

단변수 분석(평균비교/교차분석/비모수분석/사후분석)



장 명 진

서울대학교 의학연구협력센터

내용

- 연속형 자료의 집단간 평균 비교(모수적 검정)
 - 독립 자료: T검정, ANOVA 검정,
 - 연관 자료: Paired T 검정
 - 사후 검정
- 연속형 자료의 집단간 분포 비교(비모수적 검정)
 - 독립자료: Wilcoxon rank sum test, Kruskal-wallis test
 - 연관 자료: Wilcoxon signed rank test
- 범주형 자료의 집단간 비교
 - 독립 자료 : 카이제곱 검정, Fisher's exact test
 - 연관 자료 : 맥네머(McNemar) 검정

- 2 -

적절한 검정법(분석방법)?

- 연구내용: 혈압과 성별, 혈압과 체중간의 관련성
- 혈압 차이에 관심
 - 성별에 따라 혈압이 다른가?
 - 체중(저체중, 정상, 비만)에 따라 혈압이 다른가?
- 고혈압 차이에 관심
 - 성별에 따라 고혈압 분율이 다른가?
 - 체중(저체중, 정상, 비만)에 따라 고혈압 분율이 다른가?
- 이들 질문에 대한 답을 하기 위해 어떤 분석을 해야할까?

- 3 -

검정법(분석방법) 선택

- 변수의 유형: 연속형, 범주형
- 비교하고자 하는 군의 수: 2군, 3군이상
- 군 간 연관성: 군 간 독립, 군 간 관련성
- 연속형 자료의 분포: 정규분포, 정규분포가 아닌지

- 4 -

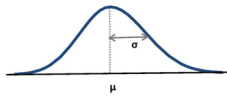
군 간 연관성

- 군 간 연관된 자료(related samples)
 - 한 군의 각 자료가 다른 군의 자료와 연관되어 있는 경우
 - 개개인으로부터 두 번이상 측정된 경우(반복측정자료)
 - 두 군의 각 자료가 짝지어 매칭된 경우(Case-control study)
- 군 간 독립적인 자료(independent samples)
 - 각 군 간 자료가 서로 독립적인 경우
- 군의 연관여부는 연구설계와 관련
 - 새로 개발된 고혈압 약제 A의 효과가 있는가?
 - 설계 1: 각 사람에서 고혈압 약제 A 복용 전, 후 혈압 측정
 - 설계 2: 한 군에서 고혈압 약제 A 복용, 다른 군에서 고혈압 약제 복용 안함, 혈압 측정
 - 설계 1에서 연관된 자료, 설계 2에서는 두 군의 사람이 서로 다르므로 독립 자료임

- 5 -

연속형 자료의 정규분포 가정

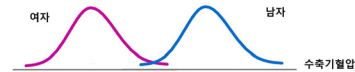
- 연속형 변수의 모집단의 분포가 정규분포를 따른다.
- 평균 μ , 표준편차 σ 인 정규분포: $X \sim N(\mu, \sigma^2)$
 - 평균 μ 를 중심으로 대칭
 - 표준편차 σ 는 자료가 평균으로부터 흩어진 정도를 나타냄. 1σ 내에 자료의 68%, 2σ 내에는 자료의 95%가 있음



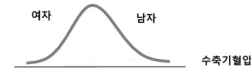
- 6 -

정규분포에서 군 간 비교

- 성별에 따라 수축기 혈압 분포가 다른가?
- 모집단에서 수축기혈압 분포 비교
 - 남자, 여자의 수축기혈압 평균이 다른 경우



- 남자, 여자의 수축기혈압 평균이 같은 경우



- 정규분포에서 분포의 비교는 모평균의 비교임

- 7 -

독립 두 군의 평균 비교 (독립 T 검정)

- 가설 설정
 - 귀무가설: 두 군의 모평균은 같다. $H_0: \mu_A - \mu_B = 0$
 - 대립가설: 두 군의 모평균은 다르다. $H_1: \mu_A - \mu_B \neq 0$

검정통계량

$$= \frac{(A \text{ 군 평균} - B \text{ 군 평균}) - (\mu_A - \mu_B)}{\text{평균값 차이의 표준오차}}$$

$$= \frac{(\bar{x}_A - \bar{x}_B) - 0}{SE(\bar{x}_A - \bar{x}_B)} \sim t_{n-2}, n = n_A + n_B$$

- 귀무가설하에서 검정통계량은 자유도가 $n-2$ 를 갖는 T분포를 따름

- 8 -

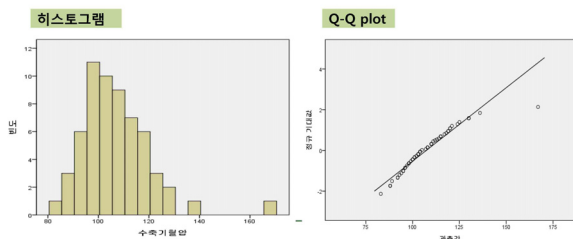
독립 T 검정 가정

- 두 표본은 같은 변동(분산)의 정규분포를 따르는 모집단에서 추출되었음: $X_A \sim N(\mu_A, \sigma^2)$, $X_B \sim N(\mu_B, \sigma^2)$
- 독립 T 검정 가정: 정규성, 등분산성
 - 정규성 확인: 각 군이 정규분포를 따르는지 확인
 - 등분산 확인: 두 군의 분산이 같은지 확인
- 가정은 모집단의 정규성, 등분산성임, 그런데 표본자료만 있는데 어떻게 모집단의 분포를 알 수 있을까?
 - 모집단에서 이런 성질이 만족하면, 표본에서도 이런 성질이 만족되므로, 표본을 통해 모집단 성질 유추

