

# Statistik för kognitiv neurovetenskap: Vissa grundbegrepp

Joel Parthemore

profvöreläsning  
Högskolan i Skövde

23 oktober 2018



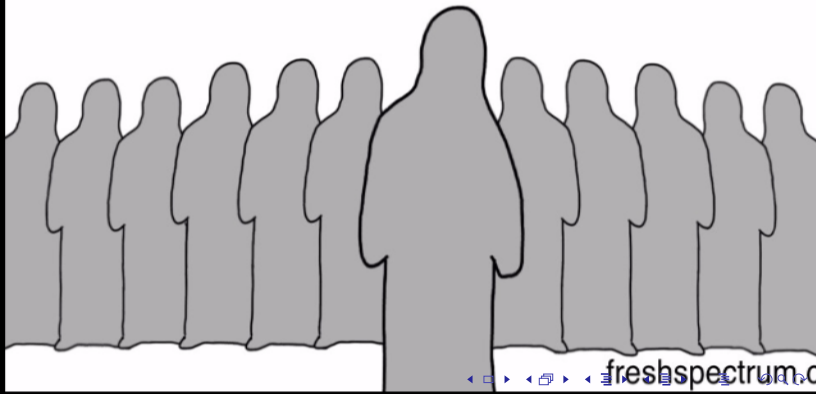
I am what is

The default, the status quo

I am already accepted, can only be rejected

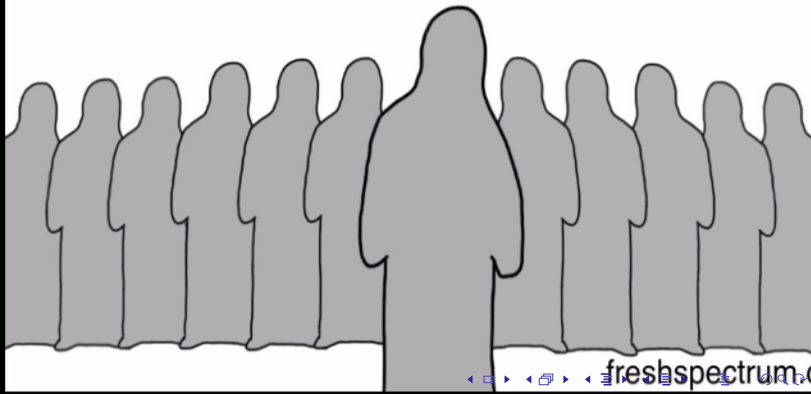
The burden of proof is on the alternative

# I am the null hypothesis



*Om man vill testa en hypotes för att förklara ett visst fenomen (t.ex. genom att visa ett förhållande mellan två variabler) är **nollhypotesen** motsatsen till hypotesen: d.v.s. förutsägelsen att man inte skulle hitta något sådant resultat.*

# I am the null hypothesis



## definition

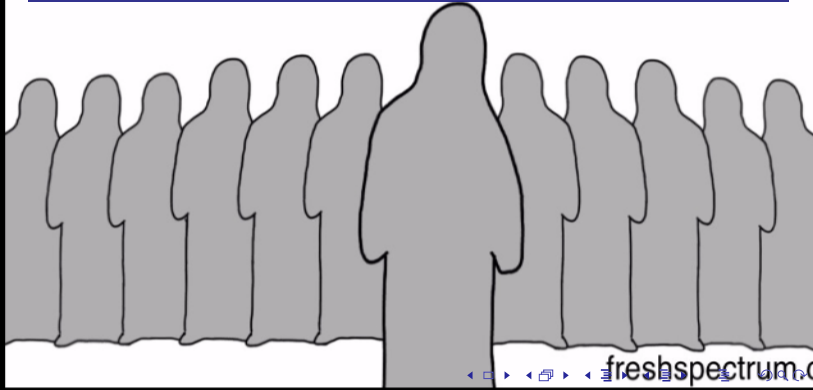
I am what is

*Om man vill testa en hypotes för att förklara ett visst fenomen (t.ex. genom att visa ett förhållande mellan två variabler) är **nollhypotesen** motsatsen till hypotesen: d.v.s. förutsägelsen att man inte skulle hitta något sådant resultat.*

# I am the null hypothesis

## följdsats

*Eventuella skillnader beror på (eller kan förklaras av) slumpen.*



definition

I am what is

*Om man vill testa en hypotes för att förklara ett visst fenomen (t.ex. genom att visa ett förhållande mellan två variabler) är **nollhypotesen** motsatsen till hypotesen: d.v.s. förutsägelsen att man inte skulle hitta något sådant resultat.*

I am the null hypothesis

följdsats

*Eventuella skillnader beror på (eller kan förklaras av) slumpen.*

Nollhypotesen är en slags *reductio ad absurdum*-argument.

