

t-검정

대 5.4, 5.7, 5.8



- 2020년 1학기, 통계학입문 실습4 -

단일모집단의 모평균 추론

(예5.4) 요약

- 어느 은행 지점에서 창구직원이 고객을 상대하는 평균 서비스시간을 알기 위해 고객 16명을 임의로 선택하여 다음의 서비스시간 자료를 얻었다(단위: 분). 평균 서비스시간 μ 의 95% 신뢰구간을 구하라.

- 정규모집단 $N(\mu, \sigma^2)$ 가정, 모분산 σ^2 모름

- $\bar{x} - t_{\alpha/2}(n-1) \times \frac{s}{\sqrt{n}} < \mu < \bar{x} + t_{\alpha/2}(n-1) \times \frac{s}{\sqrt{n}}$

- (cont'd) 한 은행의 과거조사에 따르면, 인터넷뱅킹 활성화 전에는 이 은행 창구직원의 평균 서비스시간이 3분이었다. 인터넷뱅킹 활성화 후에 창구직원의 평균 서비스시간이 **이전과 달라졌는지** 알아보기 위해, 가설을 세우고 주어진 자료를 이용하여 유의수준 $\alpha = 0.05$ 로 검정하라.

- $H_0: \mu = 3.0, H_1: \mu \neq 3.0$

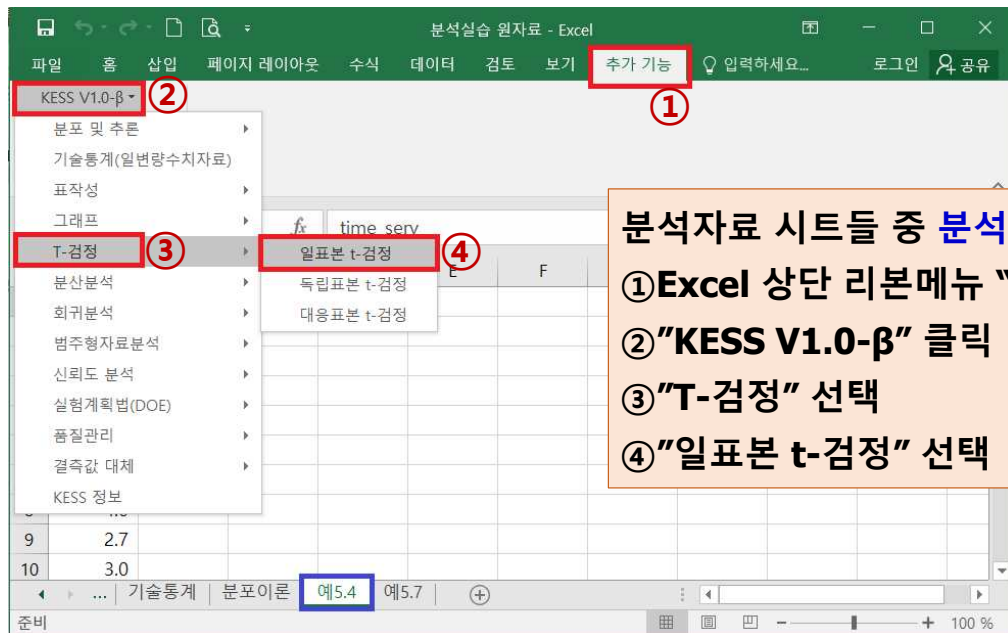
- (검정통계치) $t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{s/\sqrt{n}}$

