

『사회과학연구 및 통계』

t 검증(*t-test*)편

Probability and Statistics



□ 사전-사후 검사 통제집단 설계(pretest-posttest control group design)

: 사전-사후 검사 통제집단 설계는 실험연구에서 가장 많이 쓰이는 설계로 사전검사와 사후 검사를 실시하는 것과 동시에 실험처치를 가하는 실험집단과 실험처치를 받지 않는 통제 집단을 설정하는 설계방식임

가. 설계의 도식

	사전	프로그램	사후	대응표본 t
R ₁ (실험집단)	O ₁	X	O ₂	O ₁ -O ₂ (p<.05)
R ₂ (통제집단)	O ₃		O ₄	O ₃ -O ₄ (p>.05)
독립표본 t	O ₁ -O ₃ (p>.05)		O ₂ -O ₄ (p<.05)	

나. 설계의 단계별 검증방식

검증 단계	평균차이	유의확률	분석방법	보고서 제시
단계1	O ₁ -O ₃	p>.05	독립표본 t	기술 필요
단계2	O ₁ -O ₂	p<.05	대응표본 t	표 작성
단계3	O ₂ -O ₄	p<.05	독립표본 t	표 작성
단계4	O ₃ -O ₄	p>.05	대응표본 t	-

다. 사전-사후 검사 통제집단 설계 코딩 자료

	id	집단유형	preself	postself	precon	postcon
1	1	1	3.20	2.90	11.00	11.00
2	2	1	1.50	2.40	11.00	10.00
3	3	1	3.00	4.10	13.00	14.00
4	4	1	2.80	3.00	13.00	14.00
5	5	1	4.00	4.20	13.00	10.00
6	6	1	2.30	2.90	10.00	13.00
7	7	1	2.20	2.50	11.00	12.00
8	8	1	3.00	3.70	7.00	10.00
9	9	1	2.80	3.00	11.00	11.00
10	10	1	2.80	4.00	10.00	10.00
11	11	1	2.30	2.70	10.00	12.00
12	12	1	3.60	3.40	11.00	11.00
13	13	1	3.00	3.80	11.00	14.00
14	14	1	3.40	3.10	12.00	13.00
15	15	1	2.90	2.70	7.00	14.00
16	16	2	1.80	3.20	10.00	8.00
17	17	2	3.10	3.40	10.00	8.00
18	18	2	1.70	2.50	11.00	9.00
19	19	2	2.60	2.00	8.00	9.00
20	20	2	3.40	2.70	10.00	12.00
21	21	2	2.40	3.30	7.00	8.00
22	22	2	2.10	3.50	11.00	9.00
23	23	2	3.10	3.40	14.00	14.00
24	24	2	1.50	1.40	8.00	9.00
25	25	2	2.70	2.20	10.00	12.00

▶ 집단유형 : 1-실험집단, 2-통제집단

▶ 측정치: preself: 자존감 사전 측정치)

postself: 자존감 사후 측정치

precon: 내적통제성 사전 측정치

postcon: 내적통제성 사후 측정치

* 주의사항 : 한 개인 측정치는 같은 행(가로)에 코딩해야 함

라. 사전-사후 검사 통제집단 설계 통계분석방법

1) SPSS 산출방법 : 독립표본 t 검정

검증 단계	평균차이	유의확률	분석방법	보고서 제시
단계1	O_1-O_3	$p>.05$	독립표본 t	기술 필요

가) 독립표본 t 검정(분석) : 상호 독립적으로 구성된(다른 모집단에서 추출된) 두 표본(집단의 범주: 실험집단과 통제집단)의 평균(검정변수: 사전자존감, 사전내적통제성) 차이 검증

나) SPSS 산출 순서(아래 그림 참조) : 분석 Click ⇒ 평균비교 ⇒ 독립표본 T검정 Click ⇒ 검정변수란에 사전자존감, 사후내적통제성 변수 투입 ⇒ 집단변수란에 집단유형 변수 투입 ⇒ 집단정의 Click ⇒ 집단 1란에 1, 집단 2란에 2 입력 후 계속 Click ⇒ 확인 Click ⇒ 결과 표 해석

The image shows the SPSS Statistics Data Editor window with a dataset containing columns for 'id', '집단유형' (Group Type), and 'pres'. The '분석' (Analyze) menu is open, and the '독립표본 T검정(T...)' (Independent-Samples T-Test) option is selected. Two dialog boxes are overlaid on the main window:

