

실험연구를 위한 연구설계

이 은 옥
(서울의대 간호학과 부교수)

연구설계란 연구문제에 대한 해답을 얻기 위해 취해지는 조직적이고 필요불가결한 계획이다. 연구설계에서의 필수적인 조건은 그 연구문제에 기초가 되는 이론, 가정 및 가설이다. 실험설계는 이에 근거하여 실험을 능률적으로 시행하기 위해 관계변수와 표본에 가해지는 계획이요, 구조요 전략이다.

case study, historical research 및 survey에서도 사전계획이 필요하다. 그런 때에는 변수에 대한 통제보다는 표본 표출방법과 자료수집방법에 더 큰 관심을 두게 되는 것이 상례이다.

반면에 실험연구는 통제, 조작 및 표본추출의 무작위성에 모두 비중을 둔다. 순수실험연구와 의사실험연구의 구분은 표본을 무작위추출할 수 있는지의 여부, 독립변수를 조작(manipulation)할 수 있는지의 여부 및 외부변수(extraneous variables)를 통제할 수 있는지의 여부에 따라 결정된다. 순수실험연구는 이상의 조건이 모두 갖추어진 경우이고 의사실험연구는 이상의 조건 중 하나라도 갖추어지지 않은 경우를 말한다.

의사실험연구의 한 예로 이미 정해진 어떤 두 반(class)을 선정하여 이들에게 각각 암산과 주산 공부를 시켜 그들의 산수 실력을 비교하려고 할 때 이 두 집단은 random selection이나 random assignment에 의해 선택되지 못했고 각 개인이 그 집단에 이미 속해 있었기 때문에 self selected sample이라고 볼 수 있다.

이러한 두가지의 실험연구방법 이외에 사후연구(Ex Post Facto Research)를 들 수 있다. 이는 실험조작, 무작위표출, 외부변수의 통제 모두가 불가능한 상황속에서 이루어지는 연구이다.

예를 들어 소음이 가장 극심한 병동과 극히 조용한 병동을 선택하여 소음이 그곳 환자의 수면시간, 혈압및 수면제 사용량에 어떤 영향을 미치는지를 연구하고자 하는 것이 사후실험설계(Ex Post Facto Design)이다.

이 예에서 독립변수와 외부변수를 고려하여 모집단으로부터 random selection할 수 없었고 또한 환자를

소음이 심한 병동과 조용한 병동으로 random assign 하지도 못하였기 때문에 비록 대조군을 둘 수는 있다 하더라도 이는 대상자의 자의선택(self-selection)에 의한 결과가 된다. 그러므로 이 경우에 여러가지 내적타당도(internal validity)와 외적타당도(external validity)상의 문제에 봉착하게 된다. 그러나 이러한 의사실험 연구는 현실의 문제에 더 부합된다는 의미에서 순수실험 연구보다 장점을 갖고 있기도 하다.

실험연구설계는 적어도 하나 이상의 독립변수를 조작하고 외부변수(extraneous variable)를 통제하여 그 연구에서 예상되는 systematic variance를 극대화하고 error variance를 극소화하는데 그 목적을 두고 있다. 이와같은 원칙을 「maxmincon」 principle이라고 한다. 즉 어떤 독립변수를 어떻게 조작하고 어떤 외부변수(extraneous variables)를 어떻게 통제하느냐에 따라 종속변수의 total variance(V_T)중 systematic variance(V_B)가 얼마나 극대화되고 error variance(V_e)가 얼마나 극소화되는 지가 결정된다($V_T = V_B + V_e$).

그러므로 실험조작을 통해 최대한의 systematic variance를 얻기 위한 구체적인 방법이 있다. 이는 1) 실험변수의 설계와 2) 실험단계의 설계로 대별할 수 있다.

A. 실험변수의 설계

① 동질군 형성

이는 외부변수를 제거함으로써 동질군을 만드는 방법이다. 예를 들어 성별이 종속변수에 크게 영향을 미칠 것으로 예측되나 이 짝을 독립변수로 취급하지 않고 그의 영향을 배제하여 순수한 독립변수의 영향을 보려고 하면 여자나 남자 마 한쪽 짝만 선택적으로 모집하는 방법이다.

