STATISTIEK & EXCEL
LES 6: SIGNIFICANTIE

HERHALING LES 5

We willen het gemiddelde antilichaamtiter bepalen in het bloed van ex-coronapatiënten en we doen een steekproef (N = 5). Met de steekproef vinden we een gemiddelde van 12 mM en een standaarddeviatie van 2,2 mM.

Bereken het 95% betrouwbaarheidsinterval.

a) 9 – 15

b) 10 – 12

c) 9,3 – 14,7

Aantal vrijheidsgraden	t	Aantal vrijheidsgraden	t	Aantal vrijheidsgraden	t
1	12,706	***16***	2,120	***31***	2,040
2	4,303	***17***	2,110	***32***	2,0367
3	3,182	***18***	2,101	***33***	2,035
4	2,776	***19***	2,093	***34***	2,032
5	2,571	***20***	2,086	***35***	2,030
6	2,447	***21***	2,080	***36***	2,028
7	2,365	***22***	2,074	***37***	2,026
8	2,306	***23***	2,069	***38***	2,024
9	2,262	***24***	2,064	***39***	2,023
10	2,228	***25***	2,060	***40***	2,021
11	2,201	***26***	2,056	***41***	2,020
12	2,179	***27***	2,052	***42***	2,018
13	2,160	***28***	2,048	***43***	2,017
14	2,145	***29***	2,045	***44***	2,015
15	2,131	***30***	2,042	***45***	2,014

HERHALING LES 5

We willen het gemiddelde antilichaamtiter bepalen in het bloed van ex-coronapatiënten en we doen een steekproef (N = 5). Met de steekproef vinden we een gemiddelde van 12 mM en een standaarddeviatie van 2,2 mM.

Bereken het 95% betrouwbaarheidsinterval.

a) **9 – 15**

b) 10 – 12

c) 9,3 – 14,7

HERHALING LES 5

We willen het gemiddelde antilichaamtiter bepalen in het bloed van ex-coronapatiënten en we doen een steekproef (N = 70). Met de steekproef vinden we een gemiddelde van 14 mM en een standaard-deviatie van 1,6 mM.

Bereken het 95% betrouwbaarheidsinterval.

a) 13,6 – 14,4

b) 13,4 – 14,6

c) 13,0 – 15,0

HERHALING LES 5

We willen het gemiddelde antilichaamtiter bepalen in het bloed van ex-coronapatiënten en we doen een steekproef (N = 70). Met de steekproef vinden we een gemiddelde van 14 mM en een standaard-deviatie van 1,6 mM.

Bereken het 95% betrouwbaarheidsinterval.

a) **13,6 – 14,4**

b) 13,4 – 14,6

c) 13,0 – 15,0

INHOUD LES 6

- Hoe kun je verschilvragen beantwoorden?
- One-sample t-toets
- Eenzijdig versus tweezijdig toetsen

HOE KUN JE VERSCHILVRAGEN BEANTWOORDEN?

OPTIE 1 – MET HET 95% BETROUWBAARHEIDSINTERVAL

Voorbeeld

De meting van diastolische bloeddruk bij een groep mensen in Groningen levert een 95% betrouwbaarheidsinterval op van 89 $\pm$ 1 mmHg.
We weten dat het populatiegemiddelde in Utrecht 87 mmHg is.

Wat kunnen we zeggen?

- Het populatiegemiddelde in Groningen ligt met 95% zekerheid tussen de 88 en 90 mmHg.
- Het populatiegemiddelde wijkt hiermee **significant** af van het gemiddelde in Utrecht (want dat valt buiten het 95% betrouwbaarheidsinterval).

VRAAG 1

Een machine die flesjes vult zou afgesteld moeten staan op een eindvolume van 500 mL. We doen een steekproef ($N = 20$) om te bepalen of dit inderdaad het geval is. We vinden een gemiddelde van 495 mL met een standaarddeviatie van 5 mL.

Het 95% Betrouwbaarheidsinterval is 495 ± 2

Bevatten de flesjes significant minder dan 500 mL?

a) Nee, want de 500 mL ligt buiten het 95% BI

b) Nee, want de 500 mL ligt binnen het 95% BI

c) Ja, want de 500 mL ligt buiten het 95% BI

d) Ja, want de 500 mL ligt binnen het 95% BI

Aantal vrijheidsgraden	*t*	*Aantal vrijheidsgraden*	*t*	*Aantal vrijheidsgraden*	*t*
1	12,706	***16***	2,120	***31***	2,040
2	4,303	***17***	2,110	***32***	2,0367
3	3,182	***18***	2,101	***33***	2,035
4	2,776	***19***	$\boxed{2{,}093}$	***34***	2,032
5	2,571	***20***	2,086	***35***	2,030
6	2,447	***21***	2,080	***36***	2,028
7	2,365	***22***	2,074	***37***	2,026
8	2,306	***23***	2,069	***38***	2,024
9	2,262	***24***	2,064	***39***	2,023
10	2,228	***25***	2,060	***40***	2,021
11	2,201	***26***	2,056	***41***	2,020
12	2,179	***27***	2,052	***42***	2,018
13	2,160	***28***	2,048	***43***	2,017
14	2,145	***29***	2,045	***44***	2,015
15	2,131	***30***	2,042	***45***	2,014

VRAAG 1

Een machine die flesjes vult zou afgesteld moeten staan op een eindvolume van 500 mL. We doen een steekproef (N = 20) om te bepalen of dit inderdaad het geval is. We vinden een gemiddelde van 495 mL met een standaarddeviatie van 5 mL.

