



შოთა რუსთაველის ეროვნული
სამეცნიერო ფონდი
SHOTA RUSTAVELI NATIONAL
SCIENCE FOUNDATION



სამეცნიერო კვლევის პრაქტიკული ასპექტები: დაგეგმვის ტიპები და სტატისტიკური მიდგომები

ნინო არჩვაძე, ასისტენტ პროფესორი

ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

1 აპრილი, თბილისი, 2019

რა არის სამეცნიერო კვლევა?

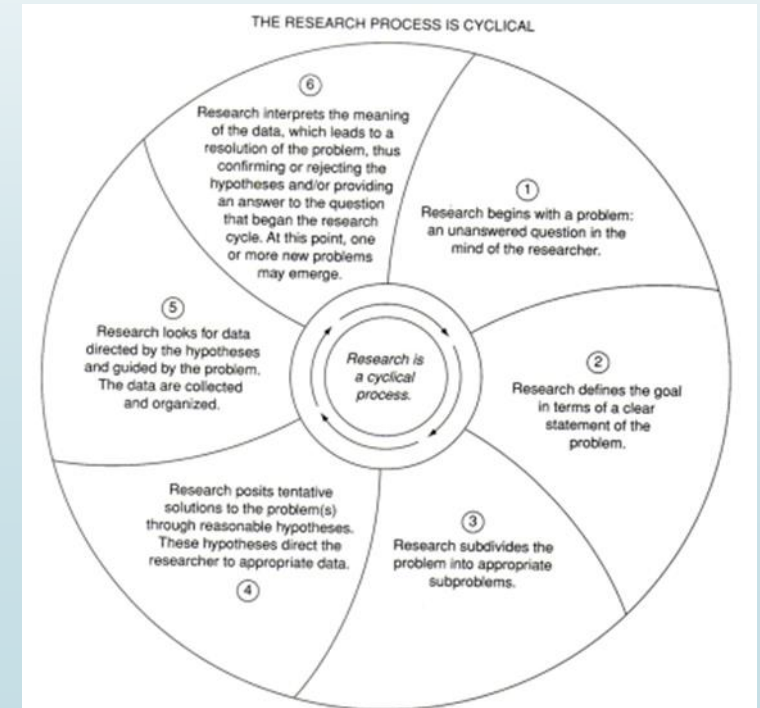
- აქამდე უცნობი მოვლენებისა და ფაქტების შესწავლა და იმ მთავარი, **სამეცნიერო შეკითხვის** დასმა, რომელზეც საბოლოო, შეჯერებული პასუხი არ არსებობს;
- კვლევის მიზნის შესაბამისი მონაცემების მოპოვების, ანალიზისა და მიღებული შედეგების ინტერპრეტაციის გზით დასმულ კითხვაზე პასუხის გაცემა
- შემეცნების ორგანიზებული და მეთოდური გზა

სამეცნიერო კვლევის მახასიათებლები

- სამეცნიერო კვლევა იწყება შეკითხიდან ან პრობლემიდან
- სამეცნიერო კვლევას სჭირდება ნათლად ჩამოყალიბებული მიზანი
- სამეცნიერო კვლევა გულისხმობს შესაბამისი პროცედურების მკაფიოდ განერილ სქემას - **ღაგაგმვას!**
- ხშირად სამეცნიერო კვლევა ძირითად პრობლემას უფრო მარტივად განსახორციელებელ მცირე პრობლემებად ანაწევრებს
- სამეცნიერო კვლევას განსაზღვრავს სპეციფიკური სამეცნიერო პრობლემა ან ჰიპოთეზა
- სამეცნიერო კვლევა გულისხმობს კრიტიკულ მიდგომას
- სამეცნიერო კვლევა სიკლური პროცესია

სამეცნიერო კვლევის 7 ძირითადი ეტაპი:

1. თემის შერჩევა
2. თემის გარშემო არსებული კვლევებისა და თეორიების მიმოხილვა
3. ჰიპოთეზის ან სამეცნიერო კითხვის ფორმულირება
4. შესაბამისი მეთოდებისა და კვლევის სქემის შეფუთვა
5. კვლევის მონაცემების მოპოვება
6. შედეგების ანალიზი და ინტერპრეტაცია
7. შედეგების წარმოდგენა შესაბამისი ფორმით



სამეცნიერო კვლევის დაგეგმვა



RESEARCH DESIGN

აუცილებელია ინფორმაციის მოპოვების მეთოდების იდენტიფიცირებისათვის

წარმოადგენს იდენტიფიცირებული სამეცნიერო პრობლემის გადაჭრის იდეალური გზას!

- ექსპერიმენტის დაგეგმვა აუცილებლად **ექსპერიმენტის დაწყებამდე** უნდა განხორციელდეს;
- ის **წინასწარ შერჩეული** კვლევის შესაბამისი მეთოდებისა და სტატისტიკური მიდგომების გამოყენებას უნდა ეფუძნებოდეს;
- ექსპერიმენტის დაგეგმვა თავიდან **აგაცილებთ მთელ რიგ პრობლემებს**, რასაც შეიძლება ადგილი ჰქონდეს არასწორად ჩატარებული კვლევის შემთხვევაში.

სამეცნიერო კვლევის დაგეგმვა მოიცავს:

- მონაცემების სისტემატურ მოგროვებას
- ფოკუსირებას უშუალოდ დაგეგმვაზე და არა კონკრეტული შედეგებზე
- დამოუკიდებელი ცვლადის ცვლილებების დაგეგმვას დამოკიდებულ ცვლადზე ზემოქმედების შეფასების მიზნით
- ძალისხმევას ზუსტი, აკურატული, ვალიდური, მკაფიო და ინტერპრეტირებისათვის შესაფერისი შედეგების მისაღწევად

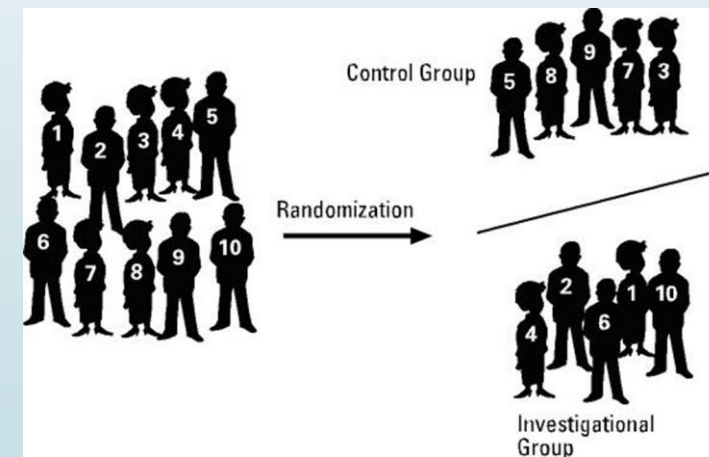
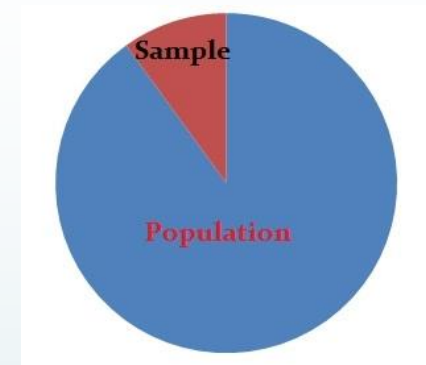
კვლევის სწორად დაგეგმვის ინდიკატორები

- ✓ შესაძლებელია თუ არა ჰიპოთეზის ადექვატური გზით შემოწმება?
- ✓ შესაძლებელია თუ არა დამატებითი ფაქტორების იდენტიფიცირება და კონტროლი?
- ✓ შესაძლებელია თუ არა შედეგების განზოგადება?
- ✓ შესაძლებელია თუ არა ჰიპოთეზის დადასტურება ან უარყოფა სტატისტიკური ანალიზით?
- ✓ რამდენად ეფექტურად ხდება არსებული რესურსების გამოყენება?

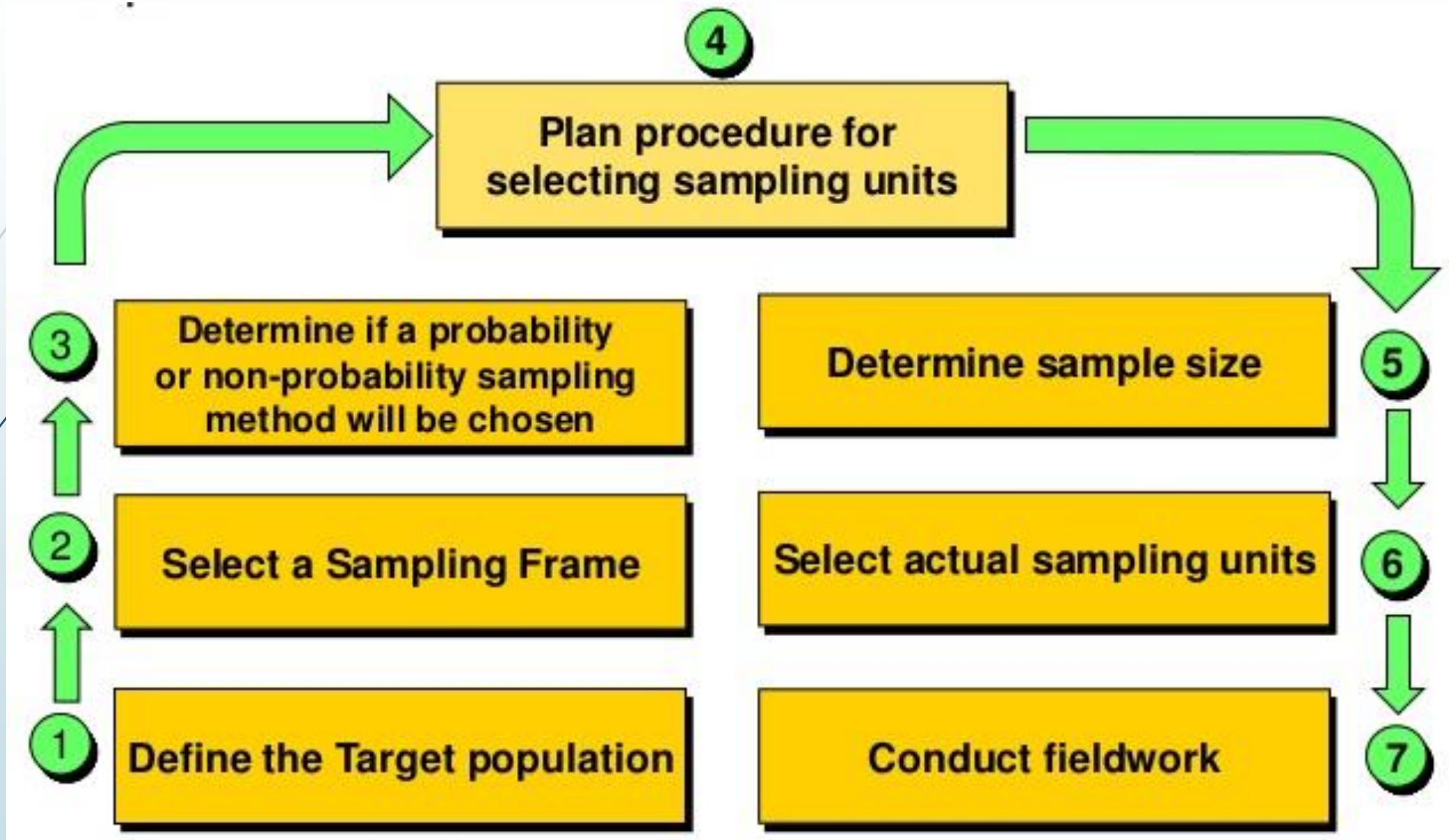
კვლევის დაგეგმვის უმნიშვნელოვანესი პრინციპები:

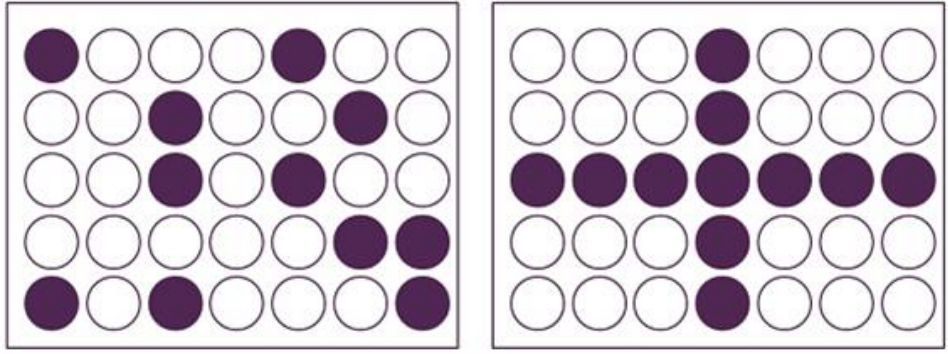
1. რანდომიზაცია შერჩევისას

- რანდომიზაცია შემთხვევითობის კონტროლის საშუალებას იძლევა. აუცილებელია სუბიექტთა ალბათური (რანდომული) შერჩევა, რანდომული მიკუთვნება ექსპერიმენტული ჯგუფებისადმი, თუმცა შემთხვევითი არ ნიშნავს უსისტემოსა და უმიზნოს.
- ამ მიზნით შესაძლებელია კომპიუტერული პროგრამების (შემთხვევით რიცხვთა ცხრილის) გამოყენება.
- ამცირებს შემთხვევითი ფაქტორების მოქმედების ალბათობას და იძლევა მოსალოდნელი ექსპერიმენტული შეცდომების ზუსტი შეფასების საშუალებას.