$\alpha = 5\%$

5%

$\frac{16}{\sqrt{n}}$

일표본 t-검정



분석자료 시트들 중 분석하려는 자료가 있는 시트에서,

① Excel 상단 리본메뉴 “추가기능” 탭 선택

② “KES V1.0-β” 클릭

③ “T-검정” 선택

④ “일표본 t-검정” 선택

단일모집단 추론 V1.0

변수목록

⑤ time_serv

▶

▶▶

◀

◀◀

분석변수

분석

출력옵션

재설정

도움말

종료

평균추론

☒ 대립가설:평균

☐ >

☐ <

☒ ≠

0

☒ 신뢰구간

신뢰수준 95 %

☐ R 변환

☐ SAS 변환

☐ Python 변환

단일모집단 추론 V1.0 창

- 변수목록: ⑤ "time_serv" 변수를 선택하고 화살표 "▶" 클릭하여 "분석변수"로 보내기
※화살표 "▶▶" 클릭 시 전체 변수 선택됨
- 평균추론: ⑥ 대립가설: 평균 "≠"를 선택하고, 기존평균 μ_0 인 "3" 및 신뢰수준 "95" 입력

단일모집단 추론 V1.0

변수목록

time_serv

▶

▶▶

◀

◀◀

분석변수

분석

출력옵션

재설정

도움말

종료

평균추론 ⑥

☒ 대립가설:평균

☐ >

☐ <

☒ ≠

3

☒ 신뢰구간

신뢰수준 95 %

분산추론

☐ 대립가설:분산

☐ >

☐ <

☒ ≠

1

☐ 신뢰구간(분산)

신뢰수준 95 %

추가분석

☐ 정규성검정(Shapiro-Wilk)

☐ 표준편차신뢰구간

☐ 기하평균추론: 기하평균 ≠ 1

언어변환

☐ R 변환

☐ SAS 변환

☐ Python 변환

단일모집단 추론 V1.0

변수목록

분석변수

time_serv

⑨ 분석

⑦ 출력옵션

재설정

도움말

종료

평균추론

☒ 대립가설:평균

☐ > ☐ < ☐ ≠

3

☒ 신뢰구간

신뢰수준 95 %

분산추론

☐ 대립가설:분산

☐ > ☐ < ☐ ≠

1

☐ 신뢰구간(분산)

신뢰수준 95 %

추가분석

☐ 정규성검정(Shapiro-Wilk)

☐ 표준편차신뢰구간

☐ 기하평균추론: 기하평균 ≠ 1

언어변환

☐ R 변환 ☐ SAS 변환 ☐ Python 변환

출력옵션

출력시트이름

t검정결과 ⑧

☒ 표준역셀형식 ☐ Gridline삭제

소수점표시 자리수 3

변환시트이름 _KESS변환시트_

확인

취소

- 단일모집단 추론 V1.0 창: ⑦"출력옵션" 클릭
- 출력옵션 창: ⑧출력시트이름 등 변경하고, "확인" 클릭
- 단일모집단 추론 V1.0 창: ⑨"분석" 클릭

분석실습 원자료 - Excel

파일 홈 삽입 페이지 레이아웃 수식 데이터 검토 보기 추가 기능 수행할 작업을 알려 주세요 로그인 공유

KESS V1.0-β
Bluetooth로 보내기

메뉴 명령

H20

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1											
2		단일모집단 평균 & 분산 추론: 예5.4									
3											
4		평균추론									
5								가설검정		구간추정	
6		변수	표본크기	평균	표준편차	T-통계량	자유도	p-값	신뢰하한	신뢰상한	
7		time_serv	16	2.800	0.873	-0.917	15	0.374	2.335	3.265	
8		※ 대립가설: 평균 ≠ 3									
9		※ 구간추정: 95% 신뢰수준									
10											

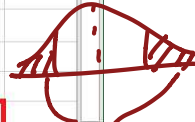
예5.4 예5.7 예5.8 t-검정결과 10

준비

⑩ "t-검정결과" 시트:

대립가설, 유의수준(=1-신뢰수준), 가설검정 결과, 신뢰구간 추정치 확인

유의수준



적분으로
변경계산

두 모집단의 모평균 비교

- ✓ 독립표본 t-검정
- ✓ 대응표본 t-검정

(예5.7)