## definition

I am what is

Om man vill testa en hypotes för att förklara ett visst fenomen (t.ex. genom att visa ett förhållande mellan två variabler) är **nollhypotesen** motsatsen till hypotesen: d.v.s. förutsägelsen att man inte skulle hitta något sådant resultat.

# I am the null hypothesis

## följdsats

Eventuella skillnader beror på (eller kan förklaras av) slumpen.

Nollhypotesen är en slags *reductio ad absurdum*-argument.

## exempel

**Hypotesen:** barn som inte får tillräckligt med sömn blir överviktiga jämfört med de som får tillräckligt med sömn.

## definition

I am what is

Om man vill testa en hypotes för att förklara ett visst fenomen (t.ex. genom att visa ett förhållande mellan två variabler) är **nollhypotesen** motsatsen till hypotesen: d.v.s. förutsägelsen att man inte skulle hitta något sådant resultat.

# I am the null hypothesis

## följdsats

Eventuella skillnader beror på (eller kan förklaras av) slumpen.

Nollhypotesen är en slags *reductio ad absurdum*-argument.

## exempel

**Hypotesen:** barn som inte får tillräckligt med sömn blir överviktiga jämfört med de som får tillräckligt med sömn.

## definition

I am what is

Om man vill testa en hypotes för att förklara ett visst fenomen (t.ex. genom att visa ett förhållande mellan två variabler) är **nollhypotesen** motsatsen till hypotesen: d.v.s. förutsägelsen att man inte skulle hitta något sådant resultat.

# I am the null hypothesis

## följdsats

Eventuella skillnader beror på (eller kan förklaras av) slumpen.

Nollhypotesen är en slags *reductio ad absurdum*-argument.

## exempel

**Hypotesen:** barn som inte får tillräckligt med sömn blir överviktiga jämfört med de som får tillräckligt med sömn.

**Nollhypotesen:** barn som inte får tillräckligt med sömn skiljer sig inte i fetma jämfört med de som får tillräckligt med sömn.



# p-värde

Statistik

Joel Parthemore

## definition

*Sannolikheten att resultaten skulle vara lika med eller mer extrema än de observerade värden om en hypotes – oftast nollhypotesen – är sant.*

## definition

*Sannolikheten att resultaten skulle vara lika med eller mer extrema än de observerade värden om en hypotes – oftast nollhypotesen – är sant.*

## följdsats

*Ju mindre p-värdet desto större är det statistiska inkompatibilitetet för dessa data med nollhypotesen – så länge som de underliggande antagandena som användes för att beräkna p-värdet är giltiga.*

## definition

*Sannolikheten att resultaten skulle vara lika med eller mer extrema än de observerade värden om en hypotes – oftast nollhypotesen – är sant.*

## följdsats

*Ju mindre p-värdet desto större är det statistiska inkompatibilitet för dessa data med nollhypotesen – så länge som de underliggande antagandena som användes för att beräkna p-värdet är giltiga.*

- ▶ Baserad på skillnaden mellan resultatet som man skulle förvänta sig om nollhypotesen var sann och resultatet vad som man faktiskt fick.

## definition

*Sannolikheten att resultaten skulle vara lika med eller mer extrema än de observerade värden om en hypotes – oftast nollhypotesen – är sant.*

## följdsats

*Ju mindre p-värdet desto större är det statistiska inkompatibilitet för dessa data med nollhypotesen – så länge som de underliggande antagandena som användes för att beräkna p-värdet är giltiga.*

- ▶ Baserad på skillnaden mellan resultatet som man skulle förvänta sig om nollhypotesen var sann och resultatet vad som man faktiskt fick.
- ▶ Typiskt tilldelas värdet 0,05 (eller 0,01).

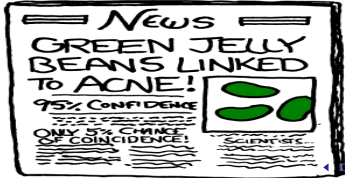
## definition

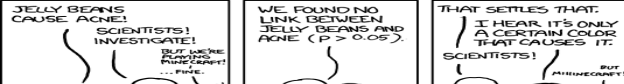
*Sannolikheten att resultaten skulle vara lika med eller mer extrema än de observerade värden om en hypotes – oftast nollhypotesen – är sant.*

## följdsats

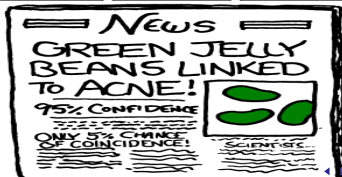
*Ju mindre p-värdet desto större är det statistiska inkompatibilitet för dessa data med nollhypotesen – så länge som de underliggande antagandena som användes för att beräkna p-värdet är giltiga.*

- ▶ Baserad på skillnaden mellan resultatet som man skulle förvänta sig om nollhypotesen var sann och resultatet vad som man faktiskt fick.
- ▶ Typiskt tilldelas värdet 0,05 (eller 0,01).
- ▶ Då säger man ofta att resultatet är statistiskt säkerställt – ett uttryck som kan dölja en mångfald synder!