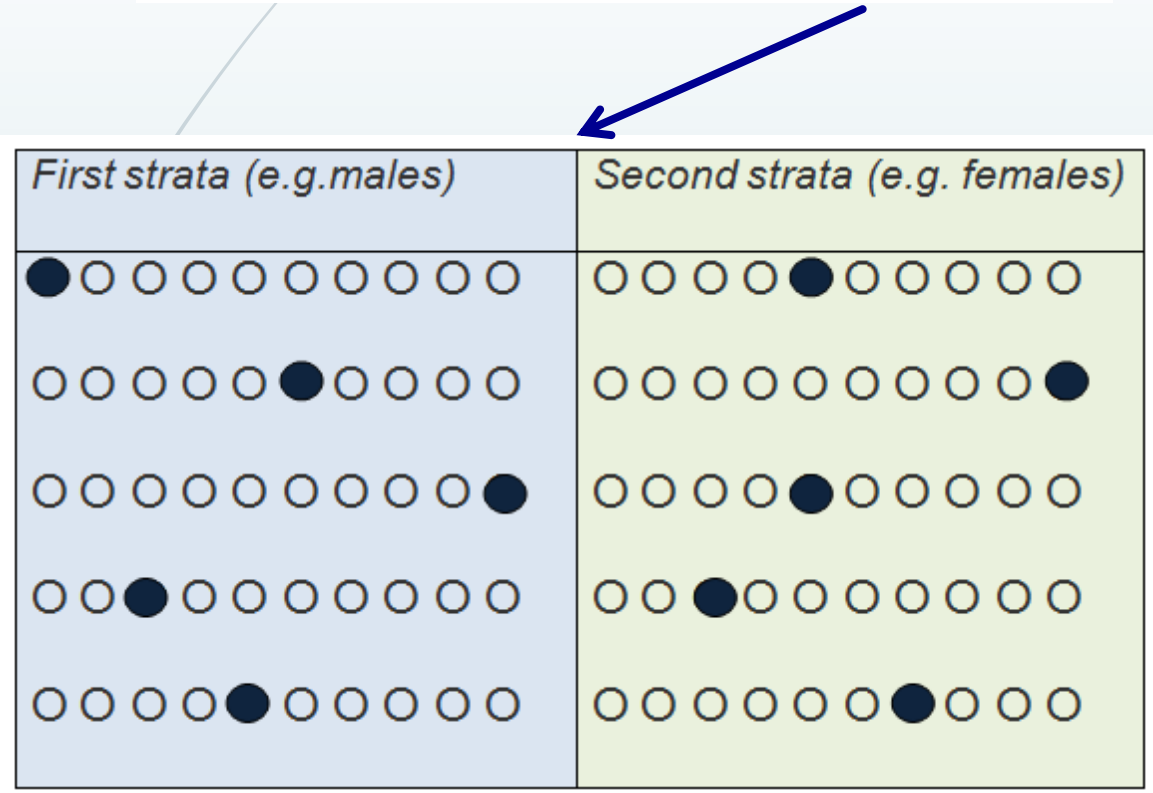
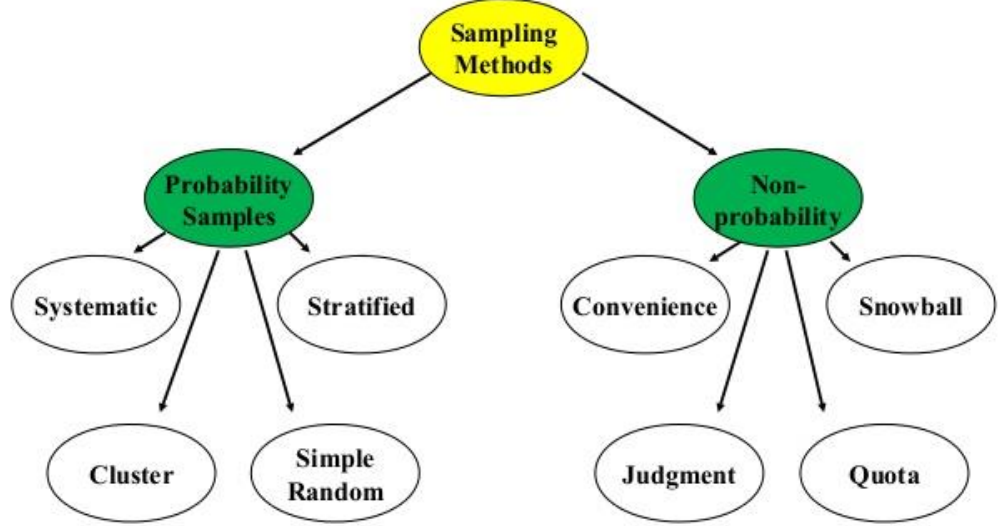
შეჩვენა - დაგეგმვის სამიზნე ერთეული:





Probability Sampling Vs Non-Probability Sampling

Classification of Sampling Methods



კვლევის დაგეგმვის უნივერსალოვანესი პრინციპები:

2. რეპლიკაცია

- რეპლიკაცია (ექსპერიმენტის რამდენჯერმე გამეორება) ამცირებს არაკონტროლირებად **ვარიაციებს** ექსპერიმენტში და ზრდის შედეგების სიზუსტეს;
- იძლევა ექსპერიმენტული განუზღვრელობის **რაოდენობრივად აღწერის** საშუალებას;
- რეპლიკაცია (ექსპერიმენტის რამდენჯერმე გამეორება) აუცილებელია **მაღალი სტატისტიკური სარწმუნოების** მქონე შედეგების მისაღებად - რაც უფრო დიდია n , მით უფრო მცირეა სტანდარტული შეცდომა.

კვლევის დაგეგმვის უმნიშვნელოვანესი პრინციპები:

3. სტრატეგიკაცია (ე.წ. ბლოკების გამოყოფა)

ვთქვათ, გაზომეთ ნაწილი თაგვების სისხლში გლუკოზის კონცენტრაცია დილით, ნაწილისა კი საღამოს საათებში. თუკი თქვენ მიზნად ისახავთ დილისა და საღამოს გაზომვებს შორის სხვაობის გამოვლენას:

- დარწმუნდით, რომ დღის თითოეულ მონაკვეთში ცალკეულ ექსპერიმენტულ ჯგუფში თანაბარი რაოდენობით ობიექტებია (დაბალანსებული ექსპერიმენტი);
- გაითვალისწინეთ ანათვლების აღების დრო შედეგების ანალიზის პროცესში.
- ამ პროცესს **სტრატეგიკაციას (ბლოკების გამოყოფას)** უწოდებენ

სტრატეგიკასია (ბლოკების გამოყოფა)

- ექსპერიმენტში საჭიროა **20** მამრი და **20** მდედრი თაგვის კვლევა.
- მათი ნახევარი უნდა მიაკუთვნოთ ექსპერიმენტულ, ნახევარი კი საკონტროლო ჯგუფს.
- შესაძლებელია დღეში მხოლოდ 4 თაგვის შეფასება.
- როგორ გავანაწილოთ სუბიექტები ჯგუფებისა და დღეების მიხედვით?

ცუდი დაგეგმვა

Week One					Week Two				
M	Tu	W	Th	F	M	Tu	W	Th	F
C	C	C	C	C	T	T	T	T	T
C	C	C	C	C	T	T	T	T	T
C	C	C	C	C	T	T	T	T	T
C	C	C	C	C	T	T	T	T	T

T = treated, C = control, pink = female, blue = male

სტრატეგიკასია (ბლოკების გამოყოფა)

რანდომიზირებული
დაგეგმვა

Week One					Week Two				
M	Tu	W	Th	F	M	Tu	W	Th	F
T	T	T	T	T	C	T	T	C	T
C	T	T	T	T	C	C	C	T	C
C	C	C	T	T	C	C	T	C	C
T	C	C	C	C	C	T	C	T	T

T = treated, C = control, pink = female, blue = male

T - ზემოქმედება (Treatment); C -
კონტროლი (Control)
ვარდისფერი ფონი - მდედრი (Female);
ცისფერი ფონი - მამრი (Male)

სტრატეგიცირებული
დაგეგმვა

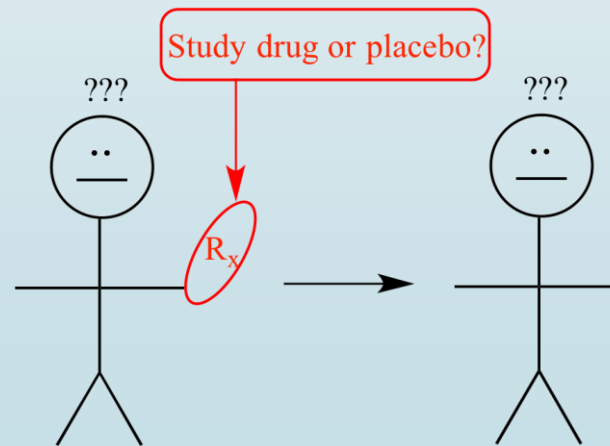
Week One					Week Two				
M	Tu	W	Th	F	M	Tu	W	Th	F
C	T	T	C	T	C	C	T	C	T
T	T	C	C	C	T	T	T	C	C
C	C	T	T	C	C	T	C	T	C
T	C	C	T	T	T	C	C	T	T

T = treated, C = control, pink = female, blue = male

კვლევის დაგეგმვის უნიუველყოვანესი პრინციპები:

4. შედარება/კონტროლი

- კარგად დაგეგმილი ექსპერიმენტი აუცილებლად მოითხოვს საკონტროლო ჯგუფის არსებობას.
- სამედიცინო კვლევებში ფართოდ გამოიყენება ე.წ. „პლაცებოს“ ეფექტი, საკონტროლო ჯგუფი „ცრუ“ მანიპულაციით.