- 동일한 화초가 심어진 5개의 화분에 인산염 비료를, 다른 6개의 화분에 질소 비료를 주어, 3개월 후 화초의 길이(단위: cm)를 측정하였다. **인산염 비료**를 준 화초 길이의 모평균을 μ_1 , **질소 비료**를 준 화초 길이의 모평균을 μ_2 라 할 때, 화초 길이가 정규분포를 따른다면 $\mu_1 - \mu_2$ 의 **98%** 신뢰구간을 구하라. 단, 화초 길이의 모분산은 비료 종류에 따라 차이가 없다고 가정한다.

• 정규모집단 $N(\mu_1, \sigma_1^2)$, $N(\mu_2, \sigma_2^2)$ 및 등분산 $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma^2$ 가정

$$\bar{x} - \bar{y} - t_{\alpha/2}(n_1 + n_2 - 2) \times s_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}} < \mu_1 - \mu_2 < \bar{x} - \bar{y} + t_{\alpha/2}(n_1 + n_2 - 2) \times s_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}$$

- (cont'd) **질소 비료**를 준 화초가 인산염 비료를 준 화초보다 **더 잘 자란다고** 말할 수 있는가? 귀무가설과 대립가설을 세우고, 11개 화분에 심은 화초 길이 자료를 가지고 유의수준 $\alpha = 0.05$ 로 검정하라.

• $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$, $H_1: \mu_1 - \mu_2 < 0$

• (검정통계치) $t = \frac{\bar{x} - \bar{y} - \delta_0}{s_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$