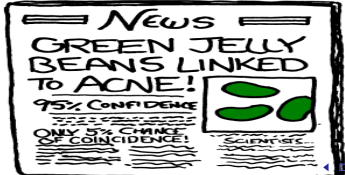
"När en forskare väljer vilka statistiskt baserade resultat ska presenteras kan en hållbar tolkning av resultaten allvarligt äventyras om läsaren inte informeras om hur valet gjordes och varför."

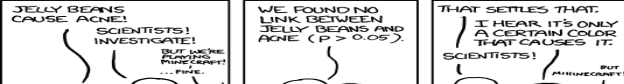






"När en forskare väljer vilka statistiskt baserade resultat ska presenteras kan en hållbar tolkning av resultaten allvarligt äventyras om läsaren inte informeras om hur valet gjordes och varför."

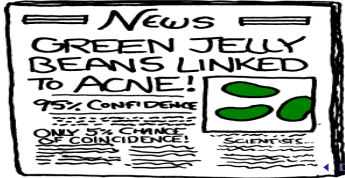


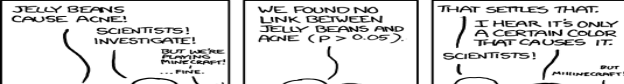


"När en forskare väljer vilka statistiskt baserade resultat ska presenteras kan en hållbar tolkning av resultaten allvarligt äventyras om läsaren inte informeras om hur valet gjordes och varför."



p-hacking - data dredging - "fishing expedition"

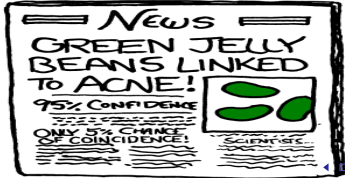




"När en forskare väljer vilka statistiskt baserade resultat ska presenteras kan en hållbar tolkning av resultaten allvarligt äventyras om läsaren inte informeras om hur valet gjordes och varför."



p-hacking - data dredging - "fishing expedition"





"När en forskare väljer vilka statistiskt baserade resultat ska presenteras kan en hållbar tolkning av resultaten allvarligt äventyras om läsaren inte informeras om hur valet gjordes och varför."



p-hacking - data dredging - "fishing expedition"

definition

När man letar igenom data och gör många olika statistiska tester och prover många olika hypoteser för att upptäcka vilka mönster som finns.



# fler problem

Statistik

Joel Parthemore

# fler problem

- ▶  $p$ -värdet är inte felfrekvensen! (d.v.s. sannolikheten att göra en s.k. *typ 1 fel*)

# fler problem

- ▶  $p$ -värdet är inte felfrekvensen! (d.v.s. sannolikheten att göra en s.k. *typ 1 fel*)

definition

*Sannolikheten att felaktigt förkasta en sann nollhypotes.*

# fler problem

- ▶  $p$ -värdet är inte felfrekvensen! (d.v.s. sannolikheten att göra en s.k. *typ 1 fel*)

## definition

*Sannolikheten att felaktigt förkasta en sann nollhypotes.*

$p$ -värde	felfrekvensen
0,05	23% eller högre (typiskt nära 50%)
0,01	7% (typiskt nära 15%)



# fler problem

- ▶  $p$ -värdet är inte felfrekvensen! (d.v.s. sannolikheten att göra en s.k. *typ 1 fel*)

## definition

*Sannolikheten att felaktigt förkasta en sann nollhypotes.*

$p$ -värde	felfrekvensen
0,05	23% eller högre (typiskt nära 50%)
0,01	7% (typiskt nära 15%)

- ▶ Factorer:

# fler problem

- ▶  $p$ -värdet är inte felfrekvensen! (d.v.s. sannolikheten att göra en s.k. *typ 1 fel*)

## definition

*Sannolikheten att felaktigt förkasta en sann nollhypotes.*

$p$ -värde	felfrekvensen
0,05	23% eller högre (typiskt nära 50%)
0,01	7% (typiskt nära 15%)

- ▶ Factorer:
  - ▶ Vad är den tidigare sannolikheten av den alternativa hypotesen.

# fler problem

- ▶  $p$ -värdet är inte felfrekvensen! (d.v.s. sannolikheten att göra en s.k. *typ 1 fel*)

## definition

*Sannolikheten att felaktigt förkasta en sann nollhypotes.*

$p$ -värde	felfrekvensen
0,05	23% eller högre (typiskt nära 50%)
0,01	7% (typiskt nära 15%)

- ▶ Factorer:
  - ▶ Vad är den tidigare sannolikheten av den alternativa hypotesen.
  - ▶ Hur väl studien mäter vad den har för avsikt att mäta.