- 독립표본 T검정 (Independent-Samples T-Test) Dialog:**
 - 검정변수(T): 사전자존감 (pres), 사후자존감 (postse), 사후내적통제성 (pos).
 - 집단변수(G): 집단유형 (1 2).
 - Buttons: 확인 (OK), 불어넣기 (Paste), 자동정리 (Auto), 취소 (Cancel), 도움말 (Help).
- 집단정의 (Define Groups) Dialog:**
 - 지정값 사용(U): 집단 1: 1, 집단 2: 2.
 - 분리점(C): (empty).
 - Buttons: 계속 (Continue), 취소 (Cancel), 도움말 (Help).

The background Data Editor shows a list of 35 cases with their respective group assignments and scores for the variables mentioned in the dialog boxes.

다) SPSS 결과표 해석방법

집단통계량					
집단유형		N	평균	표준편차	평균의 표준오차
사전자존감	실험집단	15	2.8533	.61163	.15792
	통제집단	14	2.4929	.67649	.18080
사전내적통제성	실험집단	15	10.7333	1.83095	.47275
	통제집단	14	9.1429	1.91581	.51202

▶ **t 값, p(유의확률) 값**

- $p < 0.05$: t값이 유의함(통계적으로 두 집단의 차이가 있음)
- $P > 0.05$: t값이 유의하지 않음(통계적으로 두 집단의 차이가 없음)

▶ t 값, p(유의확률) 값

- $p < 0.05$: t값이 유의함(통계적으로 두 집단의 차이가 있음)
- $P > 0.05$: t값이 유의하지 않음(통계적으로 두 집단의 차이가 없음)

		Levene의 등분산 검정		평균의 동일성에 대한 t-검정						
		F	유의확률	t	자유도	유의확률 (양측)	평균차	차이의 표준오차	차이의 95% 신뢰구간	
									하한	상한
사전자존감	등분산이 가정됨	.825	.372	1.507	27	.143	.36048	.23920	-.13032	.85127
	등분산이 가정되지 않음			1.502	26.228	.145	.36048	.24006	-.13276	.85372
사전내적통제성	등분산이 가정됨	.093	.763	2.286	27	.030	1.59048	.69576	.16289	3.01807
	등분산이 가정되지 않음			2.282	26.637	.031	1.59048	.69689	.15966	3.02129

▶ F 값, p(유의확률) 값

- $P > 0.05$: F값이 통계적 유의수준에서 두 집단의 등분산이 가정됨을 의미하므로 등분산이 가정됨을 사용
- $P < 0.05$: F값이 통계적 유의수준에서 두 집단의 등분산이 가정되지 않음을 의미하므로 등분산이 가정되지 않음을 사용

라) 결과 제시 및 해석 방법(논문 및 보고서 기술양식)

<표 1> 집단(통제집단과 실험집단)의 자존감과 내적통제성 사전평균 차이

	집단	N	M (평균)	SD (표준편차)	t	p
사전자존감	실험집단	15	2.85	.612	1.507	.143
	통제집단	14	2.49	.676		
사전내적통제성	실험집단	15	10.73	1.830	2.286*	.030
	통제집단	14	9.14	1.916		

* $p < .05$ ** $< .01$, *** $< .001$

⇒ 실험집단과 통제집단의 사전 자존감, 내적통제성 평균 차이를 확인하기 위해 독립표본 t 검정을 실시하였다. 분석결과, 실험집단의 사전자존감은 2.85점, 통제집단의 사전자존감은 2.49점으로 실험집단이 통제집단에 비해 약 0.36점 높은 것으로 나타났다. 그러나 이러한 차이는 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다($t=1.507$, $p=.143$). 즉, 프로그램 처치 전 통제집단과 실험집단의 사전자존감은 통계적 유의수준에서 차이가 없는 것으로 판단되어 두 집단이 동일한 수준의 집단인 것으로 확인되었다.