$\alpha = 0.02$

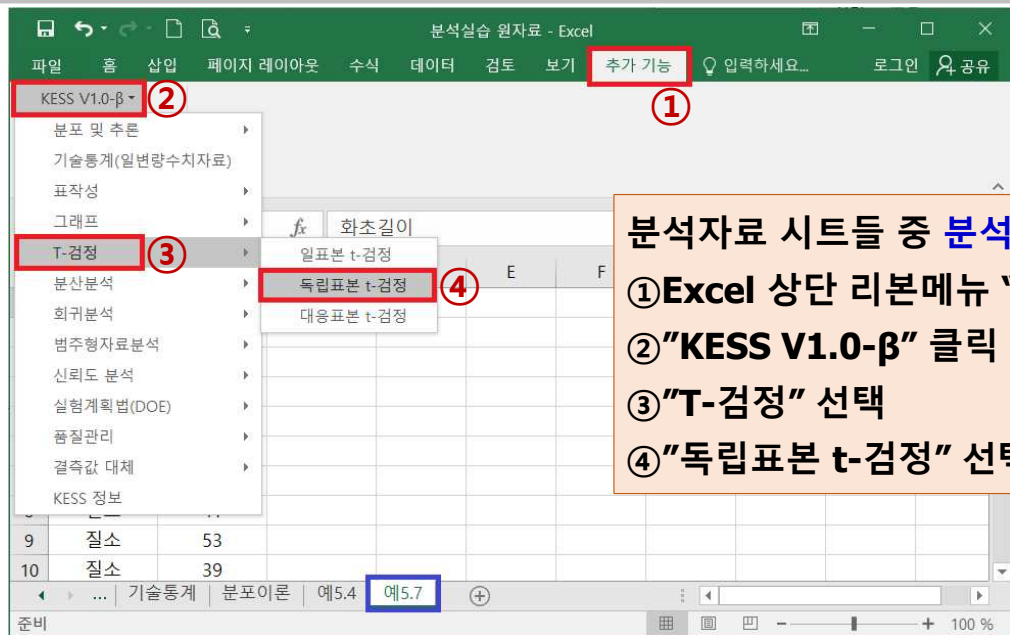
→ **다리로**

두번귀해야함

→ **신뢰구간구하기 ($\alpha = 0.02$)**

→ **가설검정 ($\alpha = 0.05$)**

독립표본 t-검정



분석자료 시트들 중 분석하려는 자료가 있는 시트에서,

①Excel 상단 리본메뉴 “추가기능” 탭 선택

②“KES V1.0-β” 클릭

③“T-검정” 선택

④“독립표본 t-검정” 선택

독립표본 T-검정 V1.0

변수목록

⑥ 비료종류
⑤ 화초길이

▶

▶▶

◀

◀◀

▶

분석변수

분석

출력옵션

재설정

도움말

종료

그룹변수

독립표본 T-검정 V1.0

변수목록

▶

▶▶

◀

◀◀

◀

▶

분석변수

화초길이

분석

출력옵션

재설정

도움말

종료

그룹변수

비료종류

독립표본 T-검정 V1.0 창

- 변수목록: ⑤“화초길이”를 선택하고, 화살표 “▶” 클릭하여 “분석변수”로 보내기
- ⑥“비료종류”를 선택하고, 화살표 “▶” 클릭하여 “그룹변수”로 보내기
- 평균비교: ⑦대립가설: 그룹1평균-그룹2평균 “<” 선택하고, 모평균차이 기존값 “0” 및 신뢰 수준 “95” 입력하고, 분산가정 “등분산” 선택

평균비교 ⑦

대립가설: 그룹1평균-그룹2평균

☒ < ☐ > ☐ ≠

신뢰구간 ☒ 신뢰수준 95 %

분산가정

☒ 등분산 ☐ 이분산 ☐ 분산검정결과

추가분석

☐ 등분산성검정(F-검정) ☐ 정규성검정(Shapiro-Wilk)

☐ 기하평균비교: 평균비 < 1

언어변환

☐ R 변환 ☐ SAS 변환 ☐ Python 변환

독립표본 T-검정 V1.0

변수목록

▶

▶▶

◀

◀◀

▶

▶▶

◀

◀◀

▶

▶▶

◀

◀◀

분석변수

화초길이

⑩ 분석

⑧ 출력옵션

재설정

도움말

종료

그룹변수

비료종류

출력옵션

출력시트이름

독립표본t-검정결과 ⑨

표준엑셀형식

Gridline삭제

소수점표시 자리수 3

변환시트이름 _KESS변환시트_

확인

취소

평균비교

대립가설: 그룹1평균-그룹2평균

>

< 0

≠

신뢰구간

신뢰수준 95 %

분산가정

등분산

이분산

분산검정결과

추가분석

등분산성검정(F-검정)

정규성검정(Shapiro-Wilk)

기하평균비교: 평균비 < 1

언어변환

R 변환

SAS 변환

Python 변환

• 독립표본 T-검정 V1.0 창: ⑧"출력옵션" 클릭

• 출력옵션 창: ⑨출력시트이름 등 변경하고, "확인" 클릭

• 독립표본 T-검정 V1.0 창: ⑩"분석" 클릭

분석실습 원자료 - Excel

파일 홈 삽입 페이지 레이아웃 수식 데이터 검토 보기 추가 기능 수행할 작업을 알려 주세요. 로그인 공유

KESS V1.0-β Bluetooth로 보내기

메뉴 명령

B5

변수

두 모집단 평균 비교: 예5.7

평균비교

변수	그룹	표본크기	평균	표준편차	평균차	표준오차	가설검정			구간추정	
							T-통계량	자유도	p-값	신뢰하한	신뢰상한
최초길이	인산염	5.000	43.000	5.099							
	질소	6.000	45.000	5.831	-2	3.341102	-0.599	9	0.718	-∞	4.125

※ 대립가설: 평균차 < 0
 ※ 구간추정: 95% 신뢰수준
 ※ 평균비교는 등분산 가정 하에서 이루어짐

→ d = 5.1.