- 9 -

정규분포 가정 확인(1): 그래프 방법

- 그래프로 확인: 각 군에서 히스토그램 및 Q-Q plot
 - 히스토그램(막대그래프): 정규분포 형태인지 확인
 - Q-Q plot: 자료의 각 quantile값과 표준정규분포의 quantile 값의 산점도. 산점도가 직선위에 있으면 정규분포를 따름(Q-Q plot: 자료 1000이면, 자료 100개의 각 값과 표준정규분포에서 각각 1%, ..., 99%에 해당하는값(기대값)을 순서대로 그린 그림)



- 10 -

정규분포 가정 확인(2): 통계적 검정

- 통계적 검정: Kolmogorov-smirnov test, Shapiro-wilk test
 - 귀무가설: 정규분포이다. 대립가설: 정규분포가 아니다.
 - P-value < 0.05이면, 귀무가설 기각, 자료가 정규분포를 따른다고 할 수 없음
- 통계적 검정 주의 사항
 - 군 당 자료수가 적은 경우: 검정력이 낮아서 정규분포가 아닌 경우에도 귀무가설 기각하지 못함
 - 군 당 자료수가 많은 경우: 정규분포에서 조금만 벗어나도 귀무가설 기각
- 자료가 정규분포를 따르지 않지만, 자료수가 충분히 크면 평균에 대한 정규분포 가정 가능, 평균 비교 가능

- 11 -

등분산 가정 확인(Levene's test)

- 두 군의 분산이 같은가(등분산)?



- 등분산 검정(Levene's test)

- 귀무가설: 두 군의 분산이 같다. 대립가설: 두 군의 분산이 다르다.
- P-value > 0.05, 등분산 가정 만족

- 등분산 위배시 자유도가 수정된 T 통계량 사용

- 독립 T검정시, 등분산 가정 및 수정된 T통계량 함께 제시됨

- 12 -

분석자료 설명

- 성별에 따라 수축기 혈압 차이가 있는가?
- 비만분류(저체중, 정상, 비만)에 따라 수축기 혈압 차이가 있는가?

- 자료수: 120명

- 성별(Sex): 남 60명, 여 60명
- 비만분류(BMI_gr): 저체중 40명, 정상 40명, 비만 40명
- 수축기혈압(SBP)

- 성별에 따른 수축기 혈압 비교하기 위한 분석 수행(SPSS)

- 13 -

자료입력

- 데이터 보기: 자료입력

- 변수 보기: 변수명(이름), 유형, 설명, 코딩값, 결측값 지정

자료불러오기

- 파일 → 열기 → 데이터 → 파일 선택

분석자료(DB_SPSS.sav)

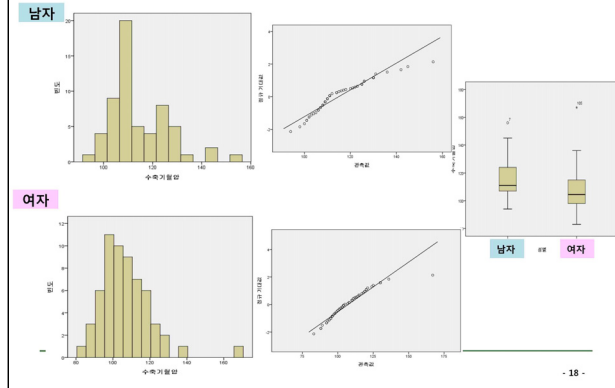
	Sex	BMI	BMI_gr	SBP	SBP_ex	SBP_d	SBP120	SBP120_1yr
1	1	18.29	1	105	-	-	0	0
2	1	18.44	1	106	-	-	0	0
3	1	18.22	1	130	125	5.00	1	0
4	1	18.07	1	108	-	-	0	0
5	1	17.99	1	106	-	-	0	0
6	1	15.73	1	109	-	-	0	0
7	1	17.67	1	156	147	9.00	1	1
8	1	18.23	1	145	140	5.00	1	1
9	1	18.24	1	107	-	-	0	0
10	1	17.12	1	110	-	-	0	0
11	1	18.08	1	109	-	-	0	0
12	1	16.15	1	104	-	-	0	1
13	1	17.36	1	109	-	-	0	0

- 16 -

정규성 가정 확인

- 분석 → 기술통계량 → 데이터 탐색

정규성 가정 확인: 그래프



정규성 가정 확인: 통계적 검정

성별	통계량	Kolmogorov-Smirnov ^a		Shapiro-Wilk	
		통계량	자유도	통계량	자유도
수축기혈압	남자	.192	60	.918	60
	여자	.095	60	.913	60

^a. 이것은 양인 유의확률의 하한값입니다.

a. Lilliefors 유의확률 수정

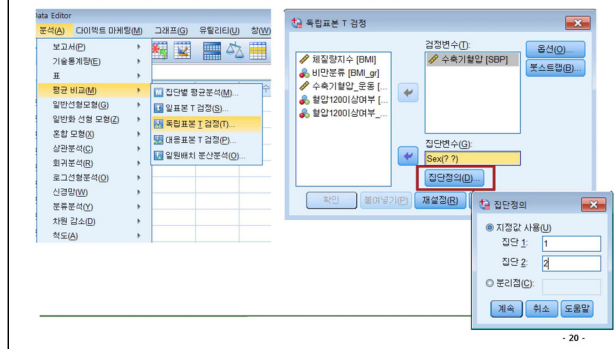
정규성 검정 결과(Kolmogorov-smirnov test)