# fler problem

- ▶  $p$ -värdet är inte felfrekvensen! (d.v.s. sannolikheten att göra en s.k. *typ 1 fel*)

## definition

*Sannolikheten att felaktigt förkasta en sann nollhypotes.*

$p$ -värde	felfrekvensen
0,05	23% eller högre (typiskt nära 50%)
0,01	7% (typiskt nära 15%)

- ▶ Factorer:
  - ▶ Vad är den tidigare sannolikheten av den alternativa hypotesen.
  - ▶ Hur väl studien mäter vad den har för avsikt att mäta.
  - ▶ Hur representativt och hur stort urvalet är.

# fler problem

- ▶  $p$ -värdet är inte felfrekvensen! (d.v.s. sannolikheten att göra en s.k. *typ 1 fel*)

## definition

*Sannolikheten att felaktigt förkasta en sann nollhypotes.*

$p$ -värde	felfrekvensen
0,05	23% eller högre (typiskt nära 50%)
0,01	7% (typiskt nära 15%)

- ▶ Factorer:
  - ▶ Vad är den tidigare sannolikheten av den alternativa hypotesen.
  - ▶ Hur väl studien mäter vad den har för avsikt att mäta.
  - ▶ Hur representativt och hur stort urvalet är.
- ▶ Lösningar:

# fler problem

- ▶  $p$ -värdet är inte felfrekvensen! (d.v.s. sannolikheten att göra en s.k. *typ 1 fel*)

## definition

*Sannolikheten att felaktigt förkasta en sann nollhypotes.*

$p$ -värde	felfrekvensen
0,05	23% eller högre (typiskt nära 50%)
0,01	7% (typiskt nära 15%)

- ▶ Factorer:
  - ▶ Vad är den tidigare sannolikheten av den alternativa hypotesen.
  - ▶ Hur väl studien mäter vad den har för avsikt att mäta.
  - ▶ Hur representativt och hur stort urvalet är.
- ▶ Lösningar:
  - ▶ Undvika  $p$ -värdet helt och hållet.

# fler problem

- ▶  $p$ -värdet är inte felfrekvensen! (d.v.s. sannolikheten att göra en s.k. *typ 1 fel*)

## definition

*Sannolikheten att felaktigt förkasta en sann nollhypotes.*

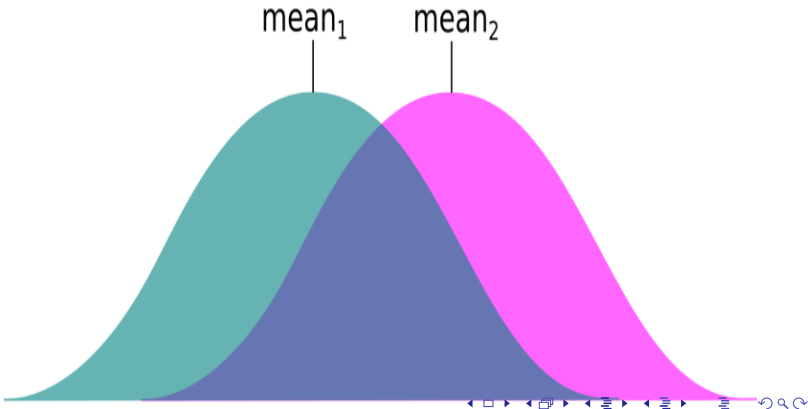
$p$ -värde	felfrekvensen
0,05	23% eller högre (typiskt nära 50%)
0,01	7% (typiskt nära 15%)

- ▶ Factorer:
  - ▶ Vad är den tidigare sannolikheten av den alternativa hypotesen.
  - ▶ Hur väl studien mäter vad den har för avsikt att mäta.
  - ▶ Hur representativt och hur stort urvalet är.
- ▶ Lösningar:
  - ▶ Undvika  $p$ -värdet helt och hållet.
  - ▶ Inkludera andra statistiska mått.

# effektstorlek

**effect size**  
[mean<sub>2</sub> - mean<sub>1</sub>]

control  
treatment





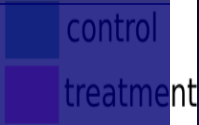
# effektstorlek

definition

Ett av flera mått inte på sannolikheten men på omfattningen av en viss fenomen.