დაგეგმვის სხვა მნიშვნელოვანი კომპონენტები

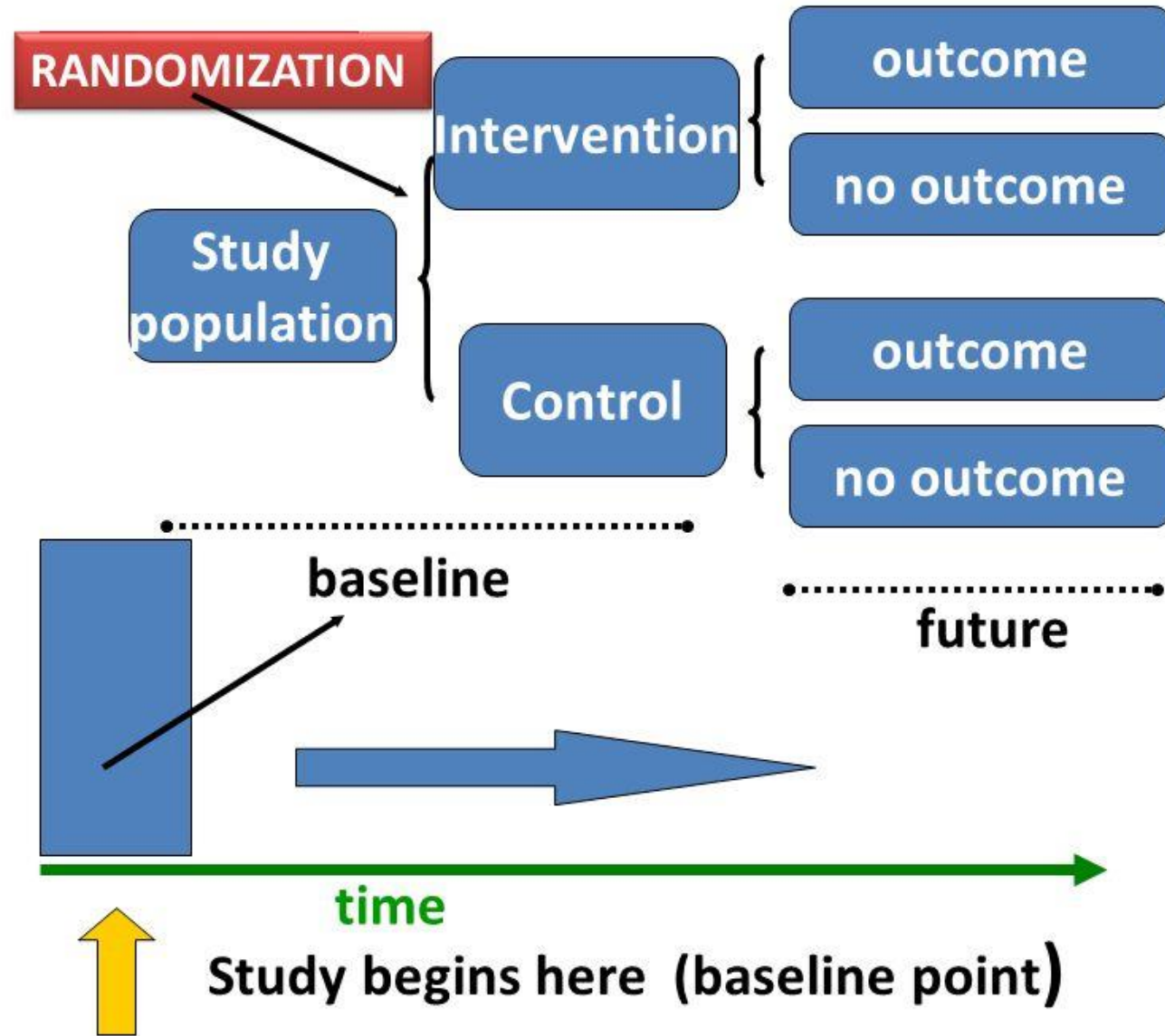
„ბრმა“ ცდა - გაზომვებზე შესაძლოა გავლენა მოახდინოს ექსპერიმენტატორის მიერ დაშვებულმა უნებლიე შეცდომებმა (მაგ. სუბიექტურმა წინასწარგანწყობამ). ამიტომაც იდეალურ ექსპერიმენტში ანათვლების აღება უნდა ხდებოდეს იმგვარად, რომ ექსპერიმენტატორი არ იყოს ინფორმირებული კონკრეტულ ჯგუფზე განხორციელებული ზემოქმედების ტიპის შესახებ. სამედიცინო კვლევებში გამოიყენება **ერთმაგი „ბრმა“ ცდა** - როდესაც პაციენტმა არ იცის რომელ ჯგუფს მიეკუთვნება, საექსპერიმენტოს თუ „პლაცებოს“ და **ორმაგი „ბრმა“ ცდა** - არც პაციენტმა და არც ექსპერიმენტატორმა არ იცის რომელ ჯგუფზე რა ზემოქმედება ხორციელდება.

სვლადაბის განსაზღვრა

სვლადაბის ბიზები როლის მიხედვით:

- 1. დამოუკიდებელი სვლადი** – ხდება მკვლევარის მიერ მისი მიზანმიმართული ცვლილება. ტესტირებისა და მანიპულირების ობიექტი,
- 2. დამოუკიდებელი სვლადი** – იცვლება დამოუკიდებელი ცვლადის ცვლილების საპასუხოდ და წარმოადგენს დაკვირვებისა და გაზომვების საგანს.
- 3. კონტროლირებადი სვლადი (კონსტანტა)** – ცვლადი, რომელიც არ იცვლება როგორც საექსპერიმენტო, ისე საკონტროლო ჯგუფისათვის, მაგრამ გავლენას ახდენს ექსპერიმენტის მსვლელობაზე.

Experimental Design



p value
0.05 and 0.1

Is the study a randomized controlled trial?

Yes

- ✓ Intervention
- ✓ Control group
- ✓ Random sample

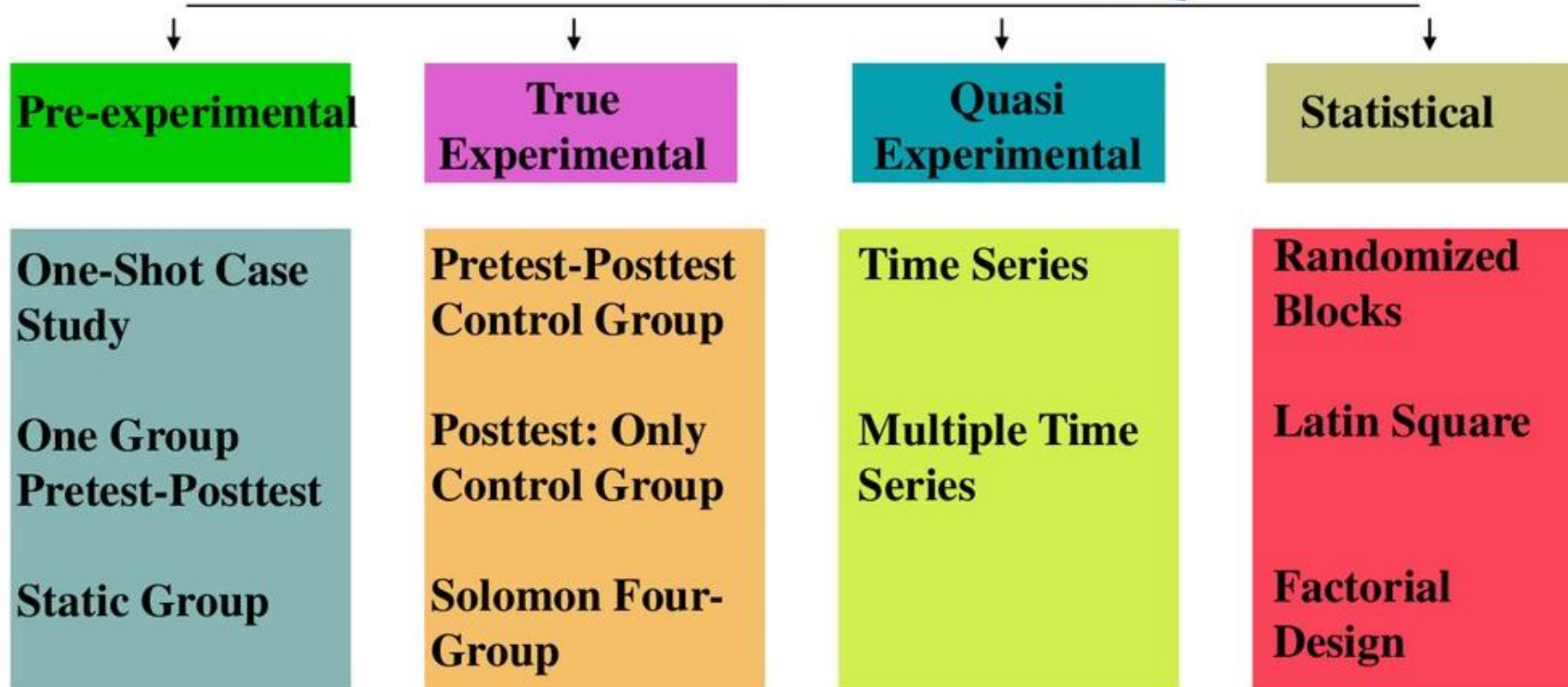
No

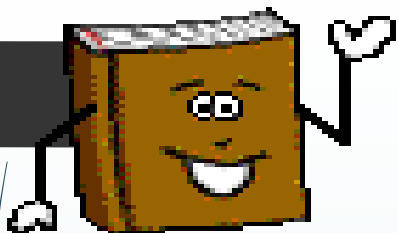
- * No intervention = descriptive non-experimental
- * No control group = quasi-experimental
- * No randomization = quasi-experimental

A Classification of Experimental Designs



Experimental Designs



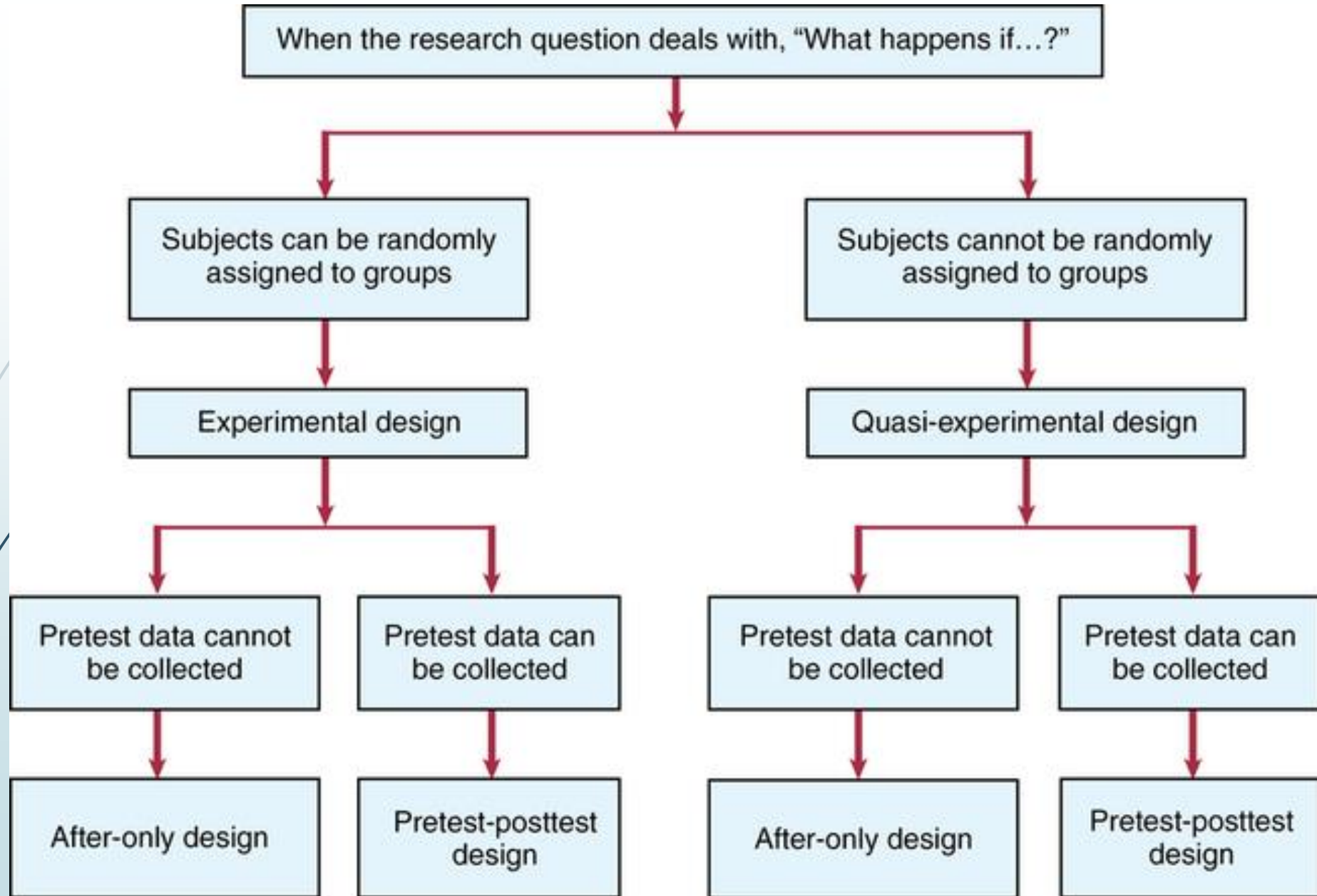


ექსპერიმენტის დაგეგმვის სხვადასხვა ტიპი და კლასიფიკაცია ეფუძნება:

- (1) პრე-პოსტ ტესტირების ჩატარებას;
- (2) ექსპერიმენტული და საკონტროლო ჯგუფების არსებობას;
- (3) რანდომიზაციის, ალბათური მიკუთვნების პრინციპს.

