle \langle 95 \rangle \langle 9c \rangle \langle 8b \rangle$ .  $\langle 89 \rangle \langle 95 \rangle \langle 84 \rangle \langle 8a \rangle \langle 94 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9c \rangle \langle 84 \rangle \langle 95 \rangle \langle 9d \rangle \langle 84 \rangle \langle 9a \rangle \langle 95 \rangle \langle 9c \rangle \langle 91 \rangle \langle 90 \rangle \langle 82 \rangle \langle 9d \rangle \langle 97 \rangle \langle 90 \rangle \langle 8a \rangle \langle 94 \rangle \langle 8b \rangle \langle 83 \rangle \langle 89 \rangle \langle 9d \rangle \langle 9d \rangle \langle 96 \rangle \langle 82 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9c \rangle \langle 97 \rangle \langle 90 \rangle \langle 9c \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 95 \rangle \langle 9c \rangle \langle 9d \rangle \langle 80 \rangle \langle 9e \rangle \langle 88 \rangle \langle 8b \rangle$ .

R  $\langle 97 \rangle \langle 90 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9c \rangle \langle 8f \rangle \langle 84 \rangle \langle 9d \rangle \langle 9c \rangle \langle 80 \rangle \langle 95 \rangle \langle 9d \rangle \langle 84 \rangle \langle 89 \rangle \langle 8c \rangle \langle 88 \rangle \langle 98 \rangle \langle 96 \rangle \langle 89 \rangle \langle 95 \rangle \langle 88 \rangle \langle 98 \rangle \langle 9e \rangle \langle 88 \rangle \langle 8b \rangle$ .  $\langle 95 \rangle \langle 9e \rangle \langle 97 \rangle \langle 90 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9c \rangle \langle 91 \rangle \langle 9c \rangle$  @ref(tab:conttable25)  $\langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 9e \rangle \langle 90 \rangle \langle 8c \rangle \langle 96 \rangle \langle 89 \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 98 \rangle \langle 95 \rangle \langle 83 \rangle \langle 9c \rangle \langle 9c \rangle \langle 80 \rangle \langle 9e \rangle \langle 95 \rangle \langle 98 \rangle \langle 98 \rangle \langle 80 \rangle \langle 8a \rangle \langle 94 \rangle \langle 8d \rangle \langle 95 \rangle \langle 88 \rangle \langle 98 \rangle$  **chisq.test()**  $\langle 82 \rangle \langle 9a \rangle \langle 95 \rangle \langle 98 \rangle \langle 89 \rangle \langle 8c \rangle \langle 95 \rangle \langle 88 \rangle \langle 98 \rangle \langle 9e \rangle \langle 88 \rangle \langle 8b \rangle$ .

```
ex1dat <- matrix( c(139, 10898, 239, 10795), 2, 2, byrow=TRUE)
ex1dat
```

```
      [,1] [,2]
[1,]  139 10898
[2,]  239 10795
```

```
chisq.test(ex1dat)
```

Pearson's Chi-squared test with Yates' continuity correction

```
data:  ex1dat
X-squared = 26.408, df = 1, p-value = 2.764e-07
```

<84><95><91><9c><97><90><84><9c><9d><98> <8c><80><8f><84><88><98>  $E_{ij}$  <8a><94> <8b><9d><8c> <99><9d>  
<96><9d><84> <88><98> <9e><88><8b>.

```
chisq.test(ex1dat)$expected
```

```
      [,1]      [,2]
[1,] 189.0257 10847.97
[2,] 188.9743 10845.03
```

### 3.3. <94><81><9e><80>-<85><94>-<97> <80><95>

<9e><84><83><81><8b><97><98><9d><82><98> <9d><98><95><99><97><8a><94> <97><9f> <82><98><9d>  
<98><90><8a><94> <97><9f> <91><9b><90><93><97><90><84><9c> <84><96><89><90><98><8a><94> <9a><80>  
<9e><88><8b>. <9d><9f><95><9c> <9a> <80><82><98> <91><9b><90><9d><98> <9c><95><9c> <8a><84><97><90>  
<94><9d><84><9c> <8b><97><98><9d><98> <80> <8b><8c> <82><98><83><80><82> <88><98> <9e><88><8b>.  
<9d><87><8c> <97><90> <9d><98><95><9c> <9a> <9a> <98><90><8a><94> (strata)<97><90> <9d><98><95><9c>  
<9a><9d> <95><9c><8b>. <98><88> <93><96> <84><86><9c><97><90> <8c><80><95><9c> <9a><8a><94>  
<82><98><9d><9d><98> <99><94><82><98> <80><8a><97><90> <94><9d><84><9c> <9a><9d><98> <9d><80>  
<82><98><83><80><82> <88><98> <9e><88><8b>. <98><90><95><9c> <97><9f> <9c><9d><98> <80><9b><90><97><90><84><9c>  
<97><85><9c><80> <8f><99><8b><9c><97><90> <84><96><89><90><9c><8b> <91><9b><90><9d><98> <9c>,  
<9c><84><98>, <99><98><9e><90><93><9d><98> <8a><84><97><90> <94><9d><84><9c> <98><8c> <9a><9d><98>  
<9d><80> <82><98><83><80><82> <88><98> <9e><88><8b>.

<9d><87><8c> <97><90> <94> <9d><80> <98><88><83><81><90><98><8a><94> <9a> <9d><98> <9a> <9c><96><95><98><84><9c>  
<98> <9a><9d><98> <9d> <80><95><95><98><8a><94> <95><9d> <95><84><9a><94><95><98><8b>. <9d><87><8c>  
<97><9f> <9c><9d><98> <9c><9c> <84><90><9c> <8f><85><91><8b><97><90><84><9c> <96><9d><80> <9e><90><8c><97><90><84>  
<97><90><9d><98><95><9c> <9a> <86><9c><95><98><84><9c> <8f><99><88><84> <98><90><8a><94> <8f><85><84>  
<80><95><9d><84> <88><98><96><89><95><98><8a><94> <95><9d><84>  
**<94><81><9e><80>-<85><94>-<97> <80><95> (Cochran-Mantel-Haenzel test)**<9d> <95><9c><8b>.

3.  $\langle 97 \rangle \langle 80 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 80 \rangle \langle 95 \rangle$

$\langle 95 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9e \rangle \langle 98 \rangle \langle 99 \rangle \langle 80 \rangle \langle 99 \rangle \langle 9d \rangle K \langle 9c \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 8f \rangle \langle 85 \rangle \langle 91 \rangle \langle 8b \rangle (\langle 98 \rangle \langle 90 \rangle \langle 8a \rangle \langle 94 \rangle) \langle 97 \rangle \langle 90 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9c \rangle \langle 81 \rangle \langle 81 \rangle \langle 96 \rangle \langle 9d \rangle \langle 80 \rangle K \langle 9c \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle 2 \times 2 \langle 84 \rangle \langle 95 \rangle \langle 91 \rangle \langle 9c \rangle \langle 80 \rangle \langle 9e \rangle \langle 88 \rangle \langle 8b \rangle \langle 95 \rangle \langle 98 \rangle \langle 9e \rangle \langle 90 \rangle$ .