이때 한쪽 짝만 표본에 넣었기 때문에 연구결과를 他性에 적용시키지 못하는 단점이 있지만 이는 반복연구

구로 극복할 수 있는 것이기 때문에 특히 적은 표본수를 가지고 연구하는 경우에는 이 방법이 추천된다.

② Repeated Measure

같은 표본에 시차를 두어 다른 실험조작을 실시하는 경우에 외부변수의 영향을 배제할 수 있다. 그러나 이 방법을 쓸 수 있는 조건은 첫번째의 실험조작효과가 일정시간내에 사라지고 대상자는 첫 실험때와 같은 상태에 놓여있어 두번째의 실험조작을 할 수 있어야 한다.

예를 들어 열있는 환자에게 어느 부위에 냉찜질하는 것이 가장 효과가 클 것인가를 보기 위한 실험에서 첫번째의 냉찜질의 효과가 2~3시간 후에는 사라지고 다시 열이 오르는 때가 있으므로 두번째로 다른 부위에 실시하는 것이 가능하다(그림 1).

Treatment I	II	III	control
case A	A	A	A
B	B	B	B
C	C	C	C
D	D	D	D

그림 1. Repeated Measure

그러나 repeated measure를 사용할 때 testing(사전 조사) effect가 나타나는 경우를 대비하여 counterbalanced design과 병행하는 것이 상책이다.

여기에서 testing effect란 예를 들어 세가지 교육방법을 이용하여 교육효과를 측정하려 할 때 repeated measure로 일정하게 모든 대상자에게 강의, 시범, 시청각 기재사용의 순서로 진행한다면 이는 첫번째 교육의 효과가 볼때에, 첫 두가지 교육의 효과가 세번째에 인위적으로 영향을 미치는 결과를 초래할 것이다. 이는 개별교육방법의 효과와 앞에서 받은 교육효과의 누적이 혼합되어 있기 때문에 순수한 개별적인 교육방법의 효과를 측정하는데 문제가 있다. 그러므로 이와같은 문제를 배제하기 위하여 counterbalanced design을 함께 사용한다(그림 2).

반복회수	Treatment 1	2	3	control
1	case A	B	C	D
2	D	A	B	C
3	C	D	A	B
4	B	C	D	A

그림 2. Repeated Measure with counterbalancing

③ Counterbalanced Design

같은 대상자에게 여러가지의 실험을 시도하는 경우(repeated measure)에 매번 random assign하는 것은 불합리하다. 이런 경우에는 첫번 시도한 실험만 random assign하고 나머지는 일정한 순서대로 행하는 방법을 쓴다. 이러한 design을 counterbalanced design 이라고 한다.

④ Latin-square design

이는 두개의 randomized block design을 병합한 것이다. 즉 두개의 block과 1개의 독립변수를 각 cell에 배합시키고 종속변수를 측정하는 것이다. 이런 design을 사용하면 조작효과와 block효과를 구분할 수가 있기 때문에 전술한 design보다 강력하게 통제된 방법이 다.

예를 들어 학교와 학년의 block을 두고 해당학교와 학년에서 사회경제수준(3종류 : A, B, C)에 따른 학교성적을 보려고 한다. 이때 사회경제수준이 독립변수이고 학교성적이 종속변수이다. 어떤 개인이든 9칸 중에 한 칸에 밖에 들어갈 수 없다.

	1학년	2학년	3학년
학 교 I	A ₁ : A ₂ : A _n	C ₁ : C _n	B ₁ : B _n
II	B ₁ : B _n	A ₁ : A ₂ : A _n	C ₁ : C _n
III	C ₁ : C _n	B ₁ : B _n	A ₁ : A ₂ : A _n

그림 3. Latin-Square design

⑤ 무작위추출법을 이용한 design: completely randomized design

Extraneous variables를 동시에 통제하는 방법으로서 무작위추출법을 쓰기도 한다.

이는 우선 target population을 정하고 그 후에 accessible population을 정한 다음에 random selection을 시도하는 것이다. target population의 예를 든다면 한국성인 내과계 환자가 될 수 있겠고 accessible population은 특정기관 등안에 특정병원에 입원한 내과

계 환자가 될 수 있다.