EXPERIMENTAL DESIGNS

	Pre- Experimental Design	True Experimental Design	Quasi- Experimental Design
Presence of a control group?	In some cases, but usually not	Always	Often
Random selection of subjects from a population?	No	Yes	No
Random assignment of subjects to groups?	No	Yes	No
Random assignment of treatments to groups?	No	Yes	No
Degree of control over extraneous variables?	None	Yes	Some

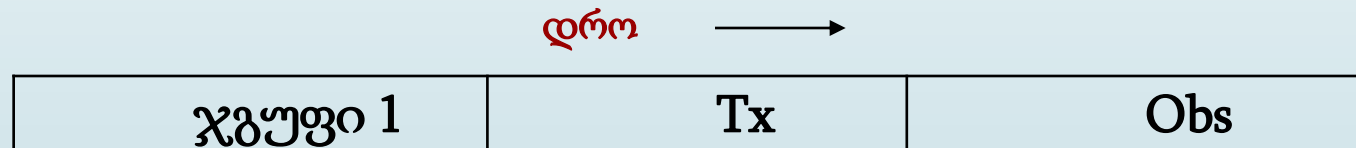


1. წინასწარ ექსპერიმენტო დიზაინი (Pre- Experimental Design)

- გამოიყენება ერთი ჯგუფის შემთხვევაში (როდესაც დამოუკიდებელ ცვლადს არ აქვს დონეები) ან წინასწარ არაალბათური შერჩევის გზით გამოყოფილი ჯგუფების შედარებისას.
- არ გულისხმობს საკონტროლო ჯგუფის არსებობას.
- დაგეგმვის ამ ტიპში ხვდება საპილოტე კვლევა, ცალკეული შემთხვევების შესწავლა (case studies) და კვლევათა უმეტესობა, რომლებიც მხოლოდ ერთ ჯგუფს იყენებს.
- ასეთი დაგეგმვის უპირატესობაა მისი პრაქტიკულობა, რამდენადაც მომავალი კვლევის ათვლის წერტილს განსაზღვრავს, თუმცა მისი ვალიდურობა დაბალია.
- ასეთი დაგეგმვისას მიზეზ-შედეგობრივი კავშირების გამოვლენა შუძლებელია.

1. წინასაექსპერიმენტო დაგეგმვის სახეები (Pre- Experimental Design)

1. ერთჯერადი კვლევის დაგეგმვა (**One-Shot Case Study design**) - ხდება ერთი ჯგუფის შესწავლა გარკვეული ტიპის ზემოქმედების შემდეგ, რომელიც სავარაუდოდ ცვლილების გამომწვევი უნდა იყოს. მაგალითად, ტრენინგის ჩატარება და მონაწილეების შეფასება მისი დასრულების შემდეგ. ასეთი ტიპის კვლევის შიდა ვალიდურობა დაბალია, *სტატისტიკური ანალიზის ჩატარება აზრს მოკლებულია*. თუმცა მისი შედეგები შემდგომი კვლევების დაგეგმვას უწყობს ხელს. დაგეგმვის სქემაა:



1. ნინასაქსპერიმენტო ღაგეგმვის სახეები (Pre- Experimental Design)

2. ერთი ჯგუფის პრე- და პოსტტესტირების დაგეგმვა (One-Group Pretest-Posttest Design) - დაგეგმვა კონტროლის არსებობის გარეშე. წარმოადგენს ერთფაქტორიანი განმეორებითი გაზომვების (repeated measures) ყველაზე მარტივ ფორმას.

მასში მონაწილეობს ერთი ჯგუფი, შესაბამისად დამოკიდებული Obs ცვლადი იზომება Tx-ის ზემოქმედებამდე - Obs₁ და ზემოქმედების შემდეგ - Obs₂. ზემოქმედების ეფექტი განისაზღვრება ფენომენტა შორის განსხვავებით Obs₂ - Obs₁. დაგეგმვის სქემაა:



სტატისტიკური ანალიზისათვის გამოიყენება დამოკიდებული t-ტესტი ან უილკოქსონის ნიშნიანი რანგების ტესტი

1. წინასწარსპერიმენტო ღაგაგვის სახეები (Pre- Experimental Design)

3. დაგეგმვა სტატიკური ჯგუფების გამოყენებით (Static-Group Design, იგივე after-only design with control group) - ხდება ერთი, ზემოქმედების ქვეშ მყოფი ჯგუფის შედარება მეორე ჯგუფთან, რომელსაც ასეთი ზემოქმედება არ მიუღია (საკონტროლო ჯგუფი). ჯგუფები არ არის ალბათური შერჩევის გზით მიღებული და არ არსებობს მათი წინასწარი ტესტირების შედეგები.

ასეთი დაგეგმვის ვალიდურობა დაბალია, რამდენადაც არ იძლევა ინფორმაციას ტესტირებამდე ჯგუფების ექვივალენტურობის შესახებ. მაგალითად, სტუდენტების აკადემიური მოსწრების შედარება ლექტორთან სისტემატური კონსულტაციებისა და ასეთი შეხვედრების არარსებობის შემთხვევაში.

დრო →

ჯგუფი 1	Tx	Obs
ჯგუფი 2 (კონტროლი)	-	Obs

სტატისტიკური ანალიზისათვის გამოიყენება დამოუკიდებელი *t*-ტესტი ან არაპარამეტრული მან-უიტნის *U* ტესტი.

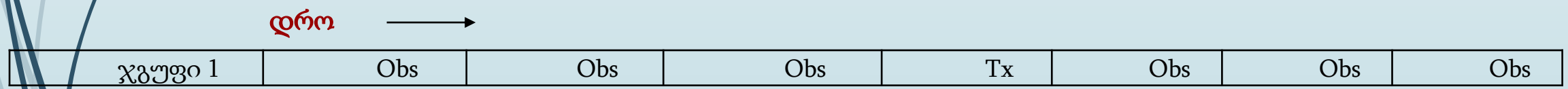
2. კვაზიექსპერიმენტული დაგეგმვა (Quasi- Experimental Design)

- ასეთი დაგეგმვის პირობებში სახეზეა გარკვეული ტიპის ზემოქმედება, მისი გაზომილი შედეგები, მაგრამ არ ხდება ალბათური შერჩევა და ჯგუფისადმი რანდომიზირებული მიკუთვნება.
- კვაზიექსპერიმენტული დაგეგმვა წარმოადგენს ფართოდ გავრცელებულ ემპირიულ მეთოდს სოციალურ მეცნიერებებში.
- ხშირად კვაზიექსპერიმენტული დაგეგმვის კონკრეტული ტიპები შესაძლოა რეალური დაგეგმვის კრიტერიუმებს აკმაყოფილებდნენ, მაგრამ განსხვავება თავს იჩენს **ალბათური შერჩევის არსებობა/არარსებობის კუთხით.**
- კვაზიექსპერიმენტული დაგეგმვას ძალიან მაღალი გარე ვალიდურობა ახასიათებს, რამდენადაც კარგად ასახავს რეალურ სამყაროს.

2. კვაზიექსპერიმენტული დაგეგმვის სახეები

1. დროისა და სერიების მარტივი ტიპის დაგეგმვა (**Simple Time-Series Design**) - გულისხმობს ჯგუფების პერიოდულ გაზომვებს და ექსპერიმენტული პირობების ცვლილებებს სერიათა მსვლელობისას.

- ის One-Group Pretest-Posttest დაგეგმვის კარგი ალტერნატივაა.
- გარე ვალიდურობა მნიშვნელოვნად გაიზრდება იმავე ექსპერიმენტის გამეორებისას განსხვავებულ პირობებში. მაგალითად, შრომის პროდუქტიულობის პერიოდული გაზომვა გარკვეული ტიპის სამუშაოს შესრულებისას და შემდეგ იგივე ტიპის გაზომვები ახალი სახის დატვირთვის შემოტანისას.
- ასეთი კვლევებისას ზემოქმედებამდე განხორციელებული დაკვირვებები საბაზისო მონაცემებს წარმოადგენს.



სტატისტიკური ანალიზისათვის გამოიყენება დამოკიდებული t-ტესტი

2. კვაზიექსპერიმენტული დაგეგმვის სახეები

2. ექვივალენტური დროისა და სერიების დაგეგმვა (Equivalent Time-Samples Designs) - დრო-სერიების დაგეგმვის (Time-Series Design) ვარიაციაა.

მოიცავს პერიოდულ ზემოქმედებათა და თანამდევ გაზომვათა მიმდევრობას ზემოქმედების სტაბილური ცვლილების პირობებში. მაგალითად, სემინარის მსვლელობისას სტუდენტების დისკუსიის უნარის შეფასება დამსწრე სუბიექტის არარსებობისას, შემდეგ კი 1, 2, 3 და 4 დამსწრეს პირობებში. დაგეგმვის სქემაა:

დრო →

ჯგუფი 1	Tx	Obs	Tx	Obs	Tx	Obs	Tx	Obs
---------	----	-----	----	-----	----	-----	----	-----

სტატისტიკური ანალიზისათვის გამოიყენება დამოკიდებული t-ტესტი

2. კვაზიექსპერიმენტული დაგეგმვის სახეები

3. არარანდომიზირებული პრე-პოსტტესტირების დაგეგმვა საკონტროლო ჯგუფის არსებობით (Nonrandomized Control Group Pretest-Posttest Design) - გამოიყენება იმ შემთხვევაში, როდესაც საჭიროა ზემოქმედებამდე ჯგუფების ექვივალენტურობის ჩვენება მხოლოდ კონკრეტულ დამოკიდებულ ცვლადთან მიმართებაში.

მიდგომა გამორიცხავს ჯგუფებს შორის საწყის განსხვავებას და აადვილებს ზემოქმედების ეფექტების ახსნას. *განსხვავდება ექსპერიმენტული დაგეგმვისაგან, რამდენადაც ექსპერიმენტული და საკონტროლო ჯგუფები ექვივალენტურია მხოლოდ კონკრეტული გასაზომი ცვლადების თვალსაზრისით.*

Tx ფაქტორის სამიზნე ჯგუფი შეირჩევა შემთხვევითად, თავად მკვლევარის მიერ.