		Y		
		0	1	Total
X	0	$n_{k11}$	$n_{k12}$	$n_{k1+}$
	1	$n_{k21}$	$n_{k22}$	$n_{k2+}$
Total		$n_{k+1}$	$n_{k+2}$	$n_k$

Figure 3.3.:  $K \langle 9c \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle 2 \times 2 \langle 84 \rangle \langle 95 \rangle \langle 91 \rangle \langle 9c \rangle$

```
table22k, out.width='60%', echo=FALSE, fig.align='center', fig.cap= "K <ea><b0><9c><ec><9d><98> 2 x 2
knitr::include_graphics("myimages/table22-k.png")
```

$K \langle 9c \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 8f \rangle \langle 85 \rangle \langle 91 \rangle \langle 8b \rangle \langle 9d \rangle \langle 9e \rangle \langle 88 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 99 \rangle \langle 95 \rangle \langle 9d \rangle p_1, \langle 8b \rangle \langle 8c \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 95 \rangle \langle 99 \rangle \langle 9d \rangle p_2 \langle 9d \rangle \langle 95 \rangle \langle 9c \rangle \langle 8b \rangle \langle 98 \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 9a \rangle \langle 84 \rangle \langle 81 \rangle \langle 9c \rangle \langle 9c \rangle \langle 84 \rangle \langle 90 \rangle \langle 95 \rangle \langle 98 \rangle \langle 8a \rangle \langle 94 \rangle \langle 80 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9d \rangle \langle 80 \rangle \langle 8b \rangle \langle 9d \rangle \langle 8c \rangle \langle 99 \rangle \langle 8b \rangle$ .

$$H_0 : p_1 = p_2 \quad \text{sv.} \quad H_1 : p_1 \neq p_2$$

$\langle 9d \rangle \langle 9c \rangle \langle 80 \rangle \langle 80 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 80 \rangle \langle 95 \rangle \langle 95 \rangle \langle 98 \rangle \langle 97 \rangle \langle 90 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9c \rangle \langle 81 \rangle \langle 84 \rangle \langle 95 \rangle \langle 91 \rangle \langle 9c \rangle \langle 97 \rangle \langle 90 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9c \rangle n_{k11} \langle 97 \rangle \langle 90 \rangle \langle 8c \rangle \langle 80 \rangle \langle 95 \rangle \langle 9c \rangle \langle 8c \rangle \langle 80 \rangle \langle 8f \rangle \langle 84 \rangle \langle 88 \rangle \langle 98 \rangle \mu_{k11} \langle 99 \rangle \langle 80 \rangle \langle 84 \rangle \langle 82 \rangle v_{k11} \langle 9d \rangle \langle 84 \rangle \langle 8b \rangle \langle 9d \rangle \langle 8c \rangle \langle 99 \rangle \langle 9d \rangle \langle 84 \rangle \langle 82 \rangle \langle 95 \rangle \langle 9c \rangle \langle 8b \rangle$ .

$$\mu_{k11} = E(n_{k11}|H_0) = \frac{n_{k1+}n_{k+1}}{n_k}$$

$$v_{k11} = V(n_{k11}|H_0) = \frac{n_{k1+}n_{k2+}n_{k+1}n_{k+2}}{n_k^2(n_k - 1)}$$

$\langle 9d \rangle \langle 9c \rangle \langle 80 \rangle \langle 84 \rangle \langle 80 \rangle \langle 95 \rangle \langle 9d \rangle \langle 84 \rangle \langle 9c \rangle \langle 84 \rangle \langle 95 \rangle \langle 9c \rangle \langle 86 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9f \rangle \langle 89 \rangle Q_{CMH} \langle 9d \rangle \langle 80 \rangle \langle 8b \rangle \langle 9d \rangle \langle 8c \rangle \langle 99 \rangle \langle 8b \rangle$ .

$$Q_{CMH} = \frac{\left[ \sum_{k=1}^K (n_{k11} - \mu_{k11}) \right]^2}{\sum_{k=1}^K v_{k11}} (\#eq : cmhstat) \quad (3.3)$$

$\langle 80 \rangle \langle 80 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9d \rangle \langle 9d \rangle \langle 9a \rangle \langle 80 \rangle \langle 95 \rangle \langle 86 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9f \rangle \langle 89 \rangle Q_{CMH} \langle 9d \rangle \langle 80 \rangle \langle 9e \rangle \langle 90 \rangle \langle 9c \rangle \langle 8f \rangle \langle 84 \rangle \langle 80 \rangle 1 \langle 9d \rangle \langle 9d \rangle \langle 9c \rangle \langle 84 \rangle \langle 8f \rangle \langle 94 \rangle \langle 8b \rangle$ .

$\langle 9d \rangle \langle 9c \rangle$  (**agresti2003categorical?**)  $\langle 9d \rangle \langle 98 \rangle 6.3 \langle 88 \rangle \langle 97 \rangle \langle 90 \rangle \langle 9e \rangle \langle 88 \rangle \langle 8a \rangle \langle 94 \rangle \langle 8b \rangle \langle 80 \rangle \langle 9e \rangle \langle 84 \rangle \langle 83 \rangle \langle 81 \rangle \langle 8b \rangle \langle 9c \rangle$  **center clinical trial**)  $\langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 98 \rangle \langle 88 \rangle \langle 9c \rangle \langle 82 \rangle \langle 8e \rangle \langle 9e \rangle \langle 90 \rangle$ .  $\langle 95 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9e \rangle \langle 98 \rangle \langle 91 \rangle \langle 9c \rangle \langle 8a \rangle \langle 94 \rangle$

<91><90> 8<9c><9d><98> <8f><85><81><9d> <91><9b><90><97><90><84><9c> <90><97> <98><8c><9c><97><90>  
 <8c><80><95><9c> <9a><97><90> <8c><80><95><9c> <8b><97><98><9d><84> <8b><8b><9c><95><98><97>  
 <96><9d><80> <9e><90><8c><9d><8b>.

**TABLE 6.9 Clinical Trial Relating Treatment to Response for Eight Centers**

Center	Treatment	Response		Odds Ratio	$\mu_{11k}$	$\text{var}(n_{11k})$
		Success	Failure			
1	Drug	11	25	1.19	10.36	3.79
	Control	10	27			
2	Drug	16	4	1.82	14.62	2.47
	Control	22	10			
3	Drug	14	5	4.80	10.50	2.41
	Control	7	12			
4	Drug	2	14	2.29	1.45	0.70
	Control	1	16			
5	Drug	6	11	$\infty$	3.52	1.20
	Control	0	12			
6	Drug	1	10	$\infty$	0.52	0.25
	Control	0	10			
7	Drug	1	4	2.0	0.71	0.42
	Control	1	8			
8	Drug	4	2	0.33	4.62	0.62
	Control	6	1			

Source: Beitler and Landis (1985).