- 여자의 수축기혈압 정규성 검정 p-value=0.20로 정규성 가정 만족
- 남자에서는 p-value<.001로 정규성 가정 귀무가설 기각함

→ 남자에서 수축기혈압 분포는 정규성 가정을 만족하지 않음, 자료수 60 이 적지 않으므로 T 검정으로 성별간 평균 비교 수행

독립 T 검정(SPSS)

분석 → 평균비교 → 독립표본 T 검정



독립 T 검정 결과

성별	N	평균	표준편차	표준오차
수축기혈압	남자	60	114.90	12.217
	여자	60	107.32	13.859

수축기혈압	Levene의 등분산성 검정	평균의 등분산성에 대한 T-검정					
		F	유의확률	t	자유도	유의확률 (양측)	유의확률 (단측)
수축기혈압	등분산성 가정됨	173	.678	3.179	118	.002	7.583
	등분산성 가정되지 않음			3.179	116.170	.002	7.583

등분산 검정(Levene's test) 결과

- P-value=.678로 등분산 가정 만족

T 검정 결과

- 등분산 가정된 결과로 해석, p-value=.002로 성별간 혈압 평균차이 유의함
- 성별간 수축기 혈압 평균차이는 남자가 여자보다 7.583 높음(95% CI=2.860, 12.307)

짝지어진 자료 평균 비교(Paired T 검정)

- 수축기혈압 SBP가 120이상인 사람을 대상으로 4주간 운동 프로그램 실시 후 수축기혈압 측정(SBP_ex)

- 운동 프로그램 전후에 수축기혈압에 차이가 있는가?

No	수축기혈압_전	수축기혈압_4주후	차이값
1	130	125	-5
2	126	115	-11
3	130	137	7
4	122	119	-3
:	:	:	:
28	124	127	3
평균	130.0	126.5	-3.6

- 짝지어진 자료에서 평균 비교는 차이 평균이 0인지를 검정함

짝지어진 자료 평균 비교(Paired T 검정)

가설

- 귀무가설: 두 군 간 차이값의 모평균이 0이다. $H_0: \mu_d = 0$
- 대립가설: 두 군 간 차이값의 모평균이 0이 아니다. $H_a: \mu_d \neq 0$

$$\text{검정통계량} = \frac{\text{차이값의 평균} - \mu_d}{\text{차이값의 표준오차}}$$

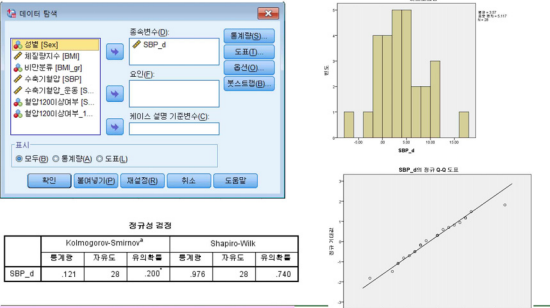
$$= \frac{\bar{x}_d - 0}{SE(\bar{x}_d)} \sim t_{n-1}$$

- 귀무가설하에서 검정통계량은 자유도가 n-1인 T분포를 따름

- Paired T 검정 가정: 차이값의 분포가 정규분포를 따른다.

수축기혈압 차이에 대한 정규분포 확인

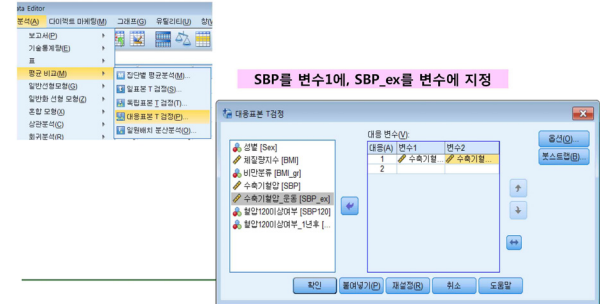
- 차이값(SBP_d)를 이용하여 정규분포 가정 확인



→ 정규성 가정 만족하여 Paired T 검정 수행

Paired T 검정(SPSS)

- 4주간의 운동 프로그램 후 수축기혈압 변화에 대한 검정 실시
- 분석 → 평균비교 → 대응표본 T 검정



Paired T 검정 결과

대응표본 통계량				
	평균	N	표준편차	표준오차
대응 1 수축기혈압	130.04	29	10.980	2.075
수축기혈압_운동	126.46	28	9.667	1.827

대응표본 공분산						
	평균	표준편차	표준오차	차이의 95% 신뢰구간	자유도	유의수준 (양측)
대응 1 수축기혈압 - 수축기혈압_운동	3.571	5.117	.967	1.587 5.555	3.693	.001

- Paired T 검정 결과

- 운동 전후 수축기혈압 평균이 유의하게 차이가 있었음(P-value=.001)
- 운동 후 수축기혈압이 평균 3.571 감소하였음(95% CI=1.587, 5.555)

세 군 이상의 평균 비교

- A, B, C군 간의 평균 차이가 있는가?