그러나, 통제집단의 사전내적통제성은 10.73점, 실험집단의 사전내적통제성은 9.14점으로 실험집단이 통제집단에 비해 약 1.59점 높은 것으로 나타났다. 이러한 차이는 통계적으로 유의한 것이 확인되었다($t=2.286$, $p=.030$). 이러한 결과는 프로그램 처치 전 통제집단과 실험집단의 사전내적통제성은 통계적 유의수준에서 차이가 있는 것으로 판단되어 두 집단이 동일한 수준의 집단이 아닌 것으로 확인되었다. 따라서 사후 점수에서의 집단 차이가 처치에 의한 효과라고 단정짓기 어렵기 때문에 사전내적통제성의 평균을 동일하게 교정한 상태로 처치 효과를 검증하는 공분산분석(ANCOVA)을 활용하였다.

2) SPSS 산출방법 : 대응표본 t 검정

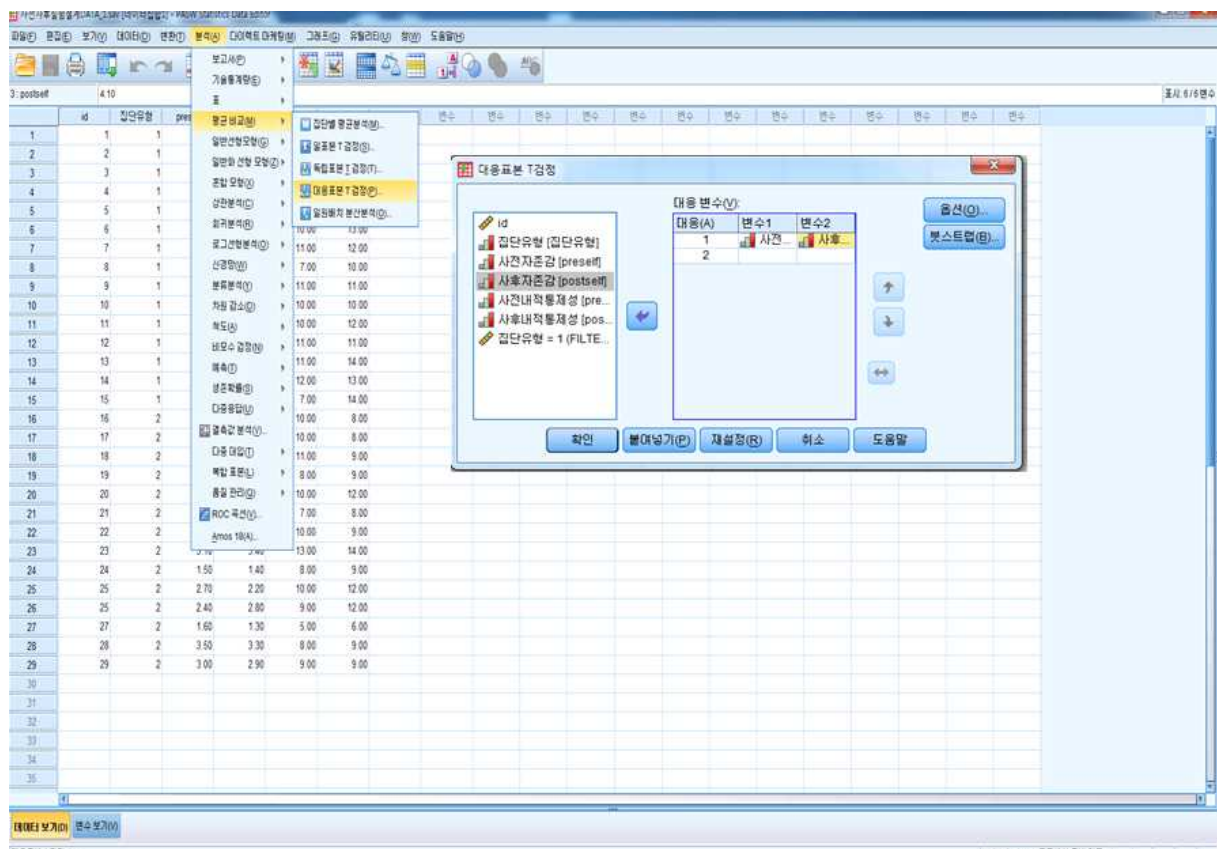
검증 단계	평균차이	유의확률	분석방법	보고서 제시
단계2	$O_1 - O_2$	$p < .05$	대응표본 t	표 작성