Figure 3.4.: 8&lt;9c&gt; &lt;91&gt;&lt;9b&gt;&lt;90&gt;&lt;9d&gt;&lt;98&gt; &lt;9e&gt;&lt;84&gt;&lt;83&gt;&lt;81&gt;&lt;8b&gt;&lt;97&gt;&lt;98&gt;

```
beitler, out.width='60%', echo=FALSE, fig.align='center', fig.cap= "8<ea><b0><9c> <eb><b3><91><ec><9b><
knitr::include_graphics("myimages/beitler-data.png")
```

<88><80><89> <91><9b><90><9d><84> <9c><99><95><9c> 7<9c><9d><98> <91><9b><90><97><90><84><9c>  
 <98><8c><9c><9d><98> <9a><80> <8d><95><81><9c><9c> <82><98><83><80><82><8b>. <97><84><9c> <95>  
 <90><9d><80> <91><9b><90><97><90> <94><9d><84><9c> <97><80><84><9d><98> <95><8f><84><80> <9a>  
 <8b><8c> <82><98><83><80><82> <88><98> <9e><88><8b><8a><94> <83><9d><8b>.

<9d><9c> <81> <91><9b><90><9d><84> (strata)<9c> <95><98> <91><9b><90><9d><98> <9a> <9c> <96><95><98><84><9c>  
 <8b><9d> @ref(eq:cmhstat)<9d><98> <80><95> <86><84><9f><89>  $Q_{CMH}$  <9d><9a><95><98><97> <98><8c><9c><9d><98>  
 <9a><80> <9e><88><8a><94><80> <80><95><95><9e><90>. <80><95><9d><80> <95><84><9e><98><99><80>  
 <99><9d> R <94><84><9c><9e><9d><84> <9d><9a><95><9c><8b>. <95><88><98> mantelhaen.test() <8a><94>  
 <94><81><9e><80>-<85><94>-<97> <80><95><9d><84> <88><98><96><89><95><98><8a><94> <95><88><98><9d><8b>.

```
beitler <- c(11,10,25,27,16,22,4,10,14,7,5,12,2,1,14,16,6,0,11,12,1,0,10,10,1,1,4,8,4,6,2,1)
beitler <- array(beitler, dim=c(2,2,8))
beitler
```

3.  $\langle 97 \rangle \langle 80 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 80 \rangle \langle 95 \rangle$

, , 1

	[,1]	[,2]
[1,]	11	25
[2,]	10	27

, , 2

	[,1]	[,2]
[1,]	16	4
[2,]	22	10

, , 3

	[,1]	[,2]
[1,]	14	5
[2,]	7	12

, , 4

	[,1]	[,2]
[1,]	2	14
[2,]	1	16

, , 5

	[,1]	[,2]
[1,]	6	11
[2,]	0	12

, , 6

	[,1]	[,2]
[1,]	1	10
[2,]	0	10

, , 7

	[,1]	[,2]
[1,]	1	4
[2,]	1	8

, , 8

	[,1]	[,2]
[1,]	4	2
[2,]	6	1

```
mantelhaen.test(beitler, correct=FALSE)
```

Mantel-Haenszel chi-squared test without continuity correction

```
data:  beitler
```

```
Mantel-Haenszel X-squared = 6.3841, df = 1, p-value = 0.01151
```

```
alternative hypothesis: true common odds ratio is not equal to 1
```

```
95 percent confidence interval:
```

```
 1.177590 3.869174
```

```
sample estimates:
```

```
common odds ratio
```

```
 2.134549
```

<80><95> <86><84><9f><89>  $Q_{CMH}$ <9d><98> <92><9d> 6.3841 <9d> p-<92><9d><80> 0.0115 <9d><80><9c>  
<80><80><84><9d><84> <81><95><9c><8b>.

### 3.4. <82><98><88> <80><95>

<97><86><8d><98><95> <80><88><98><97><90><84><9c> <9d><80><9d><80> <9e><90><8c> <84><90><95>  
<95><8c> <82><9a><95><98><8a><94> <95><9d> <8c><80><9d><91> t-<80><95>(paired t-test) <98><90><8a><94>  
<9d><91><9c> t-<80><95><9d><8b>. <98><88> <93><96> <9c><8b><9d><99><98><9e><90><80> A<95><9d><84>  
<8f><90><99><9c><9f><89><9d><84> <95><95><98> <9d><95> <84><9d> <80><82><98><84><9c> <99><9d><80>  
<99><98><9e><90><80> B<95><9d><84> <8f><90><99><9c><9f><89><9d><84> <95><95><98> <91><90> <80><92><9d><80>  
<8f><85><9d> <95><84><82><98><8b>. <94><9d><84><9c> <9d><9f><95><9c> <9a> <8f><85> t-<80><95><9d>  
<95><84><8b><8c> <8c><80><9d><91> t-<80><95><9d><84> <8b><9c><9a><95><9c><8b>.

<9d><9c> <9d><82><98><95> <80><88><98><80> <9d><9c><9c> <82><98><83><80><82><98><8a><94> <9a>  
<83><9d><81><95><9e><90>. <98><88> <93><96> <88><88><91> <98><8c><97><90> <82><9a><90><98><8a><94>  
A<95> B<95><9d><98> <9a><84><90><95><98> <9c><84><95><98><97> <81><81><9d><98> <95><9d><84>  
<99><98><9e><90><9d><98> <98> <88><88> <99> <88><88><97><90> <98><98> <95><98> <98><8c><9d><98>  
<97><80> <80><95><98><98><80><8b> <95><98><9e><90>.

		Right eye		Total
		cured	not cured	
Left eye	cured	$n_{11}$	$n_{12}$	$n_{1+}$
	not cured	$n_{21}$	$n_{22}$	$n_{2+}$
Total		$n_{+1}$	$n_{+2}$	$n$

Figure 3.5.: <9d><91><9c> <8b><97><98><97><90> <9d><98><95><9c> 2 x 2 <84><95><91><9c>

```
r macnamar, out.width='60%', echo=FALSE, fig.align='center', fig.cap= "<ec><a7><9d><ed><91><9c><eb><b3>  
knitr::include_graphics("myimages/paired.png")
```

3. <97><80><84><9d><98> <80><95>

<9c><84><9d><98> <91><9c><97><90><84><9c>  $n_{11}$  <9d><80> A<95> B<95><9d><98> <9a><80> <91><90>  
<82><98><83><80><82><9c> <99><98><9e><90><9d><98> <8f><84><88><98><9d><8b>.  $n_{12}$  <9d><80> A<95><9d><80>  
<9a><80><9e><88> B<95><9d><80> <9a><80> <97><86><8a><94> <99><98><9e><90><9d><98> <8f><84><88><98><9d><8b>.  
<9d><9f><95><9c> <9e><90><8c><8a><94> <95><9e><97><90><84><9c> <9a> <9d><9c> <80><95><9d><84>  
<81><9a><95> <88><98> <97><86><8b>.