დრო →

ჯგუფი 1	Obs ₁	Tx	Obs ₁
ჯგუფი 2 (კონტროლი)	Obs ₂	-	Obs ₂

სტატისტიკური ანალიზისათვის გამოიყენება დამოკიდებული t-ტესტი (2 ჯგუფის არსებობისას), დისპერსიული ანალიზი (ANOVA), რეგრესიული ანალიზი

3. ფაქტის უმჯობესი ფაქტორული დამზადება (Ex-post Factorial Design)

გამოიყენება ისეთ შემთხვევაში, როდესაც **შეუძლებელია** ან **არაეთიკურია** გარკვეული ცვლადის ცვლილება სხვა ცვლადებზე მათი შესაძლო ზეგავლენის შესასწავლად (მაგალითად, ახალი ვირუსით დაინფიცირება, ადამიანის პერსონალური თვისებების ცვლილება და ა.შ). ასეთ დროს მკვლევარი იკვლევს რა ხარისხის შეიძლება იყოს სპეციფიკური დამოუკიდებელი ცვლადის გავლენა დამოკიდებულზე. ხდება უკვე მომხდარი ფაქტებისა და გარემოებების შესწავლა ფაქტორებსა და შედეგებს შორის კავშირის დასადგენად.

3. ფაქტის შედეგში ფაქტორული დაგეგმვა (Ex-post Factorial Design)

- ჰგავს დაგეგმვას სტატისტიკური ჯგუფების გამოყენებით. განსხვავება მხოლოდ ვადებშია: მოცემულ შემთხვევაში „ზემოქმედება“ განხორციელდა კვლევამდე დიდი ხნით ადრე. ამიტომას მას „გამოცდილებას“ (Exp) ვუწოდებთ.
- ამ ტიპის დაგეგმვის ვარიანტია მეორე ჯგუფში გამოცდილების (მაგრამ არა იგივე) არსებობა.
- დაგეგმვის მაგალითია გარემო ფაქტორების, აგრეთვე გენეტიკური, თანდაყოლილი ფაქტორების (ჯენდერი, მენტალური დარღვევები, ფიზიკური პრობლემები) ზეგავლენის კვლევა.
- ფაქტის შემდგომი მარტივი დაგეგმვის სქემაა:

დრო →

	წინმსწრები მოვლენები	კვლევის პერიოდი
ჯგუფი 1	Exp	Obs _a
ჯგუფი 2 (საკონტროლო)	-	Obs _b

4. რეალური ექსპერიმენტული დამზღვევა (True-Experimental Design)

- განსაზღვრავს კონტროლის ტიპს და ახდენს პირობების მანიპულაციას.
- ხდება დამოუკიდებელი ცვლადის ცვლილება და დამოკიდებულ ცვლადზე ამ ცვლილების ზეგავლენაზე დაკვირვება.
- მოიცავს პრობლემის განსაზღვრას, ჰიპოთეზათა ფორმულირებას, ცვლადების განსაზღვრას, ტესტირების დონის განსაზღვრას, პოპულაციის შერჩევას, ვალიდურობის შეფასებას, ექსპერიმენტული პროცედურების საპილოტე ტესტირებას, კვლევის გეგმის განუხრელად დაცვას.
- გულისხმობს ობიექტების ალბათურ შერჩევას და მათ რანდომულად განაწილებას საკონტროლო და ექსპერიმენტულ ჯგუფებში, აგრეთვე ჯგუფების ალბათურ მიკუთვნებას ექსპერიმენტული და საკონტროლო ჯგუფებისადმი.
- ასეთი ტიპის დაგეგმვის უპირატესობაა მაღალი შიდა ვალიდურობა, აგრეთვე მიზეზ-შედეგობრივი კავშირების გამოვლენის შესაძლებლობა.
- იძლევა მეტი კონტროლისა და ანალიზისათვის ზუსტი სტატისტიკური ანალიზის გამოყენების შესაძლებლობას.
- **თუმცა მისი გარე ვალიდურობა დაბალია, რამდენადაც კვლევის გარემო არ გავს რეალურ სიტუაციას და ის არ წარმოადგენს პრაქტიკული დაგეგმვის მაგალითს.**

4. რეალური ექსპერიმენტული დაგეგმვის სახეები

1. დაგეგმვა წინასწარი ტესტირებისა და საკონტროლო ჯგუფის არსებობის პირობებში (**Pretest-Posttest Control Group Design**) - კლასიკური ექსპერიმენტის ფორმალური დაგეგმვის ყველაზე მარტივი მეთოდი.

- იყენებს რეპლიკაციისა და რანდომიზაციის პრინციპებს.
- გამოიყენება ჰომოგენურ ექსპერიმენტულ ჯგუფებში, რომლებიც შეიძლება არათანაბარი იყოს.
- ექსპერიმენტული და საკონტროლო ჯგუფები შეირჩევა შემთხვევითად. ექსპერიმენტული ზემოქმედება ხდება ერთ ჯგუფზე, ხოლო მეორე ჯგუფი საკონტროლო ჯგუფის ფუნქციას ასრულებს და მასზე მანიპულაცია არ ხდება.

ორივე ჯგუფზე დაკვირვება ხდება როგორც ზემოქმედებამდე, ისე ზემოქმედების შემდეგ სქემით:

დრო →

შემთხვევითი მიკუთვნება	ჯგუფი 1	Obs ₁	Tx	Obs ₂
	ჯგუფი 2 (კონტროლი)	Obs ₁	-	Obs ₂

სტატისტიკური ანალიზისათვის გამოიყენება *t*-ტესტი (2 ჯგუფის შემთხვევაში) ან ერთფაქტორიანი დისპერსიული ანალიზი (*one-way ANOVA*).

4. რეალური ექსპერიმენტული დაგეგმვის სახეები

2. Solomon Four-Group Desig - ასეთი ტიპის დაგეგმვა მოიცავს 4 ჯგუფს, ზრდის ექსპერიმენტული კვლევის გარე ვალიდურობას.

დრო →

შემთხვევითი მიკუთვნება	ჯგუფი 1	Obs ₁	Tx	Obs ₂
	ჯგუფი 2	Obs ₁	-	Obs ₂
	ჯგუფი 3	-	Tx	Obs
	ჯგუფი 4	-	-	Obs

სტატისტიკური ანალიზისათვის გამოიყენება ერთფაქტორიანი დისპერსიული ანალიზი (*one-way ANOVA*) ან სტიუდენტის *t*-დამოუკიდებელი და დამოკიდებული *t*-ტესტები ცალკეული ჯგუფების შედარებისათვის (ამოცანიდან გამომდინარე).
თითოეული ჯგუფები უნდა შეიცავდეს სულ მცირე 30 სუბიექტს.

4. რეალური ექსპერიმენტული დაგეგმვის სახეები

3. ზემოქმედების შემდგომი ტესტირების დაგეგმვა საკონტროლო ჯგუფის არსებობით (**Posttest Only Control Group Design** (იგივე **After Only with Control Design**)) - ერთ ჯგუფზე ხორციელდება ზემოქმედება, მეორე ჯგუფზე არა (წარმოადგენს საკონტროლო ჯგუფს).

➤ დაკვირვება ორივე ჯგუფზე ხდება ზემოქმედების შემდეგ, წინასწარი ტესტირების გარეშე.

➤ გამოიყენება შემთხვევებში, როდესაც წინასწარი ტესტირება შეუძლებელია (მაგ. მცენარეთა ზრდა).

➤ **შემთხვევითი მიკუთვნება ასეთი ტიპის დაგეგმვისას გადამწყვეტია.** წინააღმდეგ შემთხვევაში გვექნება სტატისტიკური ჯგუფების შედარება. დაგეგმვის სქემაა:

დრო →

შემთხვევითი მიკუთვნება	ჯგუფი 1	Tx	Obs
	ჯგუფი 2 (კონტროლი)	-	Obs

სტატისტიკური ანალიზისათვის გამოიყენება დამოუკიდებელი *t*-ტესტი, ერთფაქტორიანი დისპერსიული ანალიზი **ANOVA** (3 ან მეტი ჯგუფისათვის), უილკოქსონის ნიშნის რანგების ან მან-უიტნის *U* ტესტი.

4. რეალური ექსპერიმენტული დაგეგმვის სახეები

4. სრულად რანდომიზირებული დაგეგმვა (Completely Randomised (CR) Design) - რეალური ექსპერიმენტული დაგეგმვის ყველაზე მარტივი მეთოდი.

- იყენებს რეპლიკაციისა და რანდომიზაციის პრინციპებს.
- ხდება ექსპერიმენტული სუბიექტების შემთხვევითი განაწილება ჯგუფებში და ფაქტორის ზემოქმედების 2 ან მეტი დონის შერჩევა.
- გამოიყენება ჰომოგენურ ექსპერიმენტულ ჯგუფებში, რომლებიც შეიძლება რაოდენობრივად არათანაბარიც იყოს.
- წარმოადგენს დამოუკიდებელი t-ტესის განვრცობას.
- დაგეგმვის სქემაა:

რანდომული მიკუთვნება	ჯგუფი 1	სუბიექტი 1	ფაქტორის დონე	დამოკიდებული ცვლადი
		სუბიექტი 2	Tx_1	Obs_{11}
		სუბიექტი n	Tx_1	Obs_{n1}
	ჯგუფი 2	სუბიექტი 1	Tx_2	Obs_{12}
		სუბიექტი 2	Tx_2	Obs_{22}
		სუბიექტი n	Tx_2	Obs_{n2}
და ა.შ.				

სტატისტიკური ანალიზისათვის გამოიყენება t-ტესტი (2 ჯგუფის შემთხვევაში), ერთფაქტორიანი დისპერსიული ანალიზი (One-way ANOVA)

5. ფაქტორული დაგეგმვა (Factorial Design)

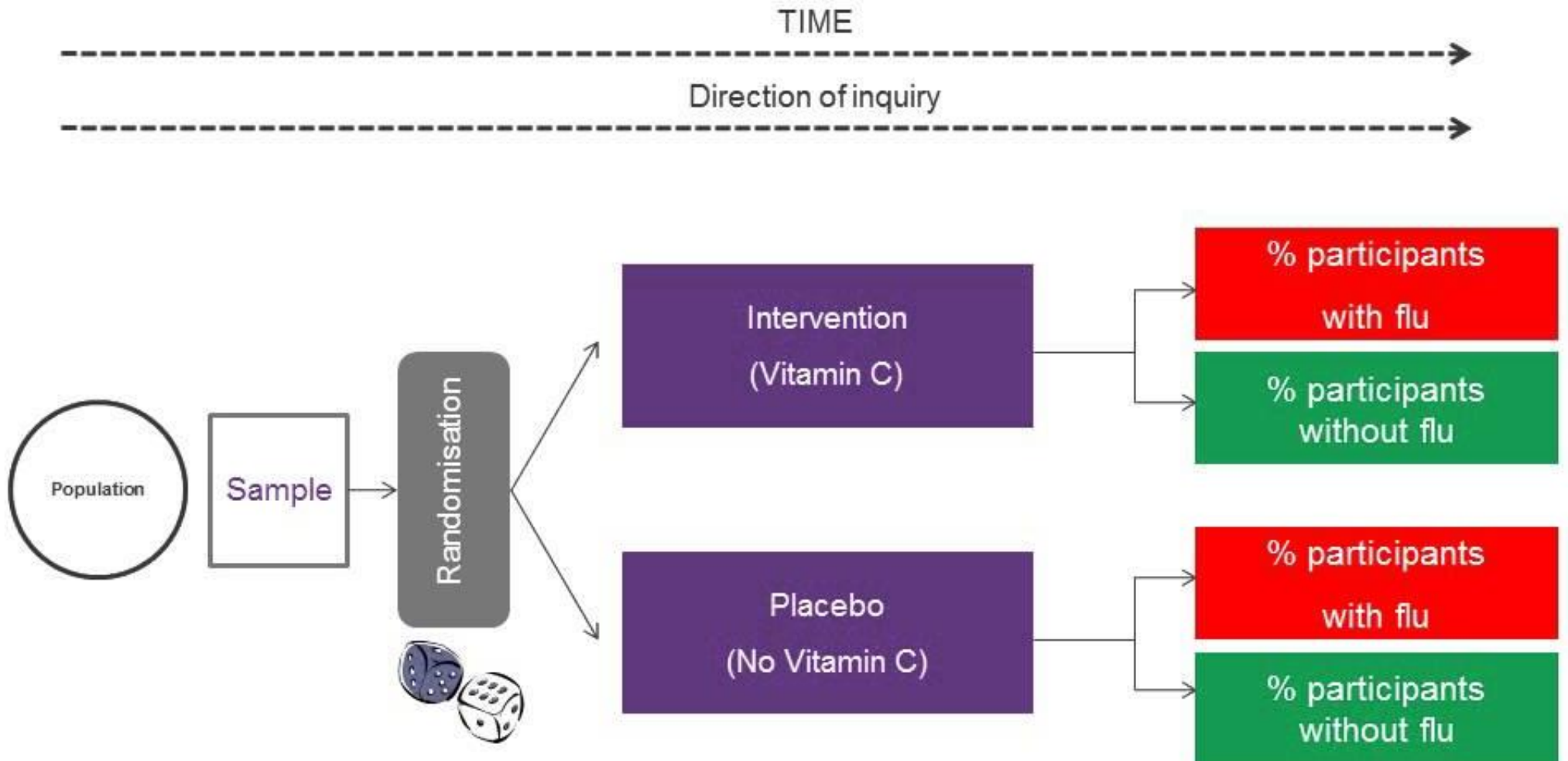
ფაქტორული დაგეგმვა (Factorial Design) დაგეგმვის განხილული სქემებისაგან განსხვავდება *ორი ან მეტი დამოუკიდებელი ცვლადის არსებობით.*