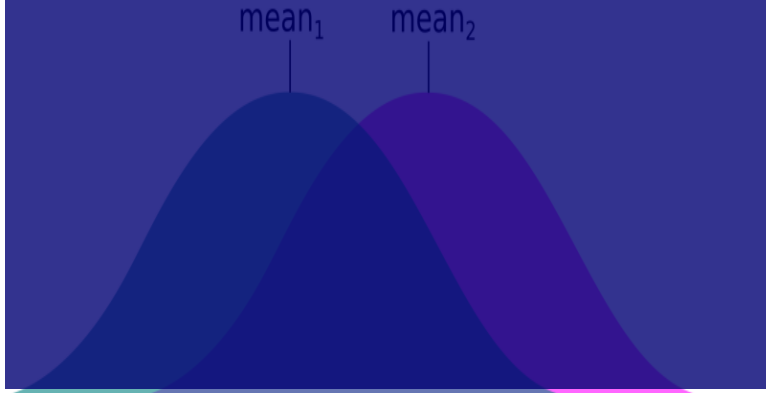
effect size

[ $mean_2 - mean_1$ ]



$mean_1$

$mean_2$



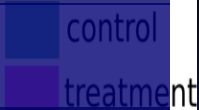
# effektstorlek

definition

Ett av flera mått inte på sannolikheten men på omfattningen av en viss fenomen.

effect size

[ $mean_2 - mean_1$ ]



$mean_1$

$mean_2$

# effektstorlek

## definition

Ett av flera mått inte på sannolikheten men på omfattningen av en viss fenomen.

- ▶ Hur stor är skillnaderna mellan två grupper av värden jämfört med skillnaderna inom den totala populationen från vilken urvalen tas – oavsett hur stora grupperna är (s.k. standardiserad medelskillnad).

# effektstorlek

## definition

Ett av flera mått inte på sannolikheten men på omfattningen av en viss fenomen.

- ▶ Hur stor är skillnaderna mellan två grupper av värden jämfört med skillnaderna inom den totala populationen från vilken urvalen tas – oavsett hur stora grupperna är (s.k. standardiserad medelskillnad).
  - ▶ Hur stor är överlappningen mellan grupperna?

# effektstorlek

## definition

Ett av flera mått inte på sannolikheten men på omfattningen av en viss fenomen.

- ▶ Hur stor är skillnaderna mellan två grupper av värden jämfört med skillnaderna inom den totala populationen från vilken urvalen tas – oavsett hur stora grupperna är (s.k. standardiserad medelskillnad).
  - ▶ Hur stor är överlappningen mellan grupperna?
  - ▶ Ju större effektstorleken desto större är sannolikheten att man kan säga vilken grupp ett slumpmässigt valt värde kom ifrån.

## definition

Ett av flera mått inte på sannolikheten men på omfattningen av en viss fenomen.

- ▶ Hur stor är skillnaderna mellan två grupper av värden jämfört med skillnaderna inom den totala populationen från vilken urvalen tas – oavsett hur stora grupperna är (s.k. standardiserad medelskillnad).
  - ▶ Hur stor är överlappningen mellan grupperna?
  - ▶ Ju större effektstorleken desto större är sannolikheten att man kan säga vilken grupp ett slumpmässigt valt värde kom ifrån.
- ▶ Hur mycket variansen i en variabel (d.v.s. ett värde) beror på variansen i en annan (determinationskoefficient).

# konfidensintervall (marginal för fel)

Statistik

Joel Parthemore

# konfidensintervall (marginal för fel)

- ▶ En stor effekt är inte så imponerande om urvalets storlek är relativt liten. Därför...



# konfidensintervall (marginal för fel)

- ▶ En stor effekt är inte så imponerande om urvalets storlek är relativt liten. Därför...

## definition

*En typ av intervallsuppskattning där en specificerad frekvens (typiskt 95% eller 99%) av liknande uppskattningar innehåller det sanna populationsmedelvärdet givet de egenskaper som det erhållna stickprovsmedelvärdet har.*

# konfidensintervall (marginal för fel)

- ▶ En stor effekt är inte så imponerande om urvalets storlek är relativt liten. Därför...

## definition

*En typ av intervallsuppskattning där en specificerad frekvens (typiskt 95% eller 99%) av liknande uppskattningar innehåller det sanna populationsmedelvärdet givet de egenskaper som det erhållna stickprovsmedelvärdet har.*

## följdsats

*Det finns en viss sannolikhet att det beräknade intervallet **från något framtida experiment** innehåller det sanna värdet.*

# konfidensintervall (marginal för fel)

- ▶ En stor effekt är inte så imponerande om urvalets storlek är relativt liten. Därför...

## definition

*En typ av intervallsuppskattning där en specificerad frekvens (typiskt 95% eller 99%) av liknande uppskattningar innehåller det sanna populationsmedelvärdet givet de egenskaper som det erhållna stickprovsmedelvärdet har.*

## följdsats

*Det finns en viss sannolikhet att det beräknade intervallet **från något framtida experiment** innehåller det sanna värdet.*

# konfidensintervall (marginal för fel)

- ▶ En stor effekt är inte så imponerande om urvalets storlek är relativt liten. Därför...