- 여러 번의 T검정 수행(다중검정의 문제점)

- A군 vs B군 비교: $H_0: \mu_A - \mu_B = 0 \rightarrow$ 각 검정시 1종 오류 0.05 있음
- A군 vs C군 비교: $H_0: \mu_A - \mu_C = 0 \rightarrow$ 각 검정시 1종 오류 0.05 있음
- B군 vs C군 비교: $H_0: \mu_B - \mu_C = 0 \rightarrow$ 각 검정시 1종 오류 0.05 있음
- 유의수준 0.05에서 3번의 검정을 시행하면, 귀무가설이 참인 경우 ($H_0: \mu_A = \mu_B = \mu_C$)에 귀무가설을 기각할 확률(1종오류)은 0.1426로 증가됨

- 세 군 이상의 평균 비교는 ANOVA 검정으로 1번의 검정으로 귀무가설($H_0: \mu_A = \mu_B = \mu_C$)을 검정함

세 군 이상의 평균 비교: ANOVA 분석

- 가설설정

- 귀무가설: 군 간 모평균 차이가 없다. $H_0: \mu_A = \mu_B = \mu_C$
- 대립가설: 군 간 모평균 차이가 있다. H_1 : 적어도 한 군의 모평균이 다른 군의 모평균과 다르다.

- ANOVA 검정

- 집단간 평균 차이와 집단 내 변동(분산)을 비교하여 평균 차이를 검정함
- 집단간 평균 차이(각 군의 평균과 전체 평균의 차이) = $\sum_{i=1}^3 (\bar{x}_i - \bar{x})^2 / 2$
- 집단 내 변동(분산) = $\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_i)^2 / (n - 3)$

ANOVA (Analysis of variance, 분산분석)

- 총 변동(SST)은 군간 변동합(SSB)과 군내 변동합(SSW)으로 구성되며, 집단간 차이는 군간 변동(MSB)과 군내 변동(MSE)의 비(F통계량)로 평가됨, 군간 변동이 클수록 F값이 큼

$$\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n (x_{ij} - \bar{x})^2 = \sum_{i=1}^k (\bar{x}_i - \bar{x})^2 + \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_i)^2$$

SST SSB SSW

요인	제곱합	자유도	평균제곱	분산비(F)	P-value
집단간	$SSB = \sum_{i=1}^k (\bar{x}_i - \bar{x})^2$	k-1	$MSR = SSB / (k-1)$	$F' = MSR / MSE$	$P(F \geq F')$
집단내	$SSW = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_i)^2 / (n - k)$	n-k	$MSE = SSW / (n - k)$		
전체	$SST = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n (x_{ij} - \bar{x})^2 / (n - 1)$	n-1			

ANOVA 검정 가정

- 독립성: 군 간 자료 독립이다.
 - 정규성: 각 군에서 자료가 정규분포를 따른다.
 - 등분산성: 각 군에서 분산이 같다.
- : 독립 T검정과 가정 동일함

- 30 -

ANOVA 사후 검정(Post-hoc test)

- ANOVA 검정에서 귀무가설이 기각되면 “적어도 한 군의 모평균이 다른 군의 모평균과 다르다”
- ANOVA 검정에서 귀무가설 기각시 어느 군 간 모평균이 다른지에 대한 검정(사후 검정) 수행
- 사후 검정은 2군간의 비교를 여러 번 수행하게 됨. 이 때 여러 번의 검정으로 인해 증가되는 1종 오류를 유의수준 5%미만으로 통제하는 방법 적용
- 사후검정 방법으로 Bonferroni adjustment, Tukey, Duncan, Scheffe 등의 방법이 있음

- 31 -

Bonferroni adjustment

- 전체 1종 오류를 α 로 통제하기 위해 각 검정시 사용할 유의수준을 α^* 로 조정하여 검정 시행

$$\alpha^* = \alpha/c, \quad c = \text{총 검정개수}$$

- Bonferroni adjustment 예제: 4군 간의 평균 비교($\alpha=0.05$ 사용)
 - 총 6번의 두 군간 비교, 각 검정시 $\alpha^* = 0.0083(0.05/6)$ 사용
 - 각 검정의 P-value가 0.0083미만인 경우에 군 간 모평균 차이가 있다고 결론 내림

- 32 -

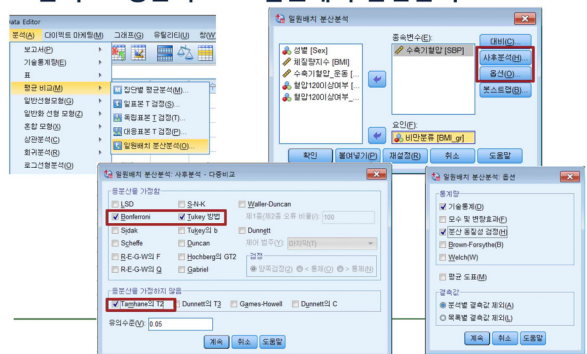
그 외의 여러 개의 Post-hoc analysis 있음

- 군간 등분산 가정, 등분산 가정하지 않는 방법 있음
- 등분산 가정 방법
 - Tukey : 모든 가능한 짝 비교 상황을 고려한 방법
 - Scheffe: 모든 가능한 비교 조합을 고려하여 다른 방법보다 보수적(예, A vs (B+C) 등 두 군 뿐 아니라 결합된 두 군 비교까지 고려)
 - LSD(Least significant difference): 다중검정에 따른 1종 오류 통제가 안된 방법임

- 33 -

ANOVA 검정(SPSS)

- 분석 → 평균비교 → 일원배치 분산분석



ANOVA 분석 결과

가계소득									
소득구분		소득원천별 소득액							
	N	평균	표준편차	표준오차	표준편차/표준오차	신뢰구간	신뢰구간	신뢰구간	신뢰구간
가계총	40	108.18	12.362	1.955	104.22	112.13	89	156	
평균	40	107.50	12.045	1.904	103.65	111.35	83	131	
비율	40	117.65	14.023	2.217	113.17	122.13	88	167	
한계	120	111.11	13.555	1.237	108.66	113.56	83	167	