➤ ცვლადების რაოდენობის ზრდა არ გულისხმობს ექსპერიმენტული სუბიექტების რაოდენობის მნიშვნელოვან ზრდას, რაც ფაქტორული ექსპერიმენტის მნიშვნელოვანი უპირატესობაა ცალკე აღებული ცვლადების ეფექტების დამოუკიდებელი ანალიზისაგან განსხვავებით.

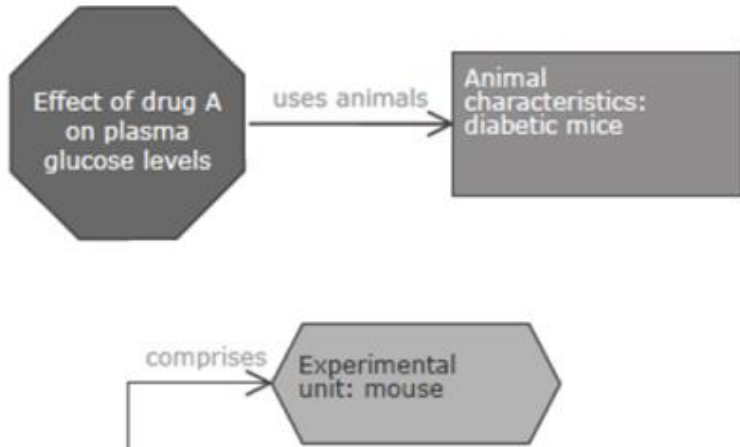
➤ კლასიფიკაცია ხდება ცალკეული ფაქტორის დონეებისა და ფაქტორების რაოდენობის მიხედვით. მაგ., 2×3 ფაქტორული დაგეგმვა გულისხმობს რომ სახეზეა 3 ფაქტორი, თითოეული ორი დონით.

➤ ფაქტორული დაგეგმვისას ადგილი აქვს ფაქტორების მოქმედების კომბინაციას, რაც გულისხმობს, რომ დაგეგმვაში მონაწილეობს ფაქტორების ყველა კომბინაცია და თითოეული ფაქტორის ყოველი დონე (ჯგუფი) კომბინაციაში მოდის დანარჩენი ფაქტორების ყველა დონესთან. ასეთი მიდგომა გულისხმობს ფაქტორთა ურთიერთქმედების ანალიზს, რაც ერთფაქტორიანი ექსპერიმენტის ანალიზისას შეუძლებელია

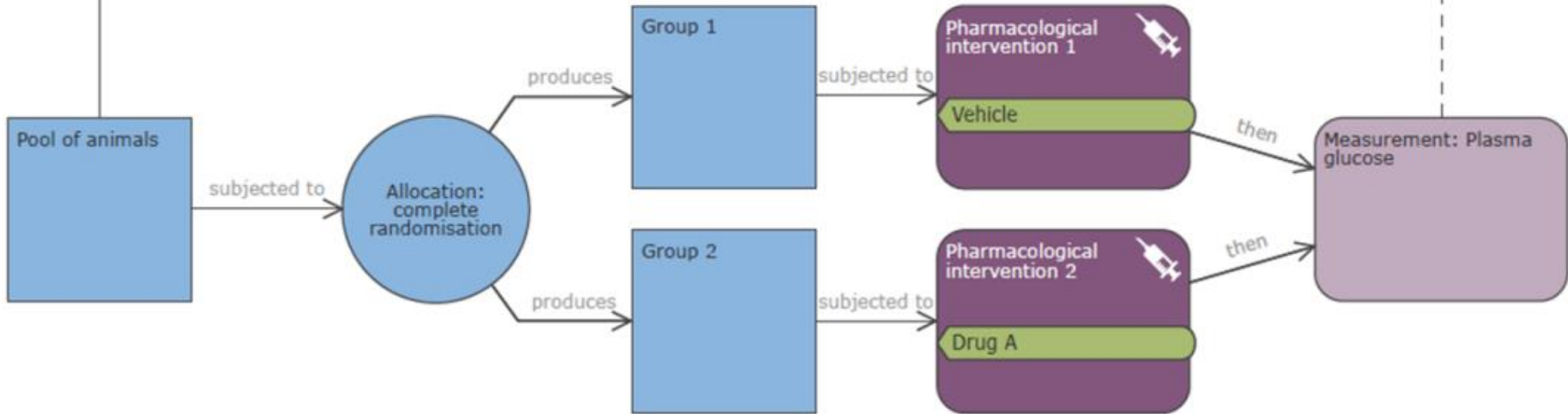
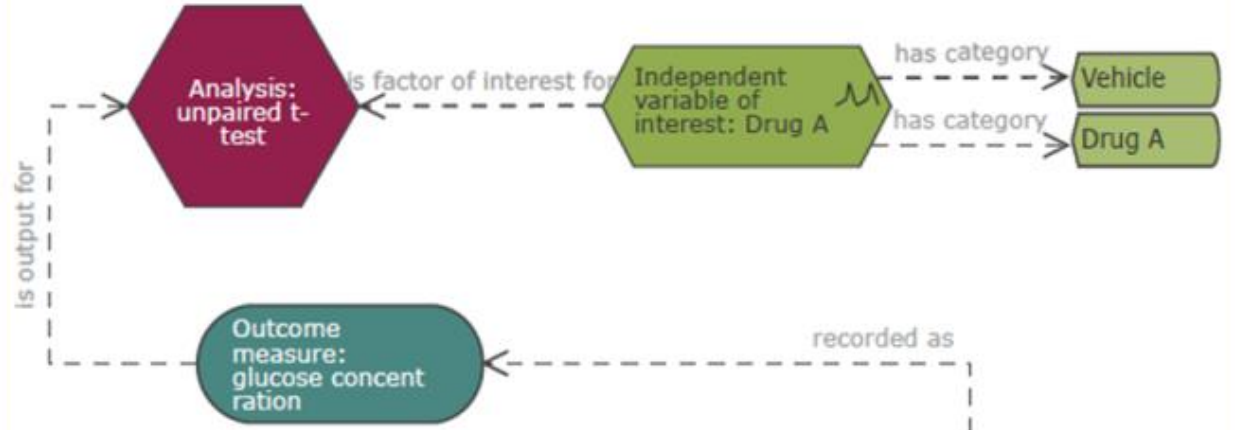
Randomised controlled trial



Experiment



Analysis



Practical steps

'One factor' design

- **Compare 2 or more groups**
 - Eg different genotypes, different interventions

Eg Test effect of treatment on red blood cell count (RBCC) in mice:

	Chlorom	Control
Number of mice	X mice	X mice

Test effect of treatment on red blood cell count (RBCC) in mice

Objective: Test whether red blood cell count (RBC) differs between control mice and mice injected with Chloram

Sampling unit: Mice

Reducing variability:

Inclusion criteria:-

- mice within specified weight range
- pre-treatment RBC within specified range

Avoiding bias:


- randomise mice to treatments

Does Chloram affect RBC in mice?

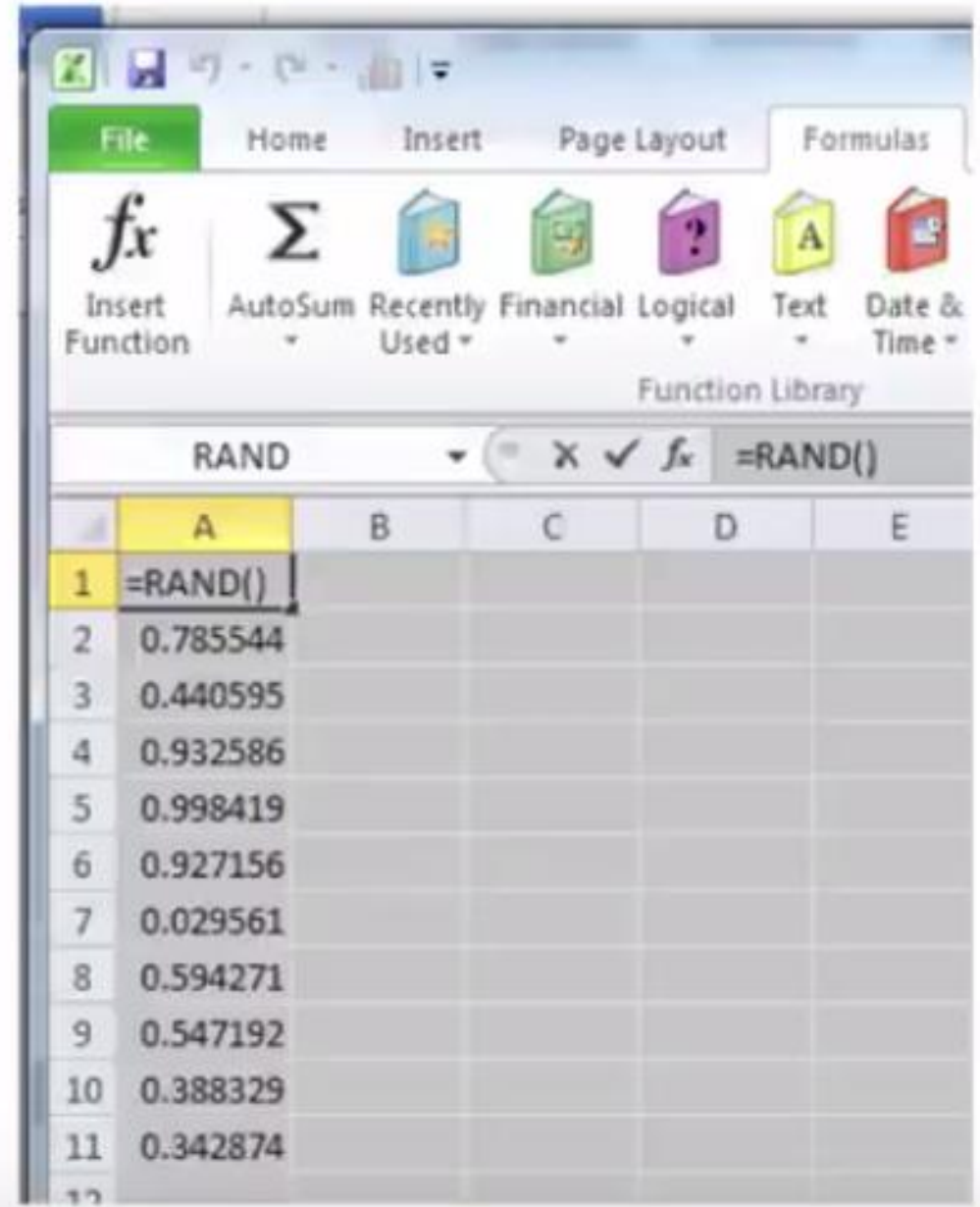
Control	Chloram






One factor design
- Factor is treatment with 2 levels



Treatment	Random number
Control	0.423627
Control	0.214637
Control	0.999023
Control	0.401685
Control	0.394482
Chloram	0.908841
Chloram	0.123478
Chloram	0.407208
Chloram	0.936433
Chloram	0.564684



Does Chloram or Treatment X affect RBC in mice (3 groups)?