가설검정

구간추정

신뢰하한

신뢰상한

독립표본t-검정결과 ⑪

개수: 2 100%

⑪ "독립표본t-검정결과" 시트:

대립가설, 유의수준(=1-신뢰수준), 분산가정, 가설검정 결과 확인

$$\bar{x} - \bar{y}$$

$$\sqrt{s_p^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}$$

✓ ✓

가설검정

구간추정

신뢰하한

신뢰상한

※ 대립가설: 평균차 < 0
 ※ 구간추정: 95% 신뢰수준
 ※ 평균비교는 등분산 가정 하에서 이루어짐

→ d = 5.1.

가설검정

구간추정

신뢰하한

신뢰상한

두 집단 평균이 다른지
 독립표본t-검정
 결과 확인

가설검정유의수준은 0.05로 구간추정 신뢰수준은 0.95로
 두 집단 평균이 다른지, 신뢰수준하에서 두 집단 평균

(예5.7) 신뢰구간

- ①~⑥, ⑧~⑩ (10~12쪽과 동일)
- ⑦ 평균비교:
 - 대립가설: 그룹1평균-그룹2평균에서 “≠”를 선택하여 양측검정을 설정하고, 모평균 차이의 기존값 “0” 입력
 - 신뢰수준: “98” 입력
 - 분산가정: “등분산” 선택 등

양측검정이야
신뢰상한.하한을 모두 줘.

독립표본 T-검정 V1.0

변수목록

분석변수
화초길이

그룹변수
비료종류

분석
출력옵션
재설정
도움말
종료

평균비교 ⑦

대립가설: 그룹1평균-그룹2평균

☒ >
 ☒ <
 ☒ ≠
 신뢰구간
 신뢰수준 98 %

분산가정

☒ 등분산
☐ 이분산
☐ 분산검정결과

추가분석

☐ 등분산성검정(F-검정)
☐ 정규성검정(Shapiro-Wilk)

☐ 기하평균비교: 평균비 ≠ 1

언어변환

☐ R 변환
☐ SAS 변환
☐ Python 변환

분석실습 원자료 - Excel

파일 홈 삽입 페이지 레이아웃 수식 데이터 검토 보기 추가 기능 수행할 작업을 알려 주세요. 로그인 공유

KESS V1.0-β
Bluetooth로 보내기

메뉴 명령

J20

1
2 두 모집단 평균 비교: 예5.7
3
4 평균비교
5
6 변수 그룹 표본크기 평균 표준편차 평균차 표준오차 가설검정 구간추정
7 T-통계량 자유도 p-값 신뢰하한 신뢰상한
8 화초길이 인산염 5.000 43.000 5.099 -2 3.341102 -0.599 9 0.564 -11.427 7.427
9 질소 6.000 45.000 5.831
10 ※ 대립가설: 평균차 ≠ 0
11 ※ 구간추정 98% 신뢰수준
12 ※ 평균비교는 등분산 가정 하에서 이루어짐

예5.4 예5.7 예5.8 독립표본t-검정결과 11

준비

경관차이는
표준화한것으로 바뀌지 X

⑪ "독립표본t-검정결과" 시트

▶ 대립가설(양측검정 확인), 신뢰수준, 분산가정, 신뢰구간 추정치 확인

(예5.8)

귀무가설 + 대립가설

- 새로 개발된 다이어트 프로그램에 참여자 8명의 다이어트 전·후 체중의 모평균을 각각 μ_1, μ_2 라 할 때, $\mu_1 - \mu_2$ 의 95% 신뢰구간을 구하라.

$$\bar{d} - t_{\alpha/2}(n-1) \times \frac{s_D}{\sqrt{n}} < \mu_1 - \mu_2 < \bar{d} + t_{\alpha/2}(n-1) \times \frac{s_D}{\sqrt{n}}$$