본선의 동질성 검정

가계소득									
Levene		가계소득							
통계량	df1	df2	유의확률	신뢰구간	신뢰구간	신뢰구간	신뢰구간	신뢰구간	신뢰구간
1.290	2	117	.279	2576.717	1228.358	7.816	.001		

가계소득									
Levene		가계소득							
통계량	df1	df2	유의확률	신뢰구간	신뢰구간	신뢰구간	신뢰구간	신뢰구간	신뢰구간
1.290	2	117	.279	2576.717	1228.358	7.816	.001		

가계소득									
Levene		가계소득							
통계량	df1	df2	유의확률	신뢰구간	신뢰구간	신뢰구간	신뢰구간	신뢰구간	신뢰구간
1.290	2	117	.279	2576.717	1228.358	7.816	.001		

가계소득									
Levene		가계소득							
통계량	df1	df2	유의확률	신뢰구간	신뢰구간	신뢰구간	신뢰구간	신뢰구간	신뢰구간
1.290	2	117	.279	2576.717	1228.358	7.816	.001		

가계소득									
Levene		가계소득							
통계량	df1	df2	유의확률	신뢰구간	신뢰구간	신뢰구간	신뢰구간	신뢰구간	신뢰구간
1.290	2	117	.279	2576.717	1228.358	7.816	.001		

- 등분산 검정(Levene's test) 결과: P-value=.279로 등분산 가정 만족
- ANOVA 검정 결과: P-value=.001로 귀무가설 기각

• 35 •

ANOVA 사후 검정 결과

		대응 비교		등분산 가정 만족	
종속 변수: 수축기혈압		비교	결과	결과	결과
		비교	결과	결과	결과
Tukey HSD	정상	정상	.675	2.871	.970
	정상	비만	-.847 ^a	2.871	.004
	정상	저혈압	-.675	2.871	.970
	정상	비만	-.847 ^a	2.871	.004
	정상	저혈압	-.675	2.871	.970
	정상	비만	-.847 ^a	2.871	.004
Bonferroni	정상	정상	.675	2.871	1.000
	정상	비만	-.847 ^a	2.871	.004
	정상	저혈압	-.675	2.871	1.000
	정상	비만	-.847 ^a	2.871	.004
	정상	저혈압	-.675	2.871	1.000
	정상	비만	-.847 ^a	2.871	.004
Tamhane	정상	정상	.675	2.729	.993
	정상	비만	-.847 ^a	2.856	.006
	정상	저혈압	-.675	2.729	.993
	정상	비만	-.847 ^a	2.856	.006
	정상	저혈압	-.675	2.729	.993
	정상	비만	-.847 ^a	2.856	.006

* .05 수준에서 유의합니다.

- 36 -

비모수 검정(Nonparametric test)

- 정규분포에 대한 가정없이 군 간 분포 비교
 - 귀무가설(H_0): 두 군의 모집단 분포는 같다.
 - 대립가설(H_1): 두 군의 모집단 분포는 다르다.
- 검정
 - 독립 두 군 비교: Wilcoxon rank sum test/Mann-whitney test
 - 연관 두 군 비교: Wilcoxon signed rank test
 - 독립 세 군 이상 비교: Kruskal-wallis test

- 37 -

비모수 검정

- 자료의 분포를 가정없이 자료의 순위(rank)에 근거하여 집단 간의 분포가 같은지 검정

비모수 검정 예

- A군, B군의 분포 비교

		A					B				
자료값	10	11	13	14	16		15	25	28	29	33
순위	1	2	3	4	6		5	7	8	9	10

- 순위 합 = 16, 순위평균 = 3.2
- 순위 합 = 39, 순위평균 = 7.8
- 귀무가설 하에서 기대되는 순위합, 실제 순위합간의 차이로 가설검정
- A군의 기대 순위합: 27.5 (총 순위합 * A군의 비율 = $(1+2+...+10) * 0.5$)
- A군의 순위합 : 16
- P-value = 0.016 (A군의 기대순위합과 순위합 차이에 따른 확률)

- 38 -

두 군의 비모수 검정(예제)

Group		Y	
1	1	10	
2	1	11	
3	1	13	
4	1	14	
5	1	16	
6	2	15	
7	2	25	
8	2	28	
9	2	29	
10	2	33	

Mann-Whitney 검정

Group		Y	
1	5	3.20	16.00
2	5	7.80	39.00
합계	10		

검정 통계량 ^a		Y
Mann-Whitney U		1.000
Wilcoxon W		16.000
Z		-2.402
근사 유의확률(양측)		.016
정확한 유의확률 [2*(양측)]		.016 ^b

a. 2군 분포 비교
b. 정렬된 값에 대한 순위합 사용이 없습니다.