<9d><9c> <9d><98><81><9c><9c> <9d><91><9c><97><90><84><9c> <82><98><98> <9e><90><8c><80> <8b><9d><8c>  
<91><9c><99><80> <99><9d> <96><96><8c><8b> <80><95><95><98><9e><90>.

조건 2

		예	아니오	Total
조건 1	예	$n_{11}$	$n_{12}$	$n_{1+}$
	아니오	$n_{21}$	$n_{22}$	$n_{2+}$
Total		$n_{+1}$	$n_{+2}$	$n$

Figure 3.6.: <9d><91><9c> <8b><97><98><97><90> <9d><98><95><9c> 2 x 2 <84><95><91><9c>

```
macnamar2, out.width='60%', echo=FALSE, fig.align='center', fig.cap= "<ec><a7><9d><ed><91><9c><eb><b3><
knitr::include_graphics("myimages/paired2.png")
```

<9d><9c> 1 <97><90><84><9c> <84><9d><98> <99><95><9d><84>  $p_1$  <9d><9d> <95><98> 2<97><90><84><9c>  
<84><9d><98> <99><95><9d><84>  $p_2$  <9d> <95><98> <9d><91><9c><97><90><84><9c> <96><96><84> <84><95><91><9c>  
@ref(fig:macnamar2) <97><90><84><9c> <80><8b><9e><88><8a><94> <80><84><9d><80> <8b><9d><8c>  
<99><8b>.

$$H_0 : p_1 = p_2 \quad \text{sv.} \quad H_1 : p_1 \neq p_2$$

<84><95><91><9c> @ref(fig:macnamar2)<97><90><84><9c>  $p_1$   $p_2$ <9d><98> <94><95><9f><89><9d><80>  
<8b><9d><8c> <99><8b>.

$$\hat{p}_1 = \frac{n_{1+}}{n}, \quad \hat{p}_2 = \frac{n_{+1}}{n}$$

$p_1$   $p_2$ <9d><98> <94><95><9f><89><9d><98> <9d><8a><94> <91><90> <97><90> <94> <80> <9d><98><95><98><80>  
<95><8a><8a><94> <8f><84><88><98>  $n_{12}$ <99><80>  $n_{21}$ <9d><98> <9d><97><90> <9d><98><95><9c><8b>.

$$\hat{p}_1 - \hat{p}_2 = \frac{n_{1+}}{n} - \frac{n_{+1}}{n} = \frac{n_{11} + n_{12}}{n} - \frac{n_{11} + n_{21}}{n} = \frac{n_{12} - n_{21}}{n}$$

<82><98><88> <80><95>(McNemar Test)<8a><94> <8f><84><88><98>  $n_{12}$ <99><80>  $n_{21}$ <97><90> <9d><98><95><98><97>  
<91><90> <99><95><9d> <99><9d><80><80> <80><95><95><98><8a><94> <95><9d><84> <9c><8b><9c> <95><98><98><80><8b>.  
<82><98><88> <80><95><9d><84> <9c><84><95><9c> <86><84><9f><89><9d><80> <8b><9d><8c> <99><8b>.

$$Q_M = \frac{(n_{12} - n_{21})^2}{n_{12} + n_{21}} (\#eq : mcnemarstat) \quad (3.4)$$



<82><98><88> <80><95> <86><84><9f><89>  $Q_M$ <9d><80> <80><80><84> <95><98><97><90><84><9c> <82><81><9c><9c>  
<9e><90><9c><8f><84><80> 1<9d> <9d><9c> <84><8f> <94><8b>.

<8b><9d><8c><9d><80> 1600<85> <98><81> <8b><9c><93><9d><98> <88><98><83><81><97><90> <8c><80><95><9c>  
<80><80><97><80><91><90><9c><9d><98> <97><86><8d><90><9c> <97> <82><97><90><84><9c> <88><98><91><95><9c>  
<9e><90><8c><9d><8b> (**agresti2003categorical?** ). <9d><9c> <91><90> <8b><9c><90><97><90><84><9c>  
<88><98><83><81><97><90> <8c><80><95><9c> <80><80><9c><9d> <99><9d><80><80> <95><84><8b><8c><80> R  
<9d><84> <9d><9a><95><98><97> <82><98><88> <80><95><9d><84> <95><9e><90>. <82><98><88> <80><95><9d><80>  
<95><88><98> `mcnemar.test()` <82><9a><95><98><97> <88><98><96><89><95> <88><98> <9e><88><8b>.

**TABLE 10.1 Rating of Performance of Prime Minister**

First Survey	Second Survey		Total
	Approve	Disapprove	
Approve	794	150	944
Disapprove	86	570	656
Total	880	720	1600

Figure 3.7.: <98><81><8b><9c><9d><98> <88><98><83><81><97><90> <8c><80><95><9c> <80><80><8f><84> <82>  
<9e><90><8c>

```
macnamar3, out.width='60%', echo=FALSE, fig.align='center', fig.cap= "<ec><98><81><ea><b5><ad><ec><8b><
knitr::include_graphics("myimages/paired-data.png")
```

```
ex3dat <- matrix(c(794,150,86,570),byrow=T,ncol=2)
ex3dat
```

```
      [,1] [,2]
[1,]  794  150
[2,]   86  570
```

```
mcnemar.test(ex3dat ,correct=F)
```

McNemar's Chi-squared test

```
data: ex3dat
McNemar's chi-squared = 17.356, df = 1, p-value = 3.099e-05
```

<80><95><9d><98>  $p$ -<92><9d> <9a> <9e><91><9c><80><9c> <80><80><84><9d><84> <81><95><9c><8b>.  
<91><90> <8b><9c><90><97><90><84><9c> <88><98><83><81><97><90> <8c><80><95><9c> <80><80><9c><9d>  
<95><98><9d><96><88><8b> <95> <88><98> <9e><88><8b>. <9c> <88> <82><97><90><84><9c><9d><98>  
<80><80><9c><9d><98> <94><95><98><8a><94>  $\hat{p}_1 = 944/1600 = 0.59$  <9d> <91><90> <88> <82><97><90><84><9c><9d><98>

3.  $\langle 97 \rangle \langle 80 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 80 \rangle \langle 95 \rangle$