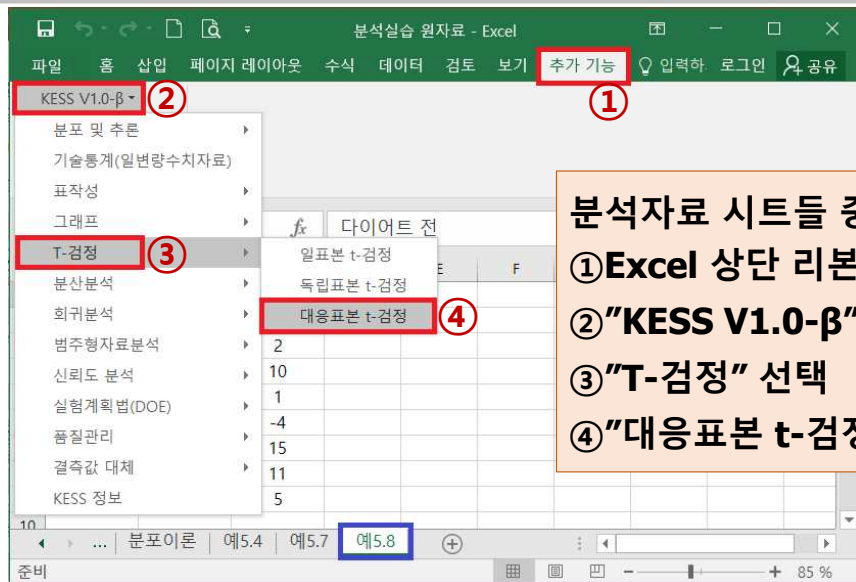
- (cont'd) 기존 다이어트 프로그램에 참여한 사람들은 평균적으로 3kg을 감량하였다. 새로 개발된 다이어트 프로그램이 기존 다이어트 프로그램보다 더 효과적인지 귀무가설과 대립가설을 세우고, 8명의 체중변화 자료를 통해, 유의수준 $\alpha = 0.05$ 로 검정하라.

$$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 3, H_1: \mu_1 - \mu_2 > 3$$

$$\text{(검정통계치)} \quad t = \frac{\bar{d} - \delta_0}{s_D / \sqrt{n}}$$

→ 같은으로 한 번의 실험으로 가능.

대응표본 t-검정



분석자료 시트들 중 분석하려는 자료가 있는 시트에서,

① Excel 상단 리본메뉴 “추가기능” 탭 선택

② “KESS V1.0-β” 클릭

③ “T-검정” 선택

④ “대응표본 t-검정” 선택

대응표본 T-검정 V1.0

변수목록

⑤ 다이어트 전

⑥ 다이어트 후

체중 변화

▶

▶▶

◀

◀◀

▶

비교변수

기준변수

분석

출력옵션

재설정

도움말

종료

대응표본 T-검정 V1.0

변수목록

체중 변화

▶

▶▶

◀

◀◀

▶

비교변수

다이어트 후

기준변수

다이어트 전

분석

출력옵션

재설정

도움말

종료

대응표본 T-검정 V1.0 창:

- 변수목록: ⑤"다이어트 전"을 선택하고, 화살표 "▶" 클릭하여 "기준변수"로 보내기
- ⑥"다이어트 후"를 선택하고, 화살표 "▶" 클릭하여 "비교변수"로 보내기
- 평균비교: ⑦대립가설: 기준평균-비교평균 ">" 선택하고, 기존 모평균차이값 "3" 및 신뢰수준 "95" 입력
- 추가분석: "개별변수 기술통계 추가" 선택

평균비교

⑦

대립가설: 기준평균-비교평균

◦ >

◦ <

◦ ≠

3

신뢰구간

신뢰수준 95 %

추가분석

☒ 개별변수 기술통계 추가

☐ 정규성검정(Shapiro-Wilk)