- 39 -

독립 세 군이상의 비모수 검정(Kruskal-Wallis test)

- 독립 세 군이상의 분포 비교시, Kruskal-Wallis test 수행
- 귀무가설이 기각되었을 경우 사후 검정 실시
- 사후검정 방법
 - SPSS에서 제공하는 사후검정 이용
 - 두 군씩 Wilcoxon rank sum test 수행 후 Bonferroni adjustment 이용

- 40 -

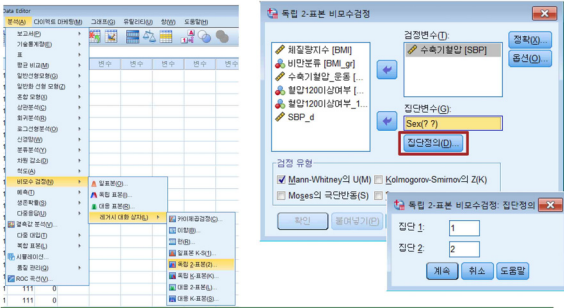
비모수 검정(SPSS 실습)

- 두 군 비교
 - 성별에 따라 수축기혈압의 분포가 다른가?
 - 귀무가설: 성별에 따라 수축기혈압 분포가 다르지 않다.
 - 대립가설: 성별에 따라 수축기혈압 분포가 다르다.
- 세 군 비교
 - 비만분류에 따라 수축기혈압의 분포가 다른가?
 - 귀무가설: 비만분류(저체중, 정상, 비만)에 따라 수축기혈압 분포가 다르지 않다.
 - 대립가설: 비만분류(저체중, 정상, 비만)에 따라 수축기혈압 분포가 다르다.

- 41 -

두 군 비교(Wilcoxon rank sum test)

■ 분석 → 비모수검정 → 레거시 대화상자 → 독립 2-표본



- 42 -

두 군 비교 결과(Wilcoxon rank sum test)

Mann-Whitney 검정

순위		N	평균순위	순위합
수축기혈압	남자	60	71.38	4282.50
	여자	60	49.63	2977.50
	합계	120		

검정 통계량^a

	수축기혈압
Mann-Whitney의 U	1147.500
Wilcoxon의 W	2977.500
Z	-3.427
근사 유의확률(양측)	.001

a. 집단 변수: 성별

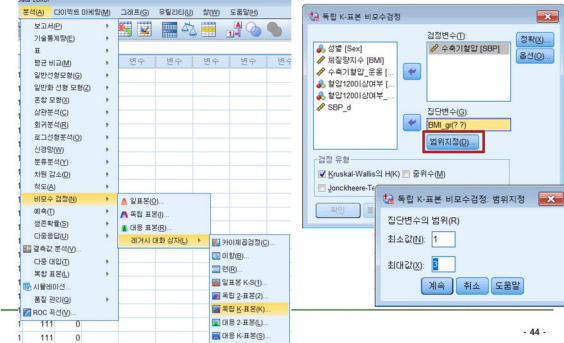
■ Wilcoxon rank sum test 결과

- P-value=.001로 성별에 따른 수축기혈압 분포에 차이가 있었음
- 남자가 여자보다 높은 수축기혈압 분포를 보였음(순위 결과를 보고 해석)

- 43 -

세 군 비교(Kruskal-wallis test)

■ 분석 → 비모수검정 → 레거시 대화상자 → 독립 K-표본



- 44 -

세 군 비교 결과(Kruskal-wallis test)