그 중 숫자가 적힌 table (table of random number) 나 제비뽑기의 형식으로 환자를 표본으로 선정하는 것이 random selection이다. 그 후에 선택된 환자를 실험군과 대조군으로 나누다던 다시 제비뽑기의 형태로 환자를 두집단 중 한군데로 배치하는 것이 random assignment이다.

이와같은 방법으로 randomization이 이루어졌을 때 이를 completely randomized design이라고 한다.

아무리 철저한 무작위추출법을 쓴다 하더라도 집단 간의 extraneous variables의 배치가 균일하지 않을 가능성은 충분하다. 이러한 문제는 표본크기를 크게 함으로써 같은 특성을 지닌 집단으로 편 좌울을 높인다, 그리고 randomization에 의해 통제해야 할 변수가 많을수록 sample size를 크게 하는 것이 필수적인 조건이다.

흔히 random selection이 불가능한 경우가 있다. 즉 모집단으로 정한 대상자가 흔하지 않을 경우는 그 병원에 오는 환자 모두를 택할 수 밖에 없다. 이러한 경우는 random assignment만 적용시킬 수 있다.

⑥ 외부변수(extraneous variables)를 독립변수화하는 design: Randomized block design

이는 외부변수를 통제하는 방법의 하나로 이 변수를 설계 내에 삽입하는 것이다. 예를 들어 짝을 통제하기 위하여 이를 설계내에 삽입하던 통제효과가 있을 뿐만 아니라 짝이 종속변수에 미치는 영향과 독립변수와의 상호작용정도가 residual variance로 나타나게 된다. (그림 4) 표본수가 커야 하는 문제만 해결된다면 추천해 볼만한 방법이다. 이러한 design에서 한칸에 최소한 10명의 대상자를 포함시켜야 하며 각 칸의 표본수는 같은 것을 원칙으로 한다. 그러므로 이 설계는 같은 性內에서만 random assignment가 가능하고 性間에서는 blocking이 되어 있는 것을 발견할 수 있다.

	Control Group	Experimental Group
Male	$i=1$ \vdots $i=n$	$i=1$ \vdots $i=n$
Female	$i=1$ \vdots $i=n$	$i=1$ \vdots $i=1$

그림 4. Randomized block design

⑦ Factorial design

이는 두가지 이상의 독립변수와 하나의 종속변수를 갖는 design이며 대표적인 것으로 completely randomized factorial design, randomized block factorial design 및 split-plot factorial design 등이 있다.

이 design은 복잡한 다수 독립변수가 종속변수에 독립적으로 그리고 상호작용에 의해 미치는 모든 영향을 관찰할 수 있다. 흔히 사회과학, 행동과학, 간호학 등의 다변수연구에서 많이 사용된다.

B. 실험단계의 설계

① 무작위 실험집단 전후설계(Randomized one group pretest-posttest design)

이는 실험 이전의 상태를 측정하고 실험한 이후의 상태를 측정하며 비교함으로써 실험변수의 작용을 알고저 하는 설계이다. 실험집단의 random selection은 거의 불가능하고 다만, 여러칸의 부변수를 matching하여 통제하는 것이 가능하다.

이 방법의 단점은 비교할 통제집단이 없기 때문에 대상자가 실험대상으로 선택되어 특별취급을 받고 있다고 생각하여 나타날 수 있는 halo effect와 사전 측정 행위에 의한 사후측정치에 미친 영향(testing effect)이 모두 실험변수의 작용으로 해석될 가능성이 있다. 그러므로 사전측정위해 사용하는 도구작성과 사전사후 측정간의 시차에 민감해야 한다. 이러한 단점때문에 이 방법을 많이 권장하고 있지는 않지만 모집단수가 극히 제한되어 있어 표집수도 자연히 적을 수 밖에 없는 경우에는 이 방법을 쓰게 된다.