☐ 기하평균비교: 평균비 > 1

언어변환

☐ R 변환

☐ SAS 변환

☐ Python 변환

대응표본 T-검정 V1.0

변수목록

체중 변화

비교변수

다이어트 후

기준변수

다이어트 전

⑩ 분석

⑧ 출력옵션

재설정

도움말

종료

평균비교

대립가설: 기준평균-비교평균 < 3 ☒ 신뢰구간 신뢰수준 95 %

추가분석

☒ 개별변수 기술통계 추가 ☐ 정규성검정(Shapiro-Wilk)

☐ 기하평균비교: 평균비 > 1

언어변환

☐ R 변환 ☐ SAS 변환 ☐ Python 변환

출력옵션

출력시트이름

대응표본t-검정결과 ⑨

☒ 표준엑셀형식 ☐ Gridline삭제

소수점표시 자리수 3

변환시트이름 _KESS변환시트_

확인 취소

- 대응표본 T-검정 V1.0 창: ⑧ "출력옵션" 클릭
- 출력옵션 창: ⑨ 출력시트이름 등 변경하고, "확인" 클릭
- 대응표본 T-검정 V1.0 창: ⑩ "분석" 클릭

(예5.8) 신뢰구간

- ①~⑥, ⑧~⑩ (18~20쪽과 동일)
- ⑦ 평균비교:
 - 대립가설: 그룹1평균-그룹2평균에서 " \neq "를 선택하여 양측검정을 설정하고, 모평균 차이의 기존값 "0" 입력
 - 신뢰수준: "95" 입력
 - 추가분석: "개별변수 기술통계 추가" 선택

대용표본 T-검정 V1.0

변수목록

체중 변화

비교변수

다이어트 후

분석

출력옵션

재설정

도움말

종료

기준변수

다이어트 전

평균비교 ⑦

대립가설: 기준평균-비교평균

> < \neq

신뢰구간

신뢰수준 95 %

양측검정

추가분석

☒ 개별변수 기술통계 추가 ☐ 정규성검정(Shapiro-Wilk)

☐ 기하평균비교: 평균비 \neq 1

언어변환

☐ R 변환 ☐ SAS 변환 ☐ Python 변환

자동 저장 통계학... 조유미

파일 홈 삽입 그리기 페이지 레이아웃 수식 데이터 검토 보기 **추가 기능** 도움말

KESS V1.0-β

메뉴 명령

K23

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	대응표본 비교: 예5.8								
2	평균비교(대응표본)								
3	변수	표본크기	평균	표준편차	가설검정			구간추정	
4					T-통계량	자유도	p-값	신뢰하한	신뢰상한
5	다이어트 전-다이어트 후	8	6.000	6.188	1.371	7	0.106	1.855	∞
6	※ 대립가설: 평균 > 3								
7	※ 구간추정: 95% 신뢰수준								
8									
9	주요기술통계								
10	변수	표본크기	평균	중앙값	표준편차	최솟값	최댓값		
11	다이어트 후	8	73.250	68.500	19.122	50	97		
12	다이어트 전	8	79.250	71.500	17.269	60	105		
13									
14									
15	대응표본 비교: 예5.8								
16	평균비교(대응표본)								
17	변수	표본크기	평균	표준편차	가설검정			구간추정	
18					T-통계량	자유도	p-값	신뢰하한	신뢰상한
19	다이어트 전-다이어트 후	8	6.000	6.188	2.743	7	0.029	0.827	11.173
20	※ 대립가설: 평균 ≠ 0								
21	※ 구간추정: 95% 신뢰수준								
22									
23	주요기술통계								

분포이론 예5.4 예5.7 예5.8 예6.1 예7.1 **대응표본t-검정결과** 100%

⑪ "대응표본t-검정결과" 시트:

대립가설별 및 신뢰수준별 구간추정 결과와 가설검정 결과 확인

대응표본 $X - Y$ 를 이용해서 단인모집단으로 바꿔서 (X, Y 따로아니냐)

$$D = X - Y$$

$$\text{평균과 } D = \frac{\sum D}{n}$$

구간추정

양측검정