$\langle 80 \rangle \langle 80 \rangle \langle 9c \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 94 \rangle \langle 95 \rangle \langle 98 \rangle \langle 8a \rangle \langle 94 \rangle \hat{p}_2 = 880/1600 = 0.55 \langle 9d \rangle \langle 8b \rangle. \langle 98 \rangle \langle 90 \rangle \langle 95 \rangle \langle 9c \rangle$   
 $\langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 9d \rangle \langle 84 \rangle \langle 94 \rangle \langle 80 \rangle \langle 95 \rangle \langle 8a \rangle \langle 9d \rangle \langle 80 \rangle \langle 82 \rangle \langle 9e \rangle \langle 8c \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9c \rangle \langle 9d \rangle \langle 80 \rangle (794 + 570)/1600 =$   
 $0.8225 \langle 9c \rangle \langle 8c \rangle \langle 80 \rangle \langle 80 \rangle \langle 84 \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 8b \rangle \langle 9c \rangle \langle 93 \rangle \langle 9d \rangle \langle 80 \rangle \langle 80 \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 9d \rangle \langle 84 \rangle \langle 94 \rangle \langle 80 \rangle \langle 95 \rangle \langle 8a \rangle \langle 95 \rangle \langle 98 \rangle \langle 8b \rangle.$

## 4. <84><8b><9d><98> <8f><89><80>

<9d><98><95><99><97><90><84><9c> <84><8b><9d><80> <99><98><9e><90><9d><98> <83><81><83><9c><82><98>  
<88><91><9d><98> <95><9b><84> <8c><90><8b><95><98><8a><94> <9d><9d><8b>. <84><8b><9d><84>  
<88><98><96><89><95><98> <9c><84><95><84><9c> <9d><98><82><8a><94> <84><86><81><9d> <84><8b><95><8f><84>  
<82><9a><95><98><80><8c> <8b><96><91><95><9c> <84> <84> <9d><9a><95><98><8a><94> <84><8b> <95><8f><84>  
<82><9a><95><9c><8b>. <9c><97><90><8a><94> <8b> <84><84><9d> <9e><84> <9d><9a><95><98><97>  
<8b><96><91><95><9c> <88><91><97><90> <8c><80><95><9c> <84><8b><9d><84> <95><99><95><95><98>  
<89><8c> <95> <88><98> <9e><88><8b>. <8a><9e><88> <9c> <94><9c><82><98> <8b><9c><8c><80><97><90>  
<93><84><9c> <9d><98><9d><8f><84> <97><9f> <80><80> <9d><9c><9c> <84><8b> <80><82> <9b><8a><94>  
<9a><80> <9e><90> <9d><96><82><9c><8b>.

<84><8b> <95><9d><84> <82><9a><95><98><97> <90><97> <97><80> <93><9d><84> <8c><90><8b><95><98><8a><94>  
<9a> <96><9c><82><98> <98><98><80> <9c><83><9d><95><9c><8b>. <9c><97><90><8a><94> <8b> <88>  
<8d><95><84><9c><9c> <9d><9f><95><9c> <98><98><9c><9d> <8e><9d> <84><96> <93><97><88><80><8c>  
<98><98><80> <97><86><8a><94> <84><8b> <95><9d><80> <9c><9c><95><98> <9e><98><93><8b>.

<94><9c><82><98> <80><82> <9b> <9d><8c><84> <8c><90><95><9d><84> <9b><95><84><8f><84> <8b><9c>  
<96><91><84><9d> <9a><80> <82><98><83><80><82><98>, <98><8c><80><9c> <96><91><84> <8c><90><95><9d><84>  
<9b><95><84><8f><84> <9d><8c><84><9d> <9a><80> <82><98><83><80><82><9c><8b>. <9d><87><8c> **<84><8b><97><90><84>**  
**<9c><83><9d><95><98><8a><94> <98><98><8a><94> <91><90> <80><80> <85><98> <80> <9e><88><8b>.**

<97><9e><90><93><9d> <84><8b> <95><9d><84> <9c><9c><95> <95><8c> <98><98><9d><98> <80><8a><84><9d>  
<9e><91><95><84><80><8f><84><9d> <85><95><98><80><8c>, <88><96><89><95><98><8c><8f><84> <91><90>  
<80><80> <98><98><9d><98> <99><95><9d><84> <91><90> 0 <9c><9c> <8c><93> <88><98> <97><86><8b>.

<8b><81><9d> <98><88> <93><96><9e><90>. <94><9c><82><98> <94><9d><9f><8a> <90><97><9d><98> <9c>  
<8c><90><8b><95><98><8a><94> <84><8b> <95> A <8a><94> <80><82> <9b><8a><94> <82><9e><8c><9d><84>  
<91><90> <96><91><84><9d><9d> <8c><90><8b><95><9c><8b> <95><98><9e><90>. <9d> <9a> <96><91><84><9d>  
<82><9e><8c><9d> <9d><8c><84><9c><9c> <9e><98> <8c><90><8b><90><98><8a><94> <98><98><9d><98>  
<99><95><9d><80> 0 <9d><8b>. <98><8c><80><9c> <84><8b> <95> B <8a><94> <80><82> <9b><8a><94>  
<82><9e><8c><9d><84> <91><90> <9d><8c><84><9d><9d> <8c><90><8b><95><9c><8b> <9d><8c><84><9d>  
<82><9e><8c><9d> <96><91><84><9c><9c> <9e><98> <8c><90><8b><90><98><8a><94> <98><98><9d><98>  
<99><95><9d><80> 0 <9d><8b>. <97><84><9c> <84><8b> <95> A <99><80> B <8a><94> <91><90> <93><97><86><8a><94>  
<80><82><9d><8a><94> <83><9d><84> <9a><8a><94> <9e><98> <95><8c> <9e><88><8b>. <96><91><84><9d>  
<82><9e><8c> <9d><8c><84><9d> <82><9e><8c><9d><84> <9e><98> <84><95> <88><98> <9e><88><8a><94>  
<84><8b> <95><9d> <8b><9d><80> <95><9d><8b>.

<9d><9c> <9a><8a><94> <84><8b> <95><9d><84> <8f><89><80><95> <95><8c> <82><9a><90><98><8a><94>  
<99><95><9d><98> <8f><84><97><90> <8c><80><95><98><97> <95><8c><95><84><9e><90>.

**i** Note

<9d><98><81><9c><9c> <96><91><84>(positive)<8a><94> <94><9d><9f><8a><97><90>  
 <90><97><90><98><97><88><82><98> <88><91><9d> <9e><88><8b><8a><94> <82><9d><84>  
 <90><95><9c><8b>. <9d><8c><84>(negative)<8a><94> <96><91><84><9d><98> <98><8c><80>  
 <82><9d><8b>. <95><98><80><8c> <96><91><84> <9d><8c><84><9d><98> <9d><98><80>  
 <94><80><8c><8a><94> <9a><8f><84> <85><85> <9e><88><8b>.

**4.1. <90><8f><84><99><80> <8a><9d><8f><84>**

<84><8b> <95><9d><84> <8f><89><80><95><98><8a><94> <9a> <8b><9d><8c> <99><9d><80> <91><90>  
 <88><97><90> <8c><80><95><84><9c> <83><9d><81><95> <95><84><95> <95><9c><8b>.