Control	Chloram	Treatment X
		

Still a 'one factor' design - factor is treatment

Mice randomised to 3 treatment groups

'Two factor' design

- **Compare 2 things at one**
 - Eg different genotypes and different interventions
- **Make comparisons within more than one group**
 - Compare interventions **within** each genotype
- **Test interaction: eg does effect of intervention differ between genotypes?**

• Eg:-

Intervention	C3H strain	CD-1 strain	Total
Chloram	4	4	8
Control	4	4	8
Total	8	8	16

Test whether treatment AND strain affect RBC in mice

Objectives:-

Does Chloram affect RBC in mice?

Does RBC differ between strains of mice?

Does Chloram affect RBC in both C3H and CD-1 strains?

Does the effect of Chloram differ between C3H and CD-1 strains?

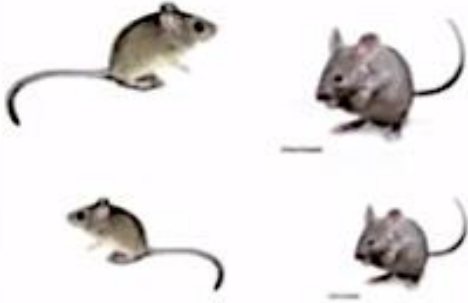



Experimental unit: Mice

Inclusion/Exclusion criteria:

- weight within specified range (specific to strain)
- pre-treatment RBC within specified range

Measures to avoid bias:

- randomise mice to treatments, within strains

Strain	Control	Chloram
C3H		
CD-1		

Two factor design: Factors are treatments (2 levels) and strain (2 levels)

Each strain of mouse randomised to treatments...

Statistical analysis: Two-way ANOVA / GLM and t-tests (or non-parametric compromise)

Experimental Design Diagram: Example

Title: The Effect of Various Amounts of Calcium Chloride on the Temperature of Water

Hypothesis: If more scoops of calcium chloride are added to water, then the temperature of the water will increase.

IV: Amount of Calcium Chloride Scoops:

Control:

0 scoops

Variable 1:

1 scoop

Variable 2:

2 scoops

Variable 3:

3 scoops

Trials:

3 trials

Trials:

3 trials

Trials:

3 trials

Trials:

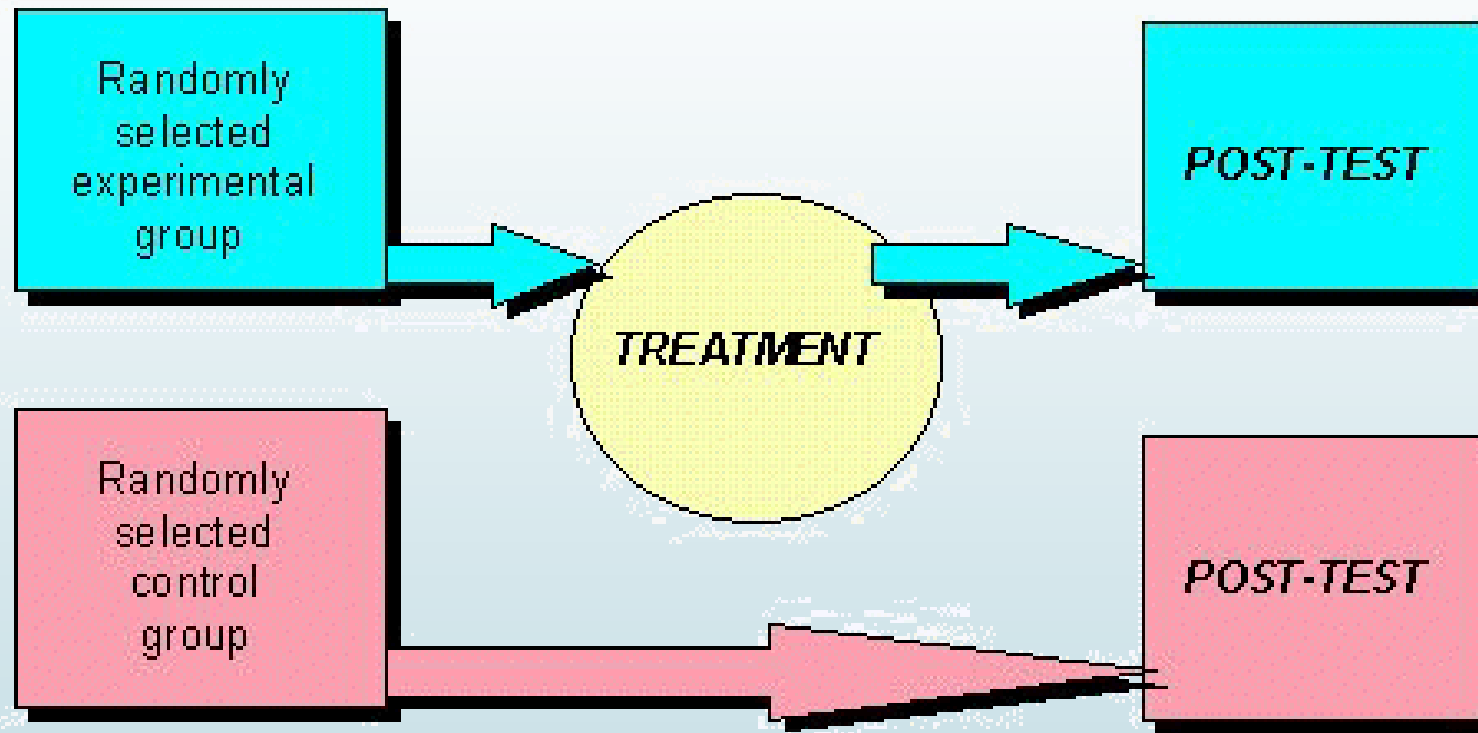
3 trials

DV: Temperature of the water

Constants: Same amount of water (75 mL), Same time to dissolves (2 minutes), constant stirring

EXPERIMENTAL RESEARCH DESIGNS

POST-TEST ONLY DESIGN



USED WHERE PRE-TEST SENSITISATION MAY BE A PROBLEM

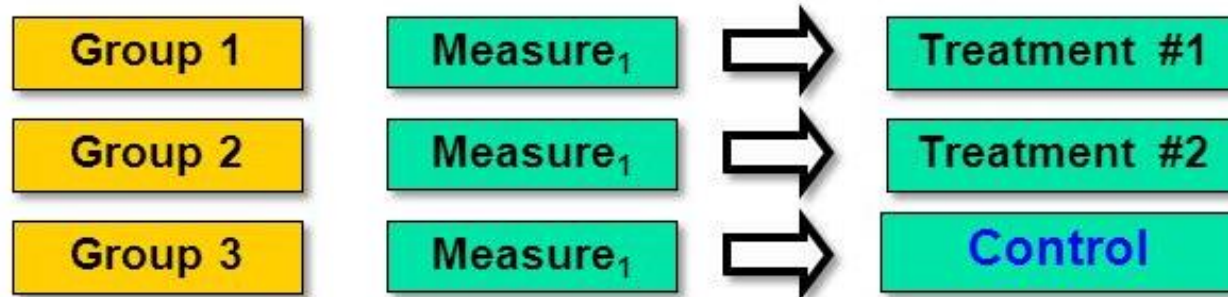
EXPERIMENTAL RESEARCH DESIGNS

FACTORIAL DESIGNS

Level of Relaxation	Level of Distraction	
	Distraction	No Distraction
Relaxation	Randomly Selected Group A	Randomly Selected Group B
No Relaxation	Randomly Selected Group C	Randomly Selected Group D (CONTROL)



Multiple group comparison



- ✓ 3 (or more) groups
- ✓ Typically formed by *Random assignment*.

Multiple experimental groups, e.g.

- ✓ Low drug dose,
- ✓ High drug dose,
- ✓ Placebo.

or

- ✓ Male therapist,
- ✓ Female therapist,
- ✓ Wait list control.

შედეგის მოცულობის განსაზღვრა

შედეგის მოცულობის დასადგენად ლაბორატორიულ ცხოველებზე ექსპერიმენტისას, ასევე სხვა ტიპის კვლევებში ხშირად გამოიყენება *რესურსების გაწონასწორების (Mead's resource equation) მეთოდი*.

შესაძლოა ერთი შეხედვით მეთოდი სხვა მეთოდებთან შედარებით არაკურატულია, მაგრამ იძლევა კარგ მინიშნებებს ისეთი შემთხვევებისათვის, როდესაც საშუალოთა შორის სხვაობები ან სტანდარტული გადახრები უცნობია ან რთულად გამოსათვლელი.

$$E = N - B - T$$

სადაც

N – კვლევაში მონაწილე სუბიექტების რაოდენობა (-1)

B – მახლოკირებელი ფაქტორია, ასახავს დაგეგმვაში მონაწილე გარე ეფექტებს (-1)

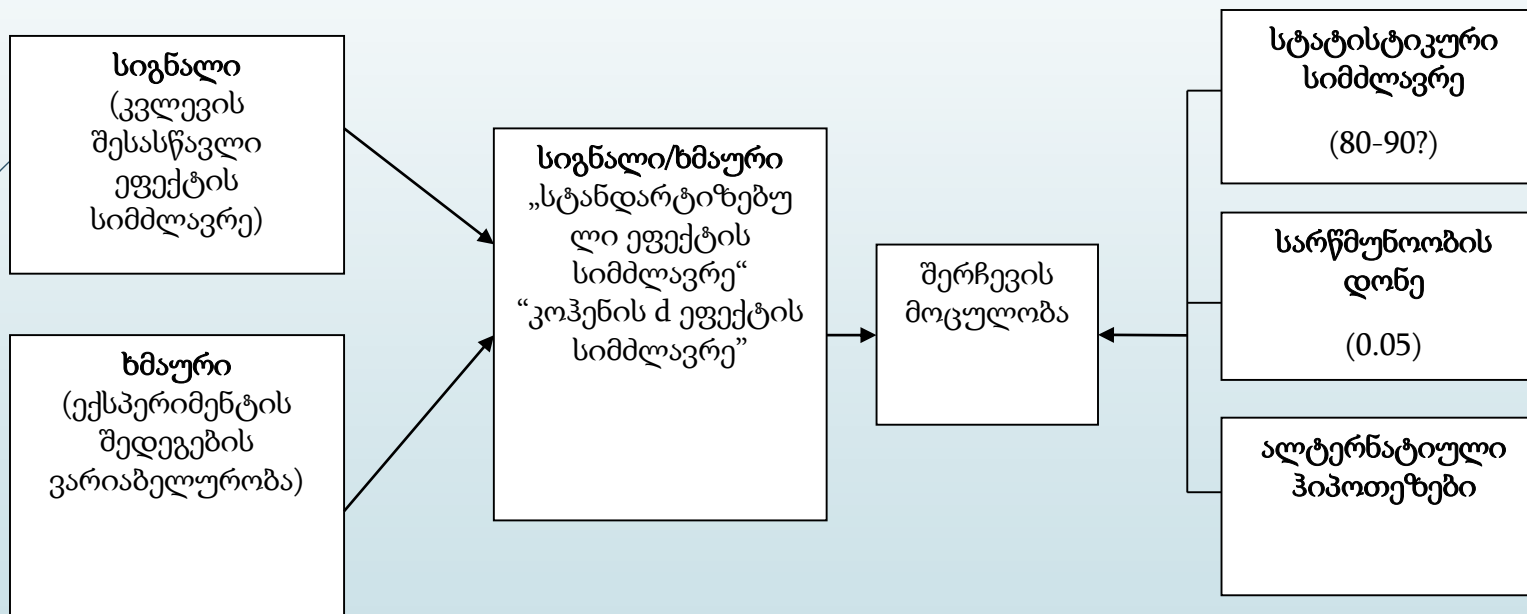
T – ზემოქმედების კომპონენტი, შეესაბამება საექსპერიმენტო ჯგუფების რაოდენობას (საკონტროლოს ჩათვლით) (-1)