Kruskal-Wallis 검정

순위		N	평균순위
수축기혈압	저혈압	40	50.55
	정상	40	52.74
	비만	40	78.21
	합계	120	

검정 통계량^{a,b}

	수축기혈압
카이 제곱	15.657
자유도	2
근사 유의확률	.000

a. Kruskal-Wallis 검정

b. 집단 변수: 비만분류

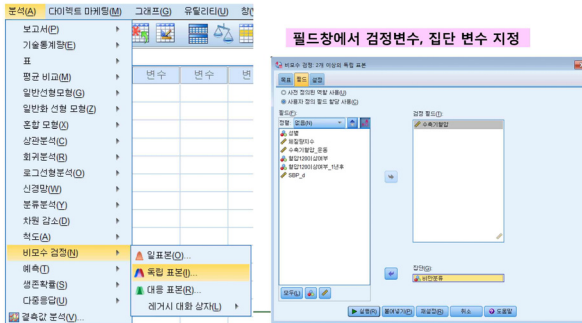
■ Kruskal-wallis test 결과

- P-value<.001로 비만분류에 따른 수축기혈압 분포에 차이가 있었음

- 45 -

세 군이상 비교에서 사후검정

■ 분석 → 비모수검정 → 독립표본

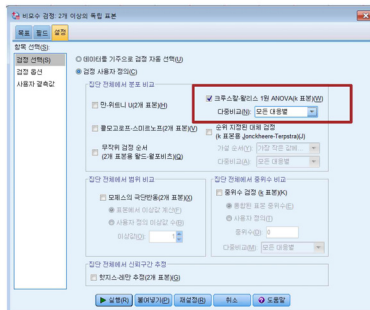


- 46 -

사후검정 설정

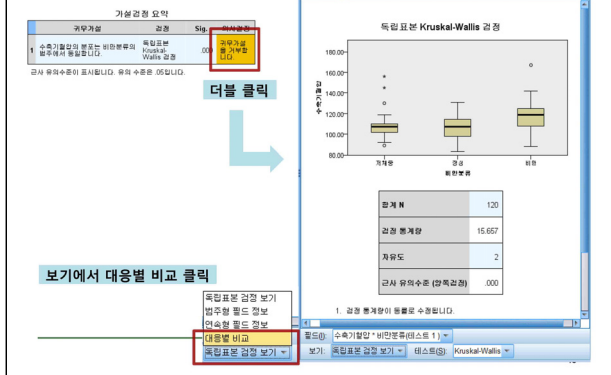
설정창에서

1. Kruskal-Wallis One-way ANOVA 클릭
2. 다중비교에서 모든 대응별 선택

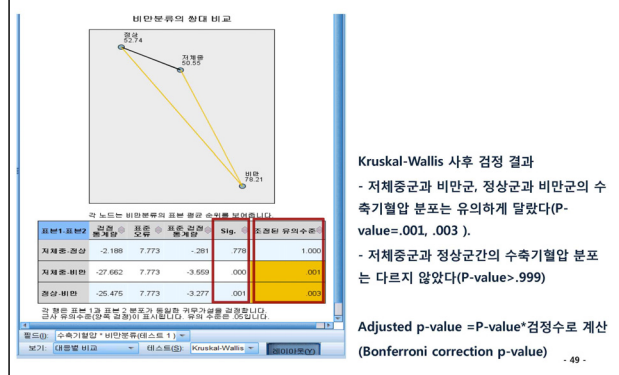


- 47 -

Kruskal-Wallis test 결과



Kruskal-Wallis test 사후 검정 결과



범주형 자료분석

범주형 자료의 관련성 평가

성별에 따른 고혈압 분율 차이 평가

	정상	고혈압	계
남자	41(68.3%)	19(31.7%)	60
여자	51(85.0%)	9(15.0%)	60
전체	92	28	120

남자와 여자의 고혈압 분율: 31.7%, 15%

남자 고혈압 분율과 여자 고혈압 분율에 차이가 있는가?

가설 검정

- 귀무가설: 남자 고혈압 분율 = 여자 고혈압 분율 ($P_1 = P_2$)
- 대립가설: 남자 고혈압 분율 $\neq$ 여자 고혈압 분율 ($P_1 \neq P_2$)

카이제곱 검정

관측빈도와 귀무가설이 참일때의 기대빈도의 차이로 계산

$$\chi^2 = \sum \frac{(\text{관측빈도} - \text{기대빈도})^2}{\text{기대빈도}}$$

귀무가설에 대한 기대빈도와 관측빈도가 차이가 클수록 카이제곱 통계량이 커지며(P-value는 작아짐), 두 변수간의 연관성에 대한 근거가 커짐

귀무가설 하에서 χ^2 통계량은 자유도 (r-1) x (c-1) 카이제곱 분포를 따름

카이제곱 검정

관측빈도

	정상	고혈압	계
남자	41	19	60
여자	51	9	60
전체	92	28	120

기대빈도 계산

- 전체 고혈압 분율 = $28/120 = 23.3\%$, 전체 정상 분율 = $92/120 = 76.7\%$
- 남자, 고혈압 기대빈도 = $60 \times 23.3\% = 14$ 명
- 남자, 정상 기대빈도 = $60 \times 76.7\% = 46$ 명

카이제곱 검정통계량 계산

$$\chi^2 = (41-46)^2/46 + (19-14)^2/14 + (51-46)^2/46 + (9-14)^2/14 = 4.658, p\text{-value}=0.031$$

카이제곱 검정 적절성 확인

- 자료수가 적어서 기대빈도가 작은 경우에는 카이제곱 검정이 적절하지 않음
- 다음의 경우에는 카이제곱 검정이 적절치 않음
 - 기대빈도가 5이하인 셀이 전체 셀의 20%이상인 경우
 - 기대빈도가 1보다 작은 경우
- 2 x 2 table은 셀 개수 4개, R x C table 셀개수 R*C개
- 해결방안
 - 기대빈도가 낮은 범주를 다른 범주와 통합
 - Fisher's exact test 사용

- 54 -

짜지어진 자료의 분율 비교(McNemar test)

- 운동 전후의 고혈압 분율 차이 비교
- 가설:
 - 귀무가설: 운동 전 후 고혈압 분율이 같다.
 - 대립가설: 운동 전 후 고혈압 분율이 다르다.

맥네마검정(McNemar test)

		운동후		
		정상	고혈압	계
운동전	정상	a	b	a+b
	고혈압	c	d	c+d
계		a+c	b+d	n

- McNemar $\chi^2 = (b-c)^2 / (b+c)$

- 55 -

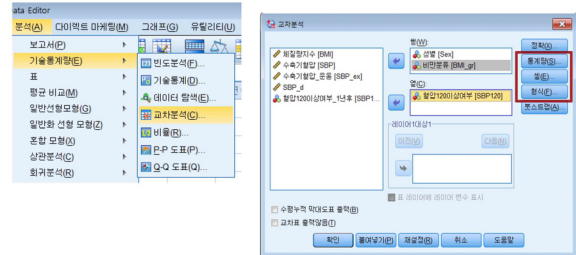
분석자료 설명

- 성별에 따라 고혈압 분율에 차이가 있는가?
- 비만분류(저체중, 정상, 비만)에 따라 고혈압 분율에 차이가 있는가?
- 자료수: 120명
 - 성별(Sex): 남 60명, 여 60명
 - 비만분류(BMI_gr): 저체중 40명, 정상 40명, 비만 40명
 - 고혈압 관련 변수
 - 고혈압 전단계 이상 여부(SBP120): 1(SBP≥120), 0(SBP<120)