Het 95% Betrouwbaarheidsinterval is 495 $\pm$ 2

Bevatten de flesjes significant minder dan 500 mL?

a) Nee, want de 500 mL ligt buiten het 95% BI

b) Nee, want de 500 mL ligt binnen het 95% BI

c) Ja, want de 500 mL ligt buiten het 95% BI

d) Ja, want de 500 mL ligt binnen het 95% BI

HOE KUN JE VERSCHILVRAGEN BEANTWOORDEN?

OPTIE 2 – MET EEN NULHYPOTHESETEST

- Een nulhypothesetest is gebaseerd op een **nulhypothese (H0)**. De nulhypothese gaat ervan uit dat er géén verschil is.
- Het tegenovergestelde van de nulhypothese is de **alternatieve hypothese (H1)**. Deze hypothese gaat ervan uit dat er wél een verschil is.

Voorbeeld

We willen onderzoeken of er een verschil is in de diastolische bloeddruk tussen mensen in Groningen en mensen in Utrecht.

De nulhypothese is dan: *"Er is géén verschil in de diastolische bloeddruk tussen mensen in Groningen en mensen in Utrecht."*

VRAAG 2

Je wilt onderzoeken of er een verschil is in reistijd naar de Hogeschool tussen Life Sciences studenten en Chemie studenten.

Stel een nulhypothese (H0) en een alternatieve hypothese (H1) op.

VRAAG 2

Je wilt onderzoeken of er een verschil is in reistijd naar de Hogeschool tussen Life Sciences studenten en Chemie studenten.

Stel een nulhypothese (H0) en een alternatieve hypothese (H1) op.

H0: Er is **geen verschil** in reistijd tussen Life Sciences en Chemie studenten

H1: Er is **een verschil** in reistijd tussen Life Sciences en Chemie studenten

Wel / niet verschil

In wat

Tussen wat

ONE-SAMPLE T-TOETS

- Je gebruikt deze test als je wilt onderzoeken of er een verschil is tussen je steekproef (eigen metingen) en een bekend populatiegemiddelde (geen eigen meting).

Voorbeeld

We willen onderzoeken of er een verschil is in de diastolische bloeddruk tussen mensen in Groningen en een al bekende gemiddelde bloeddruk van mensen in Utrecht.

- We meten bloeddruk van de mensen in Groningen (eigen metingen/steekproef)
- populatiegemiddelde van Utrecht bekend.
- We kunnen dus een one-sample t-test uitvoeren.

ONE-SAMPLE T-TOETS

- De one-sample t-toets kun je uitvoeren in Excel. Dit levert een **p-waarde** op. Als de p-waarde erg klein is, dan kunnen we aannemen dat de nulhypothese niet klopt.
- Maar hoe klein is erg klein? Vaak verwerpen we de nulhypothese als **p-waarde < 0.05** is. Die grenswaarde van 0,05 noemen we ook wel **alfa:** $\boldsymbol{\alpha = 0,05}$**.**

Uitkomst t-toets	Wat doen we met H0?	Wat doen we met H1?	Conclusie
p-waarde $<$ 0,05	H0 wordt verworpen	H1 wordt aangenomen	Er is **een statistisch significant verschil …**
p-waarde $\geq$ 0,05	H0 wordt aangenomen	H1 wordt verworpen	Er is **geen statistisch significant verschil …**

- **p-waarde =** kans op je data als de nulhypothese zou kloppen
  - → kans heel klein? Dan klopt die nulhypothese waarschijnlijk niet
  - → kans >5% ? Nulhypothese is aannemelijk genoeg om te houden

ONE-SAMPLE T-TOETS

- **LET OP!** Je mag de t-toets alleen gebruiken als er sprake is van (ongeveer) normaal verdeelde data en van kwantitatieve data (geen telwaarden of data verdeeld in categorieën).

- **P > of gelijk aan 0.05 → niet significant**
- **P < 0.05 → significant**

VRAAG 3

Een onderzoeker wil weten of er een verschil is in de diastolische bloeddruk tussen mensen in Groningen en mensen in Utrecht. Voor de mensen in Groningen voert hij een steekproef uit (data is normaal verdeeld). Het populatie-gemiddelde voor de mensen in Utrecht is bekend. De onderzoeker voert een one-sample t-toets uit en vindt een p-waarde van 0,04. Er geldt $\alpha = 0{,}05$.