E - შეცდომის კომპონენტის თავისუფლების ხარისხი (ჩვეულებრივ 10-20 შუალედში)

მაგალითად, თუკი დაგეგმილია ცხოველების 4 ჯგუფზე ექსპერიმენტის ჩატარება (T=3) 8 ინდივიდით თითოეულ ჯგუფში, ჯამში 32 ცხოველია (N =31) სტრატეფიკაციის (ბლოკების გამოყოფის) გარეშე (B=0) და E=28, რაც 20-ზე მაღალია და შესაბამისად მიზანშეწონილი იქნება ჯგუფში 6 ცხოველის გამოყენება

შერჩევის მოცულობის განსაზღვრა

შერჩევის ზომას რამოდენიმე ფაქტორი განსაზღვრავს:



და ბოლოს:

- ექსპერიმენტის დაგეგმვის კონკრეტული ტიპი გამოიყენება კონკრეტული სამეცნიერო კვლევის შემთხვევაში.
- რეალური ექსპერიმენტული გარემო თავად გვკარნახობს რომელი მეთოდის გამოყენებაა დასაშვები ან უფრო პრაქტიკული.
- აუცილებელია დაგეგმვის ამა თუ იმ ტიპის სუსტი მხარეების გათვალისწინება.
- არასოდეს შეეცადოთ დაადასტუროთ ისეთი შედეგები, რომლებიც თქვენს მიერ შერჩეული კვლევის დაგეგმვის შესაძლებლობებს სცილდება!

მარტივი შეცდომები სამეცნიერო კვლევისას:

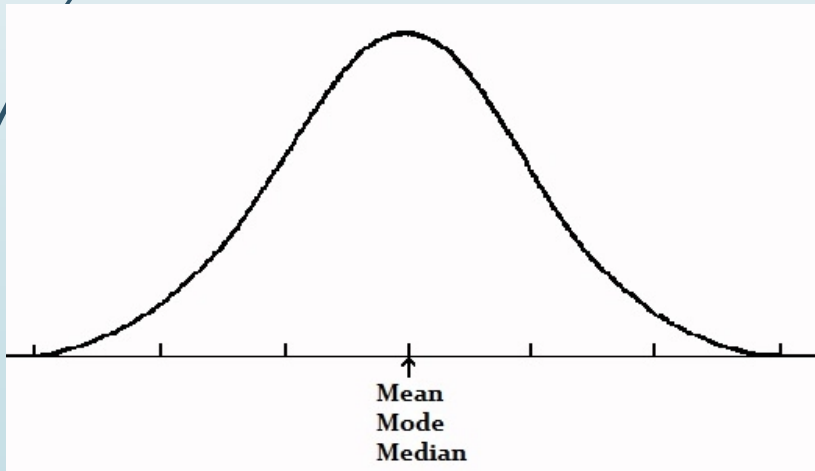
- **თქვენი სურვილი და უპირატესობის მინიჭება - აუცილებლად აღმოაჩინოთ მონესრიგებულობა!**
- **სელექტიური ყურადღება ინფორმაციისადმი!**
- **საკუთარი შედეგების გაზვიადებული შეფასება!**
- **არააკურატულობა!**
- **გადაჭარბებული მსჯელობა საკუთარი იდეების გამყარებისათვის!**

სამეცნიერო კვლევის სასიამოვნო რუტინა

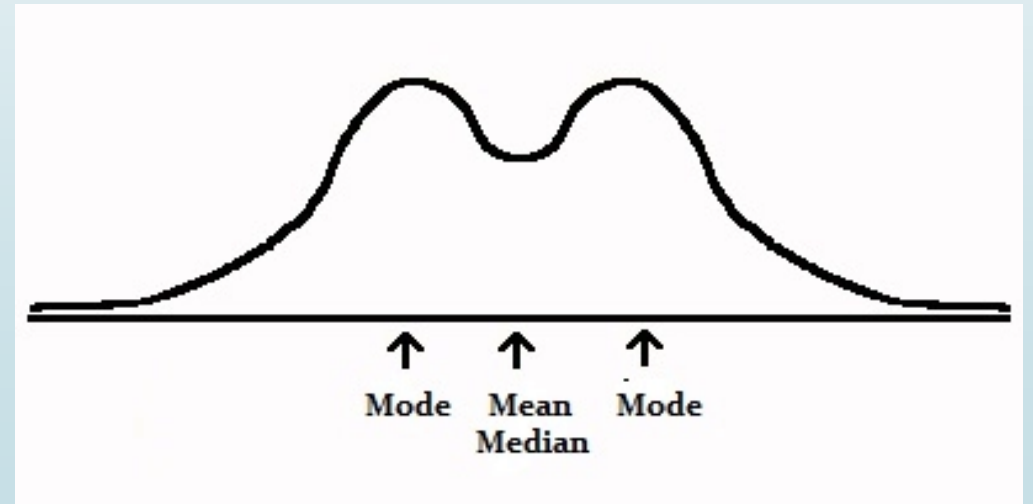
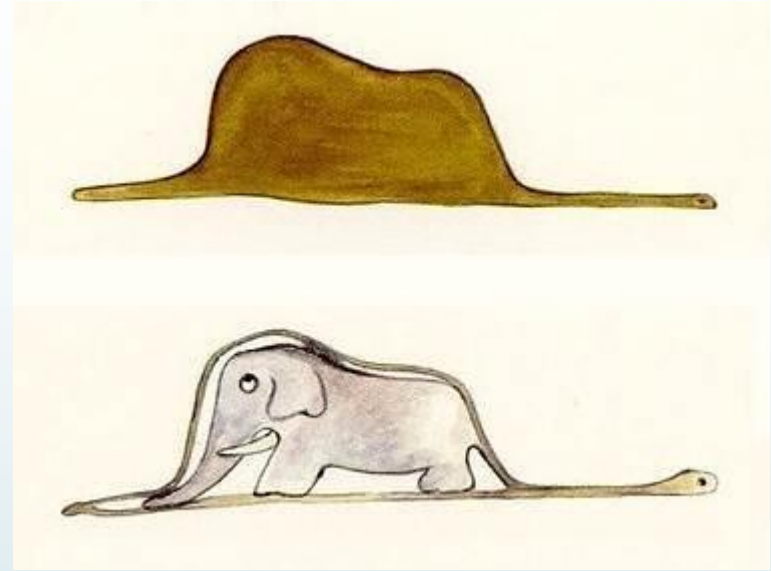
- ❖ თქვენ ვერ დააკვირდებით რაიგან თუკი არ შეცვალეთ ის
- ❖ თქვენ ვერ დააკვირდებით მოვლენას შეცდომების დაშვების გარეშე
- ❖ თქვენ ვერ მოახდენთ ფაქტის ინტერპრეტაციას შეცდომის დაშვების გარეშე
- ❖ და ბოლოს, თქვენ ვერ მოახდენთ თქვენეული ინტერპრეტაციის დემონსტრირებას კიდეც ერთი შეცდომის დაშვების გარეშე 😊

დასრულებული ნაშრომი დროთაყვადი სამეცნიერო კვლევებისა და მრავალწლიანი გამოცდილების ერთობლივი შედეგია!

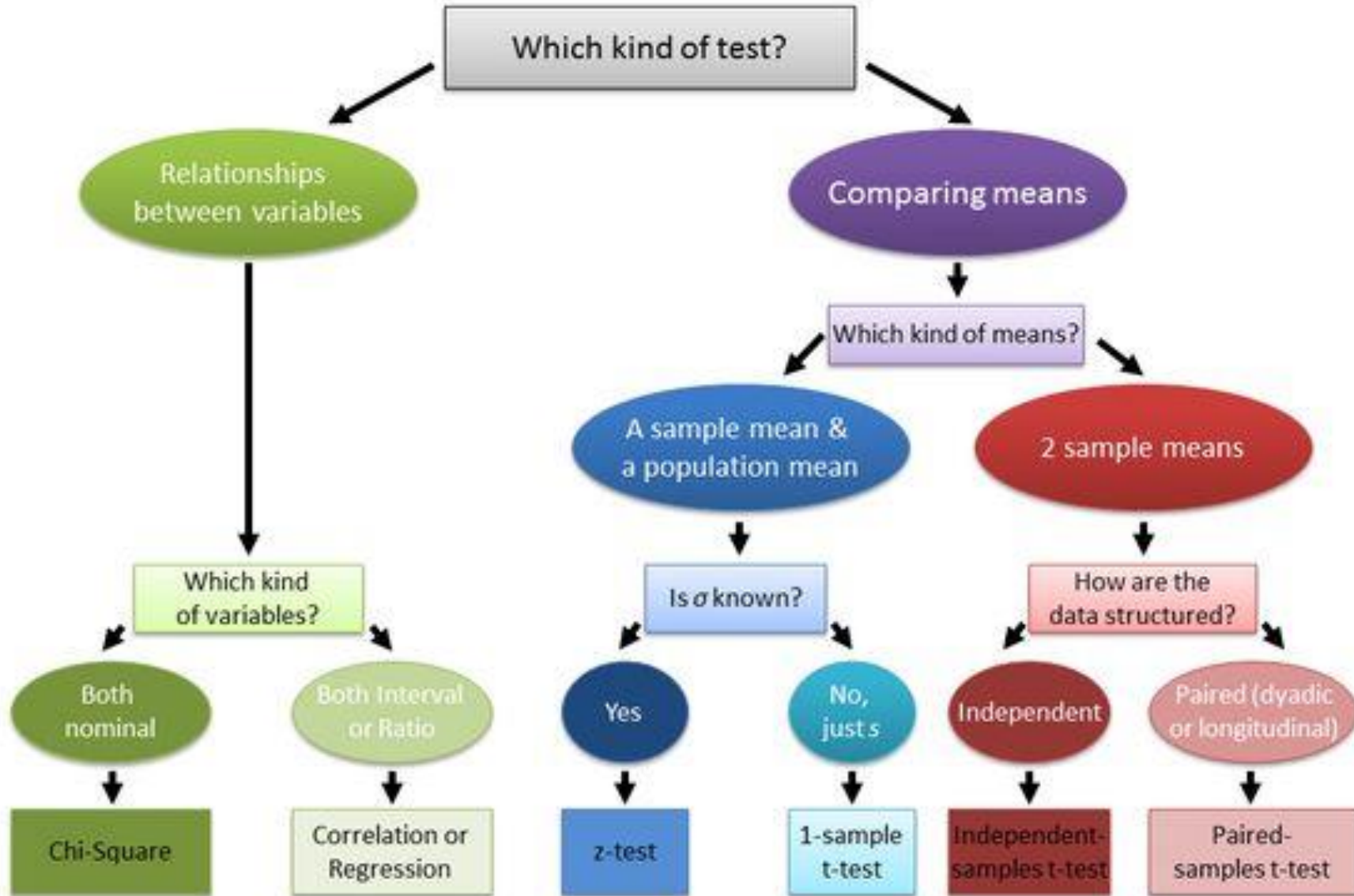
ნორმალური განაწილება



ბიმოდალური განაწილება



Decision Tree





გმადლობთ ყურადღებებისათვის