- 56 -

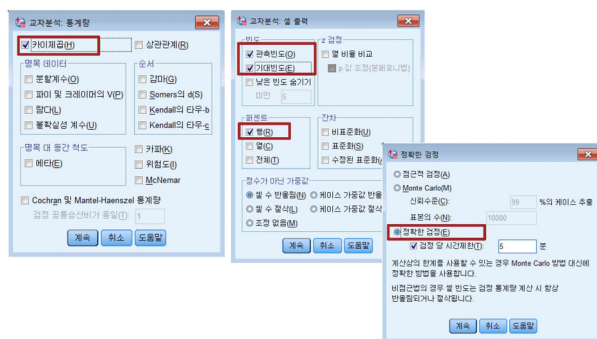
자료분석

- 분석 → 기술통계량 → 교차분석



- 57 -

옵션 설정: 통계량, 셀, 정확



- 58 -

성별과 고혈압 관련성

		고혈압		정제	
		<120	≥120		
성별	빈도	41	19	60	
남	기대빈도	46.0	14.0	60.0	
	실측빈도	68.2%	31.7%	100.0%	
여	기대빈도	51	9	60	
	실측빈도	46.0	14.0	60.0	
	실측빈도	85.0%	15.0%	100.0%	
전체	빈도	92	28	120	
	기대빈도	92.0	28.0	120.0	
	실측빈도	76.7%	23.3%	100.0%	

		카이제곱 검정		맥네마 검정		정제	
		값	자유도	값	자유도	값	자유도
Pearson 카이제곱	4.658 ^a	1	.031				
연속 카이제곱	3.773	1	.052				
우도비	4.741	1	.029				
Fisher의 정확한 검정	4.620 ^a	1	.032				
선형 대 선형	120						
유호 계이르스 수							

a. 0 셀 (.0%)은 5보다 작은 기대 빈도를 가지는 셀입니다. 최소 기대빈도는 14.00입니다.

- 카이제곱 검정 적절성 확인
 - 기대빈도 5미만인 셀 없음, 카이제곱 검정 적절함
- 카이제곱 검정 결과
 - P-value=.031로 남자 고혈압 분율이 여자보다 높았음
 - Fisher's exact test p-value=.051임

- 59 -

비만분류와 고혈압 관련성

교차표		혈압120이상여부		전체
		<120	≥120	
비만분류	비만	37	3	40
	기대	30.7	9.3	40.0
	비만분류 중 %	92.5%	7.5%	100.0%
정상	정상	34	6	40
	기대	30.7	9.3	40.0
	비만분류 중 %	85.0%	15.0%	100.0%
위만	위만	21	19	40
	기대	30.7	9.3	40.0
	비만분류 중 %	52.5%	47.5%	100.0%
전체	전체	92	28	120
	기대	92.0	28.0	120.0
	비만분류 중 %	76.7%	23.3%	100.0%

- 카이제곱 검정 적절성 확인
 - 기대빈도 5미만인 셀 없음, 카이제곱 검정 적절함
- 카이제곱 검정 결과
 - P-value<.001로 비만분류에 따른 고혈압 비율은 다르다.
- 사후검정
 - 두 군 씩 카이제곱 검정, Bonferroni adjustment 방법으로 다중검정 보정

	값	자유도	점근 유의확률 (쌍측검정)	정확한 유의확률 (쌍측검정)	정확한 유의확률 (단측검정)	교차표
Pearson 카이제곱	20.217 ^a	2	.000	.000		
우도비	19.906	2	.000	.000		
Fisher의 정확성 검정	19.043		.000	.000		
선형 대 선형교차	17.739 ^b	1	.000	.000	.000	
유효 케이스 수	120					

a. 0.5 (0.5%) 또는 5보다 작은 기대 빈도를 가지는 셀입니다. 최소 기대빈도는 9.33입니다.

- 60 -

짜지어진 분석자료 설명

- 1년후 수축기혈압 측정, 수축기혈압 120이상 여부 평가

IBM SPSS Statistics Data Editor	
파일(F)	편집(E)
보기(V)	데이터(D)
변환(T)	분석(A)
다이얼로그(D)	그래프(G)
유틸리티(U)	창안(N)
도움말(H)	

	Sex	BM	BM_gr	SBP	SBP_ex	SBP_d	SBP120	SBP120_1yr
1	1	18.29	1	105	-	-	0	0
2	1	18.44	1	106	-	-	0	0
3	1	18.22	1	130	125	5.00	1	0
4	1	18.07	1	108	-	-	0	0
5	1	17.99	1	106	-	-	0	0
6	1	15.73	1	109	-	-	0	0
7	1	17.67	1	156	147	9.00	1	1

- 수축기혈압 120이상 비율에 차이가 있는지 검정 수행

- 61 -

McNemar 검정(SPSS)

- 분석 → 기술통계량 → 교차분석

The screenshot shows the SPSS 'Crosstabs: Display' dialog box. Under 'Display', the 'McNemar' checkbox is checked. The 'Crosstabs: Statistics' sub-dialog box is also visible, showing the 'McNemar' checkbox checked under the 'Statistics' section. The 'Crosstabs: Display' dialog box has 'Display' checked under the 'Display' section. The 'Crosstabs: Statistics' sub-dialog box has 'McNemar' checked under the 'Statistics' section. The 'Crosstabs: Display' dialog box has 'Display' checked under the 'Display' section. The 'Crosstabs: Statistics' sub-dialog box has 'McNemar' checked under the 'Statistics' section.

- 62 -

McMemar 검정 결과

혈압120이상여부 * 혈압120이상여부_1년후 교차표				
비만		혈압120이상여부_1년후		전체
		<120	≥120	
혈압120이상여부	<120	85	7	92
	≥120	4	24	28
전체		89	31	120

	값	정확한 유의확률 (쌍측검정)
McNemar 교차표	120	.549 ^a
유효 케이스 수	120	

- McNemar 검정 결과
 - 수축기혈압 120이상 비율이 23.3%(28/120), 1년후 25.8%(31/120)로 2.5% 증가하였으나, McNemar 검정 결과, 수축기혈압 120이상의 비율 변화는 유의하지 않았음(P-value=.549).

- 63 -

감사합니다 !