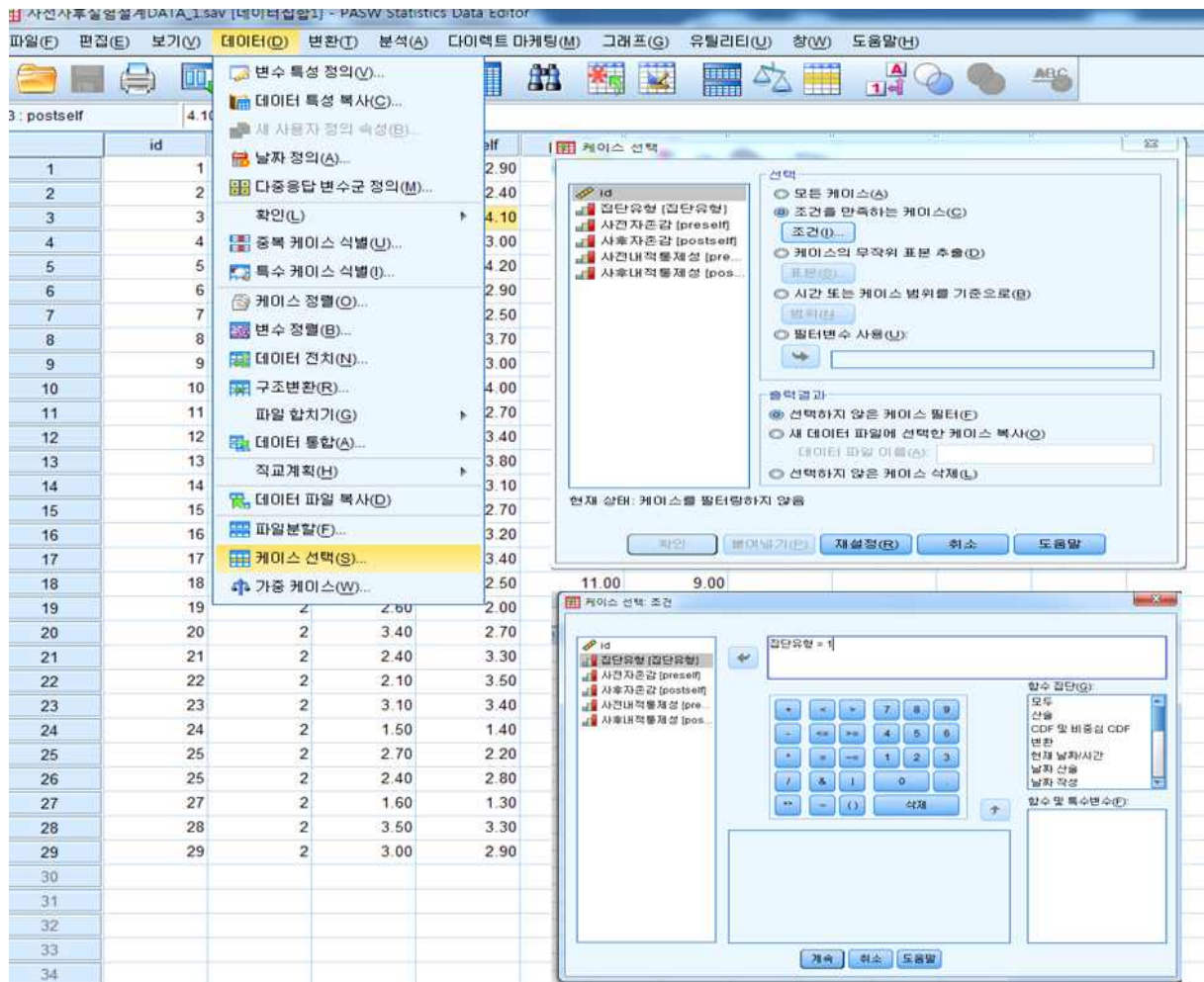
가) 대응표본 t 검정(분석) : 상호 독립적으로 구성되지 않은 두 표본(실험집단의 사전-사후 혹은 통제집단의 사전-사후)의 평균차이 검증

나) SPSS 산출 순서(아래 그림 참조) : 케이스 선택 후 대응표본 T 검정

▶ 데이터 Click ⇒ 케이스 선택 Click ⇒ 선택에서 조건을 만족하는 케이스 Click ⇒ 조건 Click ⇒ 집단유형 변수를 오른쪽으로 이동시켜서 '집단유형=1'을 입력 ⇒ 계속 Click ⇒ 데이터에서 16번에서 29번이 데이터가 '/' 로 필터된 것을 확인(즉, 통제집단(1)만 데이터로 활용될 수 있음을 확인)