## definition

*En typ av intervallsuppskattning där en specificerad frekvens (typiskt 95% eller 99%) av liknande uppskattningar innehåller det sanna populationsmedelvärdet givet de egenskaper som det erhållna stickprovsmedelvärdet har.*

## följdsats

*Det finns en viss sannolikhet att det beräknade intervallet **från något framtida experiment** innehåller det sanna värdet.*

## följdsats

*Om proceduren upprepades på flera urval skulle andelen beräknade intervaller som innehåller det sanna värdet tendera mot denna procentsats.*

# konfidensintervall (marginal för fel)

- ▶ En stor effekt är inte så imponerande om urvalets storlek är relativt liten. Därför...

## definition

*En typ av intervallsuppskattning där en specificerad frekvens (typiskt 95% eller 99%) av liknande uppskattningar innehåller det sanna populationsmedelvärdet givet de egenskaper som det erhållna stickprovsmedelvärdet har.*

## följdsats

*Det finns en viss sannolikhet att det beräknade intervallet **från något framtida experiment** innehåller det sanna värdet.*

## följdsats

*Om proceduren upprepades på flera urval skulle andelen beräknade intervaller som innehåller det sanna värdet tendera mot denna procentsats.*

1. Antag att det beräknade värdet är rätt. Det blir intervallets mittpunkt.

# konfidensintervall (marginal för fel)

- ▶ En stor effekt är inte så imponerande om urvalets storlek är relativt liten. Därför...

## definition

*En typ av intervallsuppskattning där en specificerad frekvens (typiskt 95% eller 99%) av liknande uppskattningar innehåller det sanna populationsmedelvärdet givet de egenskaper som det erhållna stickprovsmedelvärdet har.*

## följdsats

*Det finns en viss sannolikhet att det beräknade intervallet **från något framtida experiment** innehåller det sanna värdet.*

## följdsats

*Om proceduren upprepades på flera urval skulle andelen beräknade intervaller som innehåller det sanna värdet tendera mot denna procentsats.*

1. Antag att det beräknade värdet är rätt. Det blir intervallets mittpunkt.
2. Beräkna variansen som man skulle förvänta om man upprepade gånger tog nya urval av samma storlek. På så sätt bestämmer man intervallets övre och nedre gränser.

# konfidensintervall (marginal för fel)

- ▶ En stor effekt är inte så imponerande om urvalets storlek är relativt liten. Därför...

## definition

*En typ av intervallsuppskattning där en specificerad frekvens (typiskt 95% eller 99%) av liknande uppskattningar innehåller det sanna populationsmedelvärdet givet de egenskaper som det erhållna stickprovsmedelvärdet har.*

## följdsats

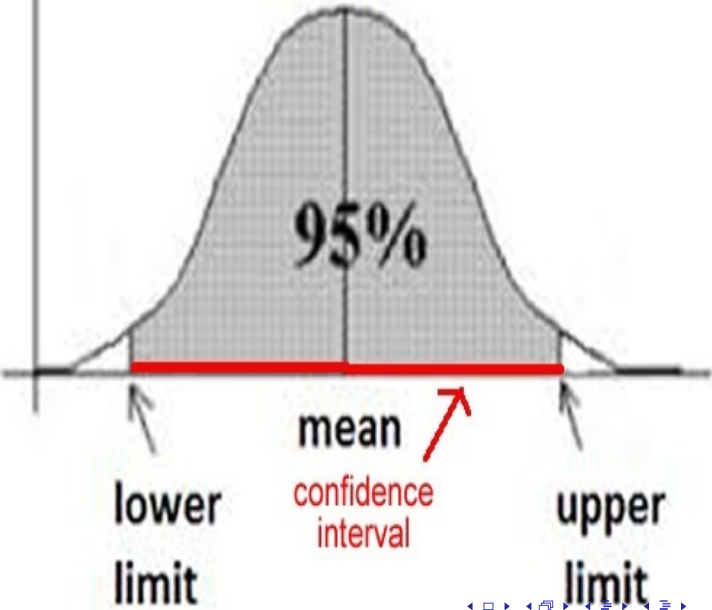
*Det finns en viss sannolikhet att det beräknade intervallet **från något framtida experiment** innehåller det sanna värdet.*

## följdsats

*Om proceduren upprepades på flera urval skulle andelen beräknade intervaller som innehåller det sanna värdet tendera mot denna procentsats.*

1. Antag att det beräknade värdet är rätt. Det blir intervallets mittpunkt.
2. Beräkna variansen som man skulle förvänta om man upprepade gånger tog nya urval av samma storlek. På så sätt bestämmer man intervallets övre och nedre gränser.
3. Om det är möjligt då upprepa processen med nya urval.