- <96><91><84><9d> <82><9e><8c><9d><84> <96><88><82><98> <9e><98> <96><91><84><9c><9c> <8c><90><8b><95><98><9a><8f><84><99><80> <8a><9d><8f><84><9d><98>
- <9d><8c><84><9d> <82><9e><8c><9d><84> <96><88><82><98> <9e><98> <9d><8c><84><9c><9c> <8c><90><8b><95><98><9a><8f><84><99><80> <8a><9d><8f><84><9d><98>

<96><91><84><9d> <82><9e><8c><9d><84> <96><88><82><98> <9e><98> <96><91><84><9c><9c> <8c><90><8b><95><98><8a><9d><8f><84><99><80> <8a><9d><8f><84><9d><98>  
 <8c><80><95><9c> <8f><89><80> <80><9d> **<90><8f><84>(sensitivity)** <9d> <9d><8c><84><9d> <82><9e><8c><9d><84>  
 <96><88><82><98> <9e><98> <9d><8c><84><9c><9c> <8c><90><8b><95><98><8a><94><80><97><90> <8c><80><95><9c>  
 <8f><89><80> <80><9d> **<8a><9d><8f><84>(specificity)** <9d><8b>. <90><8f><84><99><80> <8a><9d><8f><84><9d><98>  
 <95><8f><84><8a><94> <99><95><9c><84><9c> <82><98><83><80><82> <88><98> <9e><88><8b>.

<84><8b> <95><97><90> <8c><80><95><9c> <8b><97><98> <97> <88><98><96><89><95><98> <8a><94>  $2 \times 2$   
 <84><95><91><9c><9c> <8b><9d><8c> <99><9d> <9a><94><95><95> <88><98> <9e><88><8b>. <9d><98><81><9c><9c>  
 <84><8b> <95><9d><98> <9a> <95><95><98><8a><94> <8b><97><98><9d><80> <8c><80><83><81><9e><90><97><90>  
 <8c><80><95><9c> <88><91><9d><98> <9c> <95><8c> <8b><9c><9e><91><95><9c><8b>.

Table 4.1.: (#tab:diagnose) &lt;84&gt;&lt;8b&gt; &lt;95&gt;&lt;9d&gt;&lt;98&gt; &lt;8b&gt;&lt;97&gt;&lt;98&gt;

<84><8b>(T) / <88><91>(D)	<96><91><84> ( $D+$ )	<9d><8c><84> ( $D-$ )
<96><91><84> ( $T+$ )	$TP$	$FP$
<9d><8c><84> ( $T-$ )	$FN$	$TN$

<9c><84><9d><98> <91><9c><97><90><84><9c> <81> <85><80><97><90> <95><8b><95><98><8a><94> <84><8b>  
 <8a><94> <8b><9d><8c> <99><9d> <82><98><83><80><82> <88><98> <9e><88><8b>.

- $TP$  : True Positive
- $FP$  : False Positive
- $FN$  : False Negative
- $TN$  : True Negative

<9d><9c> <84><95><91><9c> @ref(tab:diagnose) <97><90><84><9c> <90><8f><84><99><80> <8a><9d><8f><84><8a><94>  
 <8b><9d><8c> <99><9d> <95><9d><98><90><9c><8b>.

$$\text{Sensitivity}(<eb><af><bc><ea><b0><90><eb><8f><84>) = \frac{TP}{TP + FN} \quad (4.1)$$

$$\text{Specificity}(<ed><8a><b9><ec><9d><b4><eb><8f><84>) = \frac{TN}{FP + TN} (\#eq : sensitivity) \quad (4.2)$$

<8b><9d><8c><9d><80> <94><9c><82><98> <94><9d><9f><8a> <80><82><95><97><90> <8c><80><95><9c>  
<97><9f> <97><97><90><84><9c> <82><98><98> <90><8f><84><99><80> <8a><9d><8f><84> <97> <80><8b>  
(butler2021comparison?).

Figure 3. Primary Meta-analysis Results for the Detection of Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 in Saliva Samples

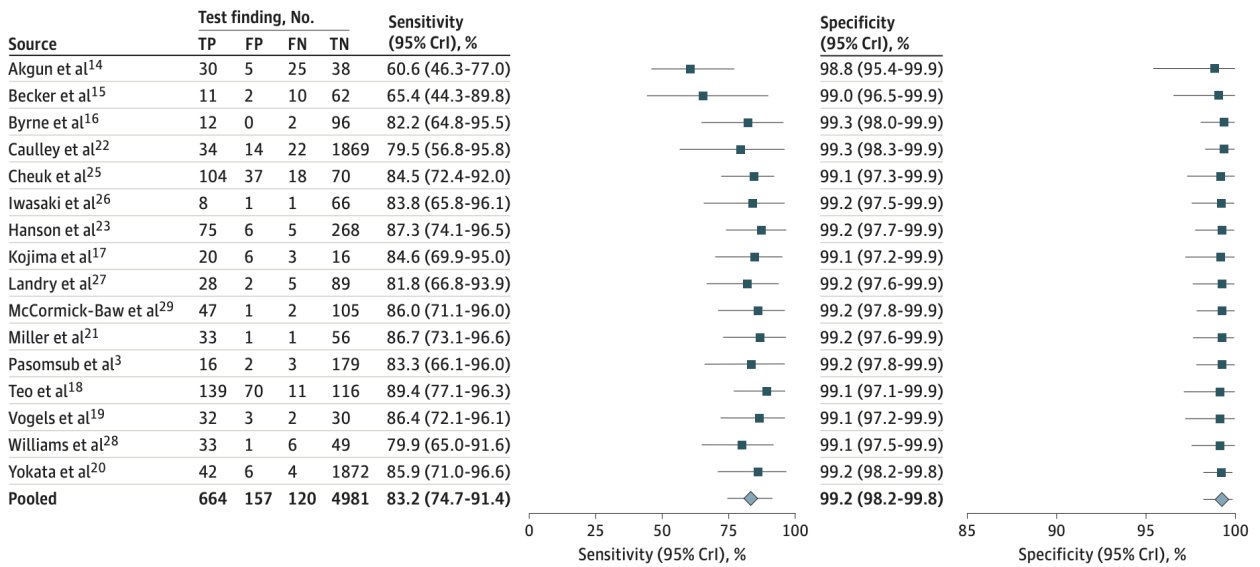


Figure 4.1.: &lt;94&gt;&lt;9c&gt;&lt;82&gt;&lt;98&gt; &lt;80&gt;&lt;82&gt;&lt;9d&gt;&lt;98&gt; &lt;90&gt;&lt;8f&gt;&lt;84&gt;&lt;99&gt;&lt;80&gt; &lt;8a&gt;&lt;9d&gt;&lt;8f&gt;&lt;84&gt;

```
tablecorona, out.width='100%', echo=FALSE, fig.align='center', fig.cap="<ec><bd><94><eb><a1><9c><eb><82><ea><b2><80><ec><82><ac><ec><9d><98> <eb><af><bc><ea><b0><90><eb><8f><84><ec><99><80><ed><8a><b9><ec><9d><b4><eb><8f><84> " } knitr::include_graphics("myimages/corona.png")
```

<98><88><9c><9c><84><9c> @ref(fig:tablecorona) <97><90> <9c><8b><9c><95><9c> <85><95><81><9d> (pooled counts) <9d><9a><95><98><97> <90><8f><84><99><80> <8a><9d><8f><84> <95><9e><90>.