▶ 대응표본 T검정 Click ⇒ 대응변수란의 변수 1에 사전자존감 변수 이동시키고, 변수 2에 사후자존감 변수 이동 후 확인 Click ⇒ 결과표 해석





다) SPSS 결과표 해석방법

대응표본 통계량

	평균	N	표준편차	평균의 표준오차
대응 1 사전자준감	2.8533	15	.61163	.15792
사후자준감	3.2267	15	.59698	.15414

대응표본 상관계수

	N	상관계수	유의확률
대응 1 사전자준감 & 사후자준감	15	.659	.008

대응표본 검정

		대응자					t	자유도	유의확률 (양측)
		평균	표준편차	평균의 표준오차	하한	상한			
대응 1	사전자준감 - 사후자준감	-.37333	.49924	.12890	-.64980	-.09686	-2.896	14	.012

▶ t 값, p(유의확률) 값

- $p < 0.05$: t값이 유의함(통계적으로 두 집단의 차이가 있음)
- $P > 0.05$: t값이 유의하지 않음(통계적으로 두 집단의 차이가 없음)

▶ 대응차이의 평균 값 - 사전조사 - 사후조사

- 양의 값(+) \Rightarrow 사전조사 > 사후조사
- 음의 값(-) \Rightarrow 사전조사 < 사후조사

라) 결과 제시 및 해석 방법(논문 및 보고서 기술양식)

<표 1> 실험집단의 자존감 사전-사후 평균 차이

	집단	N	M (평균)	SD (표준편차)	t	p
자존감	사전	15	2.85	.612	-2.896*	.012
	사후	15	3.23	.597		

* $p < .05$ ** $p < .01$, *** $p < .001$

⇒ 자존감에 대한 실험집단 학생들의 프로그램 사전, 사후 응답 차이를 확인하기 위해 대응 표본 t검정을 실시하였다. 분석결과, 사전자존감은 2.85점이었으나 사후자존감은 3.23점으로 약 0.48점 통계적 유의수준에서 향상된 것으로 확인되었다($t = -2.896$, $p = .012$). 따라서 자존감에 대한 학생들의 응답점수가 사전보다 사후에 유의하게 증가하였다고 할 수 있다. 즉, 프로그램은 학생들의 자존감을 증진시키는 데에 효과적으로 기여하였음을 알 수 있다.

3) SPSS 산출방법 : ()표본 t 검정 (연습문제)

검증 단계	평균차이	유의확률	분석방법	보고서 제시
단계3	$O_2 - O_4$			표 작성

4) SPSS 산출방법 : ()표본 t검정 (연습문제)