95 % confidence level





95 % confidence level

95%

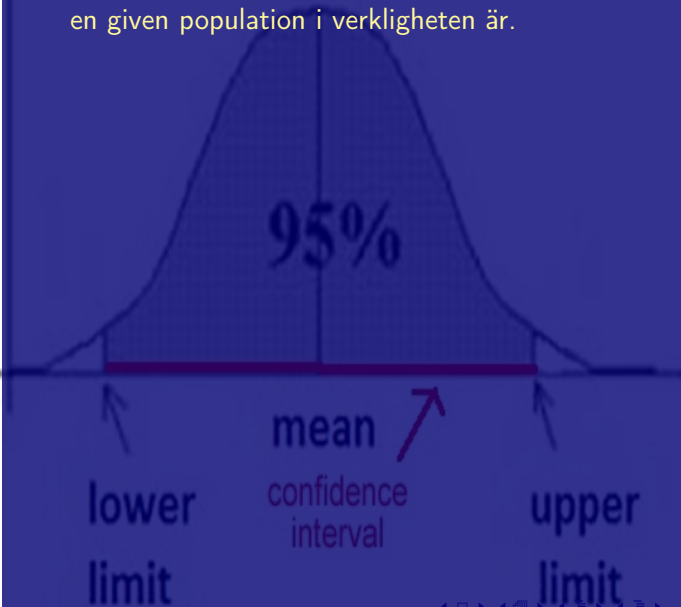
mean

confidence interval

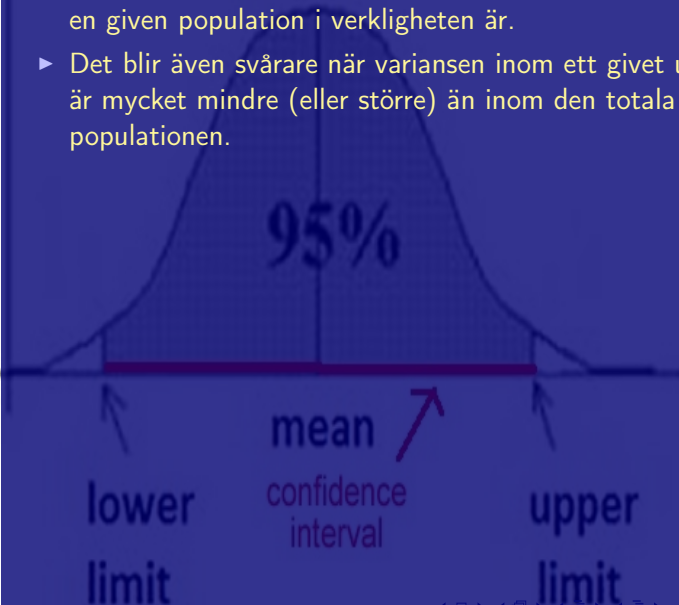
lower limit

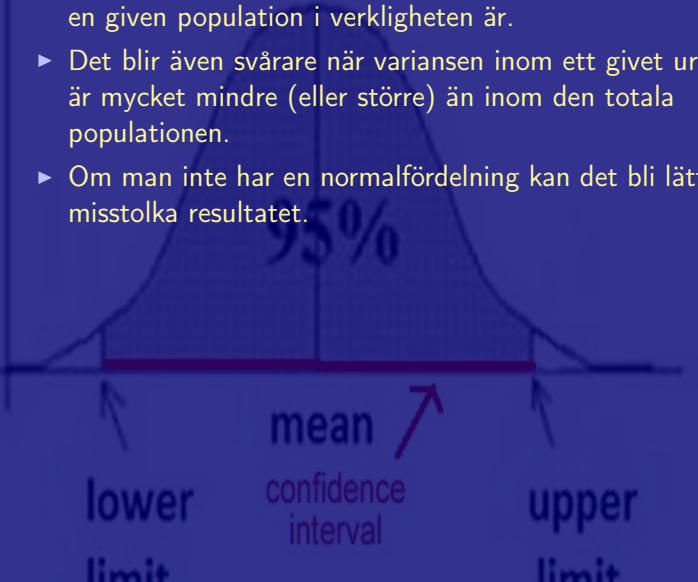
upper limit

- 95 % confidence level
- ▶ Det är generellt svårt att uppskatta vad variansen inom en given population i verkligheten är.



- 95 % confidence level
- ▶ Det är generellt svårt att uppskatta vad variansen inom en given population i verkligheten är.
  - ▶ Det blir även svårare när variansen inom ett givet urval är mycket mindre (eller större) än inom den totala populationen.