Table 4.2.: (#tab:diagnose2) &lt;94&gt;&lt;9c&gt;&lt;82&gt;&lt;98&gt; &lt;94&gt;&lt;9d&gt;&lt;9f&gt;&lt;8a&gt; &lt;80&gt;&lt;82&gt;&lt;95&gt;&lt;9d&gt;&lt;98&gt;

<84><8b>(T) / <88><91>(D)	<96><91><84> (D+)	<9d><8c><84> (D-)
<96><91><84> (T+)	664	157
<9d><8c><84> (T-)	120	4981

<90><8f><84><99><80> <8a><9d><8f><84><8a><94> <8b><9d><8c> <99><9d> <95> <88><98> <9e><88><8b>.

$$\text{Sensitivity} = \frac{664}{664 + 157} = 0.8087$$

$$\text{Specificity} = \frac{4891}{120 + 4891} = 0.9760$$

<9c><84><97><90><84><9c> <95><9c> <90><8f><84><99><80> <8a><9d><8f><84><8a><94> (**butler2021comparison?**)  
 <97><90><84><9c> <9c><8b><9c><95><9c> <90><8f><84>(83.2%), <8a><9d><8f><84>(99.2%) <99><80> <9c><82><95><98><80><8b><97><98> <8b><88><9c><95><98><8c> <8d><94><95><9c> <83><9d> <95><84><8b><88><9d> <94><83><80><84><84><9d>(n  
 analysis)<9d><84> <82><9a><95><98><97> <96><9d><80> <9d> <95><8c><9d><8b>. <94><83><80><84><84><9d><9d><80>  
 <99><9d><80> <9c><97><90> <8c><80><95><9c> <97><9f> <9c><9d><98> <8f><85><81><9d> <97> <93><9d><84>  
 <95><95><98><97> <9d><84> <94><95><98><8a><94> <97> <95><9d><8b>.

## 4.2. <96><91><84><98><88><8f><84><99><80> <9d><8c><84><98><88><8f><84>

<95><9e><97><90><84><9c> <82><8e> <90><8f><84><99><80> <8a><9d><8f><84> <95><98><8a><94> <8b><97><98><97><90><84>  
 <8b><97><98> <8c><80><83><81><9e><90><80> <88><91><9d> <9e><88><8a><94><80> <97><86><8a><94><80>  
 <95><8c> <9e><88><8b>. <95><98><80><8c> <8b><9c> <80><82><8a><94> <84><8b><9d><84> <9b><8a><94>  
 <82><9e><8c><9d> <88><91><9d> <9e><88><8a><94><80> <8a><94> <83><81><83><9c><97><90><84><9c>  
 <84><96><89><90><9c><8b>.  
 <94><9d><84><9c> <9a><80> <95><90> <80><8b> <9e><88><8a><94> <99><95><9d><80> **<96><91><84><9c><9c>**  
**<84><8b><90><9c>** <82><9e><8c><9d> <8b><9c><9c> **<96><91><84><9d><80>?**<97><90> <8c><80><95><9c>  
 <99><95><9d><8b>.

<96><91><84><9c><9c> <8c><90><95><90><98><97><88><9d><84> <95><8c> <8b><9c><9c> <91><97><90>  
 <9d><84> <99><95><9d><84> **<96><91><84><98><88><8f><84>(PV+)** (predicted value of positive test,  
 predictive value positive) <9d> <80> <9d><8c><84><9c><9c> <8c><90><95><90><98><97><88><9d><84> <95><8c>  
 <8b><9c><9c> <91><97><90> <80> <95><8a><95><98><9d><84> <99><95><9d><84> **<9d><8c><84><98><88><8f><84>(PV-)**  
 (predicted value of negative test, predicted value negative) <9d> <80><8b>. <96><91><84><98><88><8f><84><99><80>  
 <9d><8c><84><98><88><8f><84><8a><94> <80> <99><95><9c> <91><9c><98><84><95> <88><98> <9e><88><8b>.

$$PV+ = P(D + |T+) \quad (4.3)$$

$$PV- = P(D - |T-)(\#eq : pv) \quad (4.4)$$

<9d><9c> <95><9e><97><90><84><9c> <82><8e> <90><8f><84><99><80> <8a><9d><8f><84><8f><84> <8b><9d><8c>  
 <99><9d> <80> <99><95><9c> <82><98><83><80><82> <88><98> <9e><88><8b>.

$$\text{Sensitivity} = P(T + |D+) \quad (4.5)$$

$$\text{Specificity} = P(T - |D-)(\#eq : sensitivity2) \quad (4.6)$$



4.  $\langle 84 \rangle \langle 8b \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 8f \rangle \langle 89 \rangle \langle 80 \rangle$

$2020 \langle 85 \rangle \langle 84 \rangle \langle 80 \rangle \langle 9d \rangle \langle 9d \rangle \langle 8a \rangle \langle 94 \rangle 51,829,136 \langle 85 \rangle \langle 9d \rangle \langle 80 \rangle \langle 9c \rangle \langle 9c \rangle \langle 91 \rangle \langle 9d \rangle \langle 84 \rangle 274415/51829136 = 0.0053 \langle 9d \rangle \langle 9d \rangle \langle 95 \rangle \langle 98 \rangle \langle 9e \rangle \langle 90 \rangle.$

$\langle 9d \rangle \langle 9c \rangle \langle 91 \rangle \langle 9c \rangle @ref(tab:diagnose2) \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 9d \rangle \langle 9a \rangle \langle 95 \rangle \langle 98 \rangle \langle 94 \rangle \langle 9c \rangle \langle 82 \rangle \langle 98 \rangle \langle 80 \rangle \langle 82 \rangle \langle 9d \rangle \langle 98 \rangle \langle 96 \rangle \langle 91 \rangle \langle 84 \rangle \langle 98 \rangle \langle 88 \rangle \langle 8f \rangle \langle 84 \rangle \langle 99 \rangle \langle 80 \rangle \langle 9d \rangle \langle 8c \rangle \langle 84 \rangle \langle 98 \rangle \langle 88 \rangle \langle 8f \rangle \langle 84 \rangle \langle 8a \rangle \langle 94 \rangle \langle 8b \rangle \langle 9d \rangle \langle 8c \rangle \langle 99 \rangle \langle 9d \rangle \langle 94 \rangle \langle 95 \rangle \langle 95 \rangle \langle 88 \rangle \langle 98 \rangle \langle 9e \rangle \langle 88 \rangle \langle 8b \rangle.$