검증 단계	평균차이	유의확률	분석방법	보고서 제시
단계4	$O_3 - O_4$			-

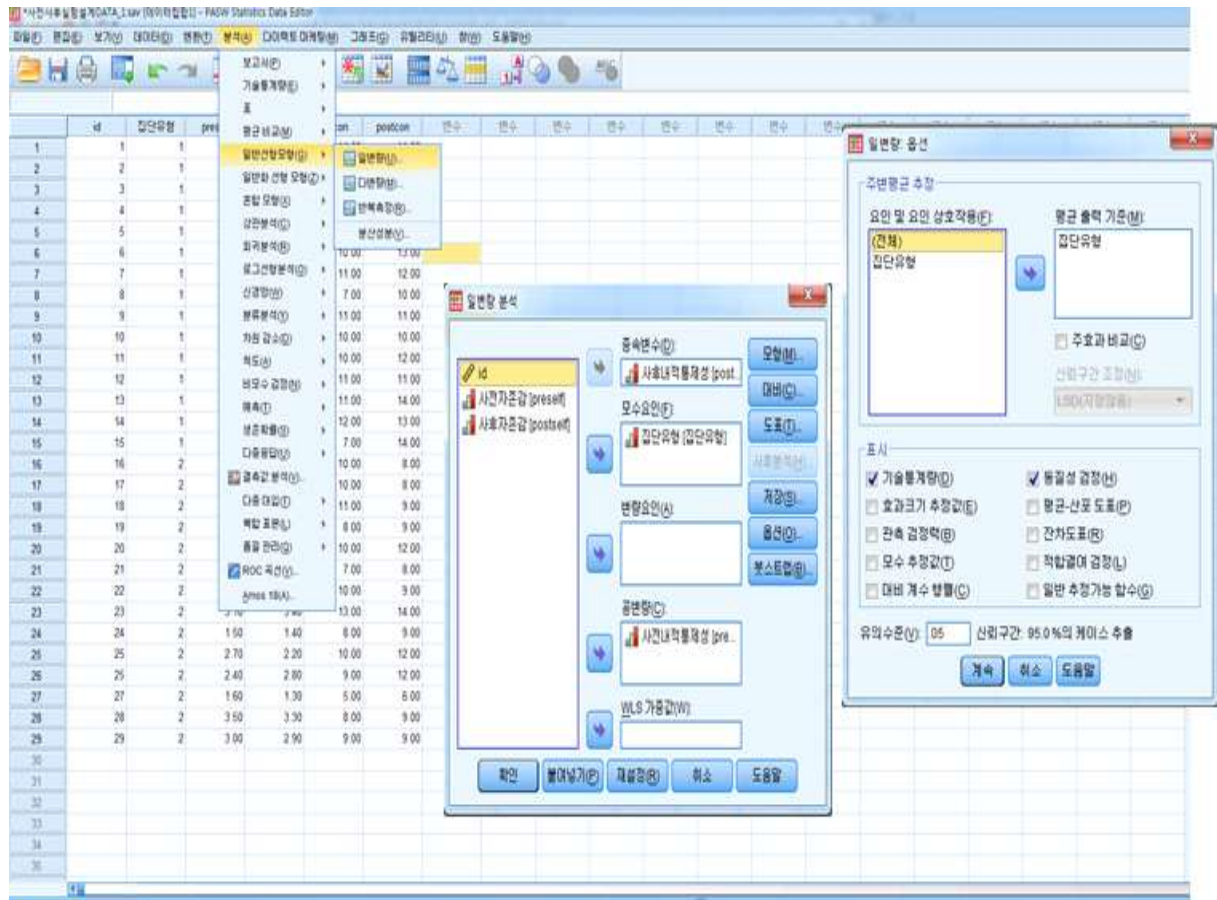
5) SPSS 산출방법 : 공분산분석(ANCOVA: ANalysis of Covariance)

검증 단계	평균차이	유의확률	분석방법	보고서 제시
단계1	$O_1 - O_3$	$p > .05$	독립표본 t	기술 필요
* 1단계의 기준을 충족시키지 못하면 단계2가 아닌, 단계2-1의 통계분석방법을 활용해야 한다.				
단계2	$O_1 - O_2$	$p < .05$	대응표본 t	표 작성
단계2-1	$O_1 - O_2$	$p < .05$	공분산분석	표 작성

가) 공분산분석: 사전 실험/통제집단간의 차이($O_1 - O_3$)가 있을 경우, 사전 점수를 공변인으로 통제된 상태에서 사후 처리효과를 검증

나) SPSS 산출 순서(아래 그림 참조)

▶ 분석 Click ⇒ 일반선형모형 중에 일변량 Click ⇒ 종속변수란에 사후내적 통제성 변수를 이동 ⇒ 모수요인란에 집단유형 변수 이동 ⇒ 공변량란에 사전내적통제성 변수 이동 후 확인 Click ⇒ 옵션 Click ⇒ 집단유형 변수를 평균 출력기준란으로 이동 ⇒ 아래 기술통계량과 동질성검정 체크 후 계속 Click ⇒ 확인 Click ⇒ 결과표 해석



□ **연구문제** : 성별에 따라 고등학교 2학년 학생들의 외국어 능력에 차이가 있는가?