	사전조사	T_x	사후조사
실험군(R)	Y_1	X	Y_2

그림 5. Randomized one group pretest-posttest design

② 무작위 통제집단 사후실험설계(Randomized control-group posttest-only design)

이 design은 대상자를 실험집단과 통제집단으로 random assign함으로써 두 집단의 표본이 균일하게 표집되었다고 가정하여 pretest(Y_{c1} 과 Y_{e1})를 생략하는 경우이다. 종속변수의 성질상 사전조사를 실시하는 것이 사후조사(Y_{c2})에 영향을 미칠 가능성이 높아 사전

측정행위에 의한 영향(testing effect)이 문제시 될 때 이 방법을 택하게 된다(그림 6). 그러므로 이 방법은 외적요인, 실험자의 영향 또는 실험조작에 대한 내적요인에 의한 영향을 제거할 수 있고 사전측정행위에 의한 영향도 막을 수 있다.

반면에 사전측정을 하지 않기 때문에 실험후 실험대상이 얼마만큼 변했는지를 알 수 없고 다만 통제집단과의 비교를 통해 간접적으로만 비교할 수 있는 것이 단점이다.

이 방법의 예를 들면 당뇨병관리에 대한 교육을 시행하기 전에 당뇨병에 대한 지식정도를 측정(Y_{c1} 과 Y_{c2})한 후 당뇨병관리교육을 시키고 그 후에 다시 지식정도를 측정하는(Y_{e2} , Y_{e1}) 경우에 사전조사 때문에 환자가 당뇨병관리에 대해 크게 관심을 갖고 스스로 공부하면 당뇨병관리교육과는 상관없이 사후조사성적이 좋게 나오게 된다. 그러므로 이와같은 testing effect를 피하기 위하여 pretest를 실시하지 않는 것이다.

이 design은 completely randomized design과 함께 쓰이며 실험집단과 통제집단으로 random assign했기 때문에 그 결과를 표본이 대표하는 모집단에 일반화할 수 있다.

	사전조사	T_x	사후조사
(R) 실험군		X	Y_{e2}
(R) 대조군			Y_{c2}

그림 6. Randomized control-group posttest-only design

Nonequivalent control-group posttest-only design은 전술한 design과 흡사하나 randomization이 이루어지지 않은 것만이 다르다. 그러므로 실험군과 대조군이 같은 모집단에서 추출된 표본인지를 확인할 수 없는 것이 큰 단점이다. 뿐만 아니라 이 연구결과를 적용시킬 모집단도 확정하기 어렵다. 그러나 이 방법의 사용이 불가피한 경우가 있다. 즉 사후실험설계(ex post facto design)에서 이미 현실상황에서 자연적으로 실험조작이 진행되는 집단을 실험집단으로 간주했고 실험조작이 진행되지 않는 또 하나의 집단을 선택하여 통제집단으로 선택했기 때문에 대상자의 random selection이나 random assignment가 불가능하다. 그러므로 외적타당도의 문제가 발생하기 때문에 이 한 연구결과를 일반화하려 할 것이 아니라 다른 표본을 대상으로 하여 반복연구를 실시함으로써 외적타당도를

높일 수 있다.

③ 무작위 통제집단 전후 실험설계(Randomized control-group pretest-posttest design)

이론 소규모의 연구에서 가장 널리 사용되는 design이다. 대상자를 실험군과 대조군에 random assign함으로써 다른 변수가 균등히 작용하게 할 뿐만 아니라 history와 maturation에 의한 사후조사(Y_{e2} 와 Y_{c2})의 변화도 균등하게 할 수 있다.(그림 7) 그러므로 이 두 집단은 다른 모든 조건이 같게 되어 있고 다만 실험변수에서만 다른 점이 있다. 이 방법은 실험대상이 본래 갖는 성격이나 상태의 내적요인의 측정을 가능하게 하고 실험조작결과와 측정도 가능하며 외부변인의 측정도 가능하다.

실험군과 대조군의 사전조사결과(Y_{e1} 과 Y_{c1})를 비교함으로써 두 집단의 균등성을 확인할 수 있다. 즉 대조군의 사전조사와 사후조사의 상관계수가 +1에 가까우면 history, maturation 및 statistical regression이 적음을 알 수 있고 0에 가까우면 이들의 영향이 큰 것을 알 수 있다.