- 95 % confidence level
- ▶ Det är generellt svårt att uppskatta vad variansen inom en given population i verkligheten är.
  - ▶ Det blir även svårare när variansen inom ett givet urval är mycket mindre (eller större) än inom den totala populationen.
  - ▶ Om man inte har en normalfördelning kan det bli lätt att misstolka resultatet.
- 

- 95 % confidence level
- ▶ Det är generellt svårt att uppskatta vad variansen inom en given population i verkligheten är.
  - ▶ Det blir även svårare när variansen inom ett givet urval är mycket mindre (eller större) än inom den totala populationen.
  - ▶ Om man inte har en normalfördelning kan det bli lätt att misstolka resultatet.
  - ▶ Å ena sidan, finns det en viss sannolikhet vid tolkning från en enda studie att den beräknade effektstorleken är fel: d.v.s. att det sanna (medel)värdet ligger utanför konfidsintervallet.
- 

lower  
limit

mean  
confidence  
interval

upper  
limit

- 95 % confidence level
- ▶ Det är generellt svårt att uppskatta vad variansen inom en given population i verkligheten är.
  - ▶ Det blir även svårare när variansen inom ett givet urval är mycket mindre (eller större) än inom den totala populationen.
  - ▶ Om man inte har en normalfördelning kan det bli lätt att misstolka resultatet.
  - ▶ Å ena sidan, finns det en viss sannolikhet vid tolkning från en enda studie att den beräknade effektstorleken är fel: d.v.s. att det sanna (medel)värdet ligger utanför konfidensintervallet.
  - ▶ Å andra sidan, finns det ofta en "inbyggd" bias till beräkningen som kan multipliceras när man gör metastudier.
- mean  
confidence interval  
lower limit  
upper limit

- ▶ Det är generellt svårt att uppskatta vad variansen inom en given population i verkligheten är.
- ▶ Det blir även svårare när variansen inom ett givet urval är mycket mindre (eller större) än inom den totala populationen.
- ▶ Om man inte har en normalfördelning kan det bli lätt att misstolka resultatet.
- ▶ Å ena sidan, finns det en viss sannolikhet vid tolkning från en enda studie att den beräknade effektstorleken är fel: d.v.s. att det sanna (medel)värdet ligger utanför konfidensintervallet.
- ▶ Å andra sidan, finns det ofta en "inbyggd" bias till beräkningen som kan multipliceras när man gör metastudier.
- ▶ Precis som vid beräkning av  $p$ -värdet är resultatet bara lika bra som de underliggande mätningarnas tillförlitlighet.

# slutsatser

Statistik

Joel Parthemore



- ▶  $p$ -värdet på egen hand berättar läsaren nästan ingenting.

- ▶  $p$ -värdet på egen hand berättar läsaren nästan ingenting.
- ▶ Även om nollhypotesen är falsk är det väldigt ofta inte alls klart vilken alternativ hypotes är sann!

- ▶  $p$ -värdet på egen hand berättar läsaren nästan ingenting.
- ▶ Även om nollhypotesen är falsk är det väldigt ofta inte alls klart vilken alternativ hypotes är sann!
  - ▶ Det finns nästan alltid flera olika sätt att tolka samma resultat.

- ▶  $p$ -värdet på egen hand berättar läsaren nästan ingenting.
- ▶ Även om nollhypotesen är falsk är det väldigt ofta inte alls klart vilken alternativ hypotes är sann!
  - ▶ Det finns nästan alltid flera olika sätt att tolka samma resultat.
  - ▶ För att stödja en viss slutsats, hjälper det att använda sig av flera olika statistiska mått som belyser resultaten på olika sätt.

- ▶  $p$ -värdet på egen hand berättar läsaren nästan ingenting.
- ▶ Även om nollhypotesen är falsk är det väldigt ofta inte alls klart vilken alternativ hypotes är sann!
  - ▶ Det finns nästan alltid flera olika sätt att tolka samma resultat.
  - ▶ För att stödja en viss slutsats, hjälper det att använda sig av flera olika statistiska mått som belyser resultaten på olika sätt.
- ▶ När det är möjligt bör rådata göras tillgängliga så att andra kan göra egna analyser.

- ▶  $p$ -värdet på egen hand berättar läsaren nästan ingenting.
- ▶ Även om nollhypotesen är falsk är det väldigt ofta inte alls klart vilken alternativ hypotes är sann!
  - ▶ Det finns nästan alltid flera olika sätt att tolka samma resultat.
  - ▶ För att stödja en viss slutsats, hjälper det att använda sig av flera olika statistiska mått som belyser resultaten på olika sätt.
- ▶ När det är möjligt bör rådata göras tillgängliga så att andra kan göra egna analyser.
- ▶ Forskare som inte är statistiker gör många misstag, men...

- ▶  $p$ -värdet på egen hand berättar läsaren nästan ingenting.
- ▶ Även om nollhypotesen är falsk är det väldigt ofta inte alls klart vilken alternativ hypotes är sann!
  - ▶ Det finns nästan alltid flera olika sätt att tolka samma resultat.
  - ▶ För att stödja en viss slutsats, hjälper det att använda sig av flera olika statistiska mått som belyser resultaten på olika sätt.
- ▶ När det är möjligt bör rådata göras tillgängliga så att andra kan göra egna analyser.
- ▶ Forskare som inte är statistiker gör många misstag, men. . .
- ▶ Kompetenta, utbildade statistiker gör också misstag! Det hjälper alltid att få en andra åsikt.