$$\begin{aligned} P(D+|T+) &= \frac{(\langle eb \rangle \langle af \rangle \langle bc \rangle \langle ea \rangle \langle b0 \rangle \langle 90 \rangle \langle eb \rangle \langle 8f \rangle \langle 84 \rangle)}{(\langle eb \rangle \langle af \rangle \langle bc \rangle \langle ea \rangle \langle b0 \rangle \langle 90 \rangle \langle eb \rangle \langle 8f \rangle \langle 84 \rangle) + (\langle ec \rangle \langle 9c \rangle \langle a0 \rangle \langle eb \rangle \langle b3 \rangle \langle 91 \rangle)} \\ &= \frac{(0.8087)(0.0053)}{(0.8087)(0.0053) + (1 - 0.9760)(1 - 0.0053)} \\ &= 0.1522 \end{aligned}$$

```
(0.8087)*(0.0053)/((0.8087)*(0.0053) + (1-0.9760)*(1-0.0053))
```

[1] 0.1522115

$$P(D-|T-) = \frac{(\langle ed \rangle \langle 8a \rangle \langle b9 \rangle \langle ec \rangle \langle 9d \rangle \langle b4 \rangle \langle eb \rangle \langle 8f \rangle \langle 84 \rangle)}{(\langle ed \rangle \langle 8a \rangle \langle b9 \rangle \langle ec \rangle \langle 9d \rangle \langle b4 \rangle \langle eb \rangle \langle 8f \rangle \langle 84 \rangle) + (1 - \langle ec \rangle \langle 9c \rangle \langle a0 \rangle \langle eb \rangle \langle b3 \rangle \langle 91 \rangle)} \quad (4.13)$$

$$= \frac{(0.9760)(1 - 0.0053)}{(0.9760)(1 - 0.0053) + (1 - 0.8087)(0.0053)} \quad (4.14)$$

$$= 0.9989(\#eq : pvminus) \quad (4.15)$$

```
(0.9760)*(1- 0.0053)/((0.9760)*(1-0.0053) + (1-0.8087)*(0.0053))
```

[1] 0.9989567

$\langle 82 \rangle \langle 8b \rangle \langle 94 \rangle \langle 9c \rangle \langle 82 \rangle \langle 98 \rangle \langle 9c \rangle \langle 91 \rangle \langle 9d \rangle \langle 80 \rangle \langle 95 \rangle \langle 99 \rangle \langle 95 \rangle \langle 95 \rangle \langle 98 \rangle \langle 8c \rangle \langle 95 \rangle \langle 8c \rangle \langle 88 \rangle \langle 98 \rangle \langle 8f \rangle \langle 84 \rangle \langle 97 \rangle \langle 86 \rangle \langle 8b \rangle \langle 9c \rangle \langle 84 \rangle \langle 97 \rangle \langle 90 \rangle \langle 94 \rangle \langle 9d \rangle \langle 80 \rangle \langle 95 \rangle \langle 83 \rangle \langle 9d \rangle \langle 8b \rangle. \langle 9d \rangle \langle 9c \rangle \langle 8b \rangle \langle 96 \rangle \langle 91 \rangle \langle 95 \rangle \langle 9c \rangle \langle 9c \rangle \langle 91 \rangle \langle 97 \rangle \langle 90 \rangle \langle 94 \rangle \langle 9d \rangle \langle 84 \rangle \langle 9c \rangle \langle 96 \rangle \langle 91 \rangle \langle 84 \rangle \langle 98 \rangle \langle 88 \rangle \langle 8f \rangle \langle 84 \rangle \langle 99 \rangle \langle 80 \rangle \langle 9d \rangle \langle 8c \rangle \langle 84 \rangle \langle 98 \rangle \langle 88 \rangle \langle 8f \rangle \langle 84 \rangle \langle 80 \rangle \langle 96 \rangle \langle 96 \rangle \langle 8c \rangle \langle 80 \rangle \langle 95 \rangle \langle 98 \rangle \langle 8a \rangle \langle 94 \rangle \langle 80 \rangle \langle 84 \rangle \langle 82 \rangle \langle 95 \rangle \langle 9e \rangle \langle 90 \rangle.$

```
calpred <- function(prev, sen, spe){
  pred.pos <- sen*prev/(sen*prev + (1-spe)*(1-prev))
  pred.neg <- spe*(1-prev)/(spe*(1-prev) + (1-sen)*(prev))
  res <- data.frame(sen, spe, prev, pred.pos, pred.neg)
  colnames(res) <- c("Sensitivity", "SPecificity", "Prevalnce", "Pred. Post.", "Pred. Nega.")
  res
}

preval.range <- seq(0, 0.02, 0.002)
calpred(preval.range ,0.8087, 0.9760 )
```



	Sensitivity	SPecificity	Prevalnce	Pred. Post.	Pred. Nega.
1	0.8087	0.976	0.000	0.0000000	1.0000000
2	0.8087	0.976	0.002	0.0632553	0.9996074
3	0.8087	0.976	0.004	0.1191947	0.9992135
4	0.8087	0.976	0.006	0.1690179	0.9988183
5	0.8087	0.976	0.008	0.2136761	0.9984218
6	0.8087	0.976	0.010	0.2539329	0.9980241
7	0.8087	0.976	0.012	0.2904083	0.9976250
8	0.8087	0.976	0.014	0.3236113	0.9972247
9	0.8087	0.976	0.016	0.3539633	0.9968231
10	0.8087	0.976	0.018	0.3818165	0.9964201
11	0.8087	0.976	0.020	0.4074671	0.9960159

```
calpred(preval.range ,0.8320, 0.9920 )
```

	Sensitivity	SPecificity	Prevalnce	Pred. Post.	Pred. Nega.
1	0.832	0.992	0.000	0.0000000	1.0000000
2	0.832	0.992	0.002	0.1724710	0.9996607
3	0.832	0.992	0.004	0.2946176	0.9993203
4	0.832	0.992	0.006	0.3856613	0.9989788
5	0.832	0.992	0.008	0.4561404	0.9986361
6	0.832	0.992	0.010	0.5123153	0.9982923
7	0.832	0.992	0.012	0.5581395	0.9979473
8	0.832	0.992	0.014	0.5962326	0.9976011
9	0.832	0.992	0.016	0.6283988	0.9972538
10	0.832	0.992	0.018	0.6559215	0.9969053
11	0.832	0.992	0.020	0.6797386	0.9965557



# References

- Agresti, Alan. 2007. *An Introduction to Categorical Data Analysis*. John Wiley & Sons, Ltd.
- . 2012. *Categorical Data Analysis*. Vol. 792. John Wiley & Sons.
- Faraway, Julian J. 2016. *Extending the Linear Model with r: Generalized Linear, Mixed Effects and Nonparametric Regression Models*. CRC press.