	사전조사	T_x	사후조사
(R) 실험군	Y_{c1}	X	Y_{e2}
(R) 대조군	Y_{c1}		Y_{c2}

그림 7. Randomized control-group pretest-posttest design

Nonequivalent control-group pretest-posttest design은 무작위 통제집단 전후실험설계와 흡사하나 randomization이 불가능한 경우에 이용한다. 예를 들어 국민학교에서 이미 편성된 한 반을 실험군으로 선정하고 다른 반을 대조군으로 하는 경우이다. 이 때 두 집단이 같은 모집단에서 추출되었다는 것을 증명하기 위해 두 집단의 사전조사결과를 t-test로 검증하는 경우가 많다. 이 때 만일 같은 모집단에서 추출되었다는 결과를 얻으면 다행이지만 그렇지 못한 경우에는 사전조사에 의한 사후조사의 결과변화를 adjust시키는 특수분석방법을 사용해야 그 연구결과를 믿을 수 있다.

이 때에도 역시 반복연구를 통해 외적타당도의 문제를 해결해야 한다는 것이 중요하다.

④ 무작위 복수통제집단 실험설계(Solomon four-group design)

통제집단을 하나만 갖고 있는 경우보다 강력히 통제

할 수 있는 방법이다. 여기에서 하나의 통제집단은 사전측정을 하고 변수조작을 하지 않고 둘째 통제집단은 사전측정을 하지 않고 변수조작만 하며 셋째 통제집단은 사전측정도 하지 않고 변수조작도 하지 않는 경우이다. (그림 8)

	사전조사	T _x	사후조사
(R) 실험집단 1	Y _{c1}	X	Y _{e2}
(R) 통제집단 1	Y _{c1}		Y _{c2}
(R) " 2		X	Y _{e2}
(R) " 3			Y _{c2}

그림 8. Solomon four-group design

이 방법에도 두 가지의 결점은 있다. 즉 1) 실용성 (Practicability)의 문제와 2) 통제처리 방법의 문제이다. 통제처리 방법의 문제는 2×2 factorial analysis of variance로 분석이 가능하다. 그러나 같은 조건을

가진 대상자를 충분히 구하지 못하는 경우가 허다하므로 실용성의 문제는 심각하다. 그러므로 이 design은 이미 간단한 design에 의해 검증된 내용에 대해 보다 철저한 통제를 가한 상태에서의 결과를 관찰하고자 할 때 사용한다.

⑤ Time-series design

Extraneous variables을 제거하기 위한 또 하나의 방법으로써 같은 표본에 시차를 두어 여러번 측정하는 것이다. (그림 9) 한가지의 실험조작을 시도하는 경우에는 statistical regression현상의 유무와 testing effect를 관찰할 수 있는 장점이 있고 측정치 간의 변화가 실험 내용을 여러번 측정하여 그 평균치를 얻음으로써 보다 타당성있는 자료를 구할 수 있다.

Y₁ Y₂ Y₃ X Y₄ Y₅ Y₆

그림 9. Time-series design

(31페이지에서 계속)

흡의 유지, 보온, 수유, 감염의 예방을 적절히 하며 신체적인 문제 뿐만아니라 신생아 및 산모와 보호자의 정서적인 면도 함께 돌보아 환아를 건강한 모습으로 가정으로 보낼 수 있어야 한다. 이를 위해서는 간호원은 정확한 정보의 파악과 지속적인 관찰, 각종 기구들의 사용 및 관리에 대한 지식 및 기술과 태도를 결비한 질적인 간호를 베풀어야 한다.

References

1. Crosse, V. Mary: The Preterm Baby, 8th Ed., Edinburgh, Churchill Livingstone, 1979.

2. Gordon, B. Avery: Neonatology, 2nd Ed., Philadelphia, J.B. Lippincott Co., 1981.
 3. Klaus and Fanaroff: Care of the High Risk Neonate, Philadelphia, W.B. Saunders Co., 1979.
 4. Marlow, Dorothy R.: Textbook of Pediatric Nursing, 5th Ed., Philadelphia, W.B. Saunders Co., 1977.
 5. Valentin, Lynette D.: The Problems of grief and separation in the special care baby unit, Nursing Times, pp.1942~4, Nov. 4, 1981.
 6. Waechter, E.H. & Blake, F.G.: Nursing Care of Children, 9th Ed., Philadelphia, J.B. Lippincott Co.1967.