독립변인(수)	종속변인(수)	독립변인척도 (수준/두 표본/두 집단)	종속변인척도
		()	

□ **영가설**(기각가설) :

□ **대립가설**(채택가설) :

□ **통계분석방법** : t검증(독립표본 t검증)

▶ **독립표본 t검증 목적**: 상호 독립적으로 구성된(다른 모집단에서 추출된) 두 표본(독립변수의 범주)의 평균(종속변수) 차이 검증

□ **SPSS 활용방법**

▶ **산출순서**(성태제 data 활용, p137 참조)

분석⇒평균비교⇒독립표본 t검증 Click⇒검정변수란에 비교하고자 하는 종속변수(외국어능력) 투입하고, 집단변수란에 비교집단 변수(성별) 투입⇒ 확인 Click

▶ **output 결과 및 해석**

집단통계량

성별	N	평균	표준편차	평균의 표준오차
외국어 남자	105	39.71	10.150	.990
여자	123	42.44	9.116	.822

독립표본 검정

		Levene의 등분산 검정		평균의 동일성에 대한 t-검정						
								차이의 95% 신뢰구간		
		F	유의확률	t	자유도	유의확률 (양측)	평균차	차이의 표준오차	하한	상한
외국어	등분산이 가정됨	1.163	.282	-2.135	226	.034	-2.725	1.276	-5.240	-.210
	등분산이 가정되지 않음			-2.117	211.184	.035	-2.725	1.287	-5.262	-.187

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{S}{\sqrt{n-1}}} = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2 - (\mu_1 - \mu_2)}{\frac{S_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}}{\sqrt{n-1}}} = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{S^2}{N_1-1} + \frac{S^2}{N_2-1}}}$$

$$\bar{X} - 1.96s_{\bar{X}} \leq \mu \leq \bar{X} + 1.96s_{\bar{X}}$$

□ **논문제시 방법**

<표 1> 성별에 따른 외국어 능력의 차이에 대한 두 독립표본 t검증결과

	성별	N	M	SD	t	p
외국어능력	남	105	39.71	10.150	-2.725*	.034
	여	123	42.44	9.116		

*p<.05 **<.01, ***<.001

남학생들의 외국어 능력 평균은 39.71, 표준편차는 10.15이며, 여학생들의 외국어 능력의 평균은 42.44, 표준편차는 9.12이다. 남녀 학생들의 외국어 능력에 차이가 있는지에 대한 t통계값은 -2.14, 유의확률 .034로서 유의수준 .05에서 성별에 따라 외국어 능력에 유의한 차이가 있는 것으로 분석되었다.

□ **연구문제** : 체력증진 프로그램을 적용하기 전후 학생들의 체력에 차이가 있는가?

독립변인(수)	종속변인(수)	독립변인척도 (수준/두 표본/두 집단)	종속변인척도
		()	

□ **영가설(기각가설)** :

□ **대립가설(채택가설)** :

□ **통계분석방법** : t검증(대응표본 t검증)

▶ **대응표본 t검증 목적**: 상호 독립적으로 구성되지 않은 두 표본(사전-사후)의 평균차이 검증

□ **SPSS 활용방법**

▶ **산출순서**(성태제 data 활용, p132 참조)

분석⇒평균비교⇒대응표본 t검증 Click⇒대응변수란에 비교하고자 하는 대응변수(사전체력-사후체력) 투입⇒확인 Click

▶ **output 결과 및 해석**

대응표본 통계량

	평균	N	표준편차	평균의 표준오차
대응 1 사전체력	64.067	150	21.6081	1.7643
사후체력	68.245	150	16.0074	1.3070

대응표본 상관계수

	N	상관계수	유의확률
대응 1 사전체력 & 사후체력	150	.608	.000

대응표본 검정

	대응차					t	자유도	유의확률 (양쪽)
	평균	표준편차	평균의 표준오차	차이의 95% 신뢰구간				
				하한	상한			
대응 1 사전체력 - 사후체력	-4.1782	17.3852	1.4195	-6.9831	-1.3733	-2.943	149	.004

□ **논문제시 방법**

<표 1> 체력증진 프로그램의 효과에 대한 두 대응(종속변수)표본 t검정결과

	사전		사후		t	p
	M	SD	M	SD		
체력	64.07	21.61	68.25	16.01	-2.94**	.004

* $p < .05$ ** $< .01$, *** $< .001$

사전체력의 평균은 64.07, 표준편차는 21.6이며, 사후체력의 평균은 68.25, 표준편차는 16.01이다. 사전체력과 사후체력의 차이에 대한 통계적 유의성을 검정한 결과 t통계값은 -2.94, 유의확률은 .004로서 유의수준 .05에서 체력증진 프로그램에 의한 학생들의 사전과 사후 체력에 차이가 있는 것으로 분석되었다.