Is er een significant verschil in diastolische bloeddruk tussen mensen in Groningen en mensen in Utrecht?

a) Ja

b) Nee

c) Kun je niet zeggen, want je mag geen t-toets uitvoeren op deze data

VRAAG 3

Een onderzoeker wil weten of er een verschil is in de diastolische bloeddruk tussen mensen in Groningen en mensen in Utrecht. Voor de mensen in Groningen voert hij een steekproef uit (data is normaal verdeeld). Het populatie-gemiddelde voor de mensen in Utrecht is bekend. De onderzoeker voert een one-sample t-toets uit en vindt een p-waarde van 0,04. Er geldt $\alpha = 0{,}05$.

Is er een significant verschil in diastolische bloeddruk tussen mensen in Groningen en mensen in Utrecht?

a) Ja

b) Nee

c) Kun je niet zeggen, want je mag geen t-toets uitvoeren op deze data

VRAAG 4

?

Een onderzoeker wil weten of er een verschil is in de diastolische bloeddruk tussen mensen in Groningen en mensen in Utrecht. Voor de mensen in Groningen voert hij een steekproef uit (data is normaal verdeeld). Het populatie-gemiddelde voor de mensen in Utrecht is bekend. De onderzoeker voert een one-sample t-toets uit en vindt een p-waarde van 0,04. Er geldt $\boldsymbol{\alpha = 0,01}$.

De onderzoeker concludeert dat er geen verschil is in de bloeddruk. Heeft de onderzoeker gelijk?

a) Ja

b) Nee

c) Kun je niet zeggen, want je mag geen t-toets uitvoeren op deze data

VRAAG 4

?

Een onderzoeker wil weten of er een verschil is in de diastolische bloeddruk tussen mensen in Groningen en mensen in Utrecht. Voor de mensen in Groningen voert hij een steekproef uit (data is normaal verdeeld). Het populatie-gemiddelde voor de mensen in Utrecht is bekend. De onderzoeker voert een one-sample t-toets uit en vindt een p-waarde van 0,04. Er geldt $\boldsymbol{\alpha = 0,01}$.

De onderzoeker concludeert dat er geen verschil is in de bloeddruk. Heeft de onderzoeker gelijk?

a) Ja

b) Nee

c) Kun je niet zeggen, want je mag geen t-toets uitvoeren op deze data

VRAAG 5

Een onderzoeker wil weten of er een verschil is in het aantal blikseminslagen per dag tussen Groningen en Utrecht. Voor Groningen worden metingen verricht. Het gemiddelde voor Utrecht is bekend en is 3 blikseminslagen. De onderzoeker voert een one-sample t-toets uit en vindt een p-waarde van 0,04. Er geldt $\alpha = 0{,}05$.

De onderzoeker concludeert dat er een verschil is in het aantal blikseminslagen. Heeft de onderzoeker gelijk?

a) Ja

b) Nee

c) Kun je niet zeggen, want je mag geen t-toets uitvoeren op deze data

VRAAG 5

Een onderzoeker wil weten of er een verschil is in het aantal blikseminslagen per dag tussen Groningen en Utrecht. Voor Groningen worden metingen verricht. Het gemiddelde voor Utrecht is bekend en is 3 blikseminslagen. De onderzoeker voert een one-sample t-toets uit en vindt een p-waarde van 0,04. Er geldt $\alpha = 0{,}05$.

De onderzoeker concludeert dat er een verschil is in het aantal blikseminslagen. Heeft de onderzoeker gelijk?

a) Ja

b) Nee

c) Kun je niet zeggen, want je mag geen t-toets uitvoeren op deze data

EENZIJDIG VERSUS TWEEZIJDIG TOETSEN

- In de praktijk gebruiken we **meestal tweezijdige toetsen.**

Voorbeeld

We willen onderzoeken of er **een verschil** is in de diastolische bloeddruk tussen mensen in Groningen en mensen in Utrecht. We weten niet of de bloeddruk in Groningen hoger of lager is dan in Utrecht, dus we testen tweezijdig.

- Soms verwachten we een duidelijke **richting** van het verschil. In die gevallen gebruiken we **eenzijdige toetsen.**

Voorbeeld

We willen onderzoeken of een groep kinderen **groter is geworden** vergeleken met een jaar eerder. Kinderen groeien, maar krimpen niet, dus we testen eenzijdig.

VRAAG 6

We willen onderzoeken of er een verschil is in alcoholconsumptie tussen studenten tijdens de tentamenweek en studenten tijdens hun vakantie.

Ga je eenzijdig of tweezijdig testen?

a) Eenzijdig
b) Tweezijdig
c) Kun je op basis van deze informatie niet zeggen

VRAAG 6

We willen onderzoeken of er een verschil is in alcoholconsumptie tussen studenten tijdens de tentamenweek en studenten tijdens hun vakantie.

Ga je eenzijdig of tweezijdig testen?

a) Eenzijdig

b) Tweezijdig

c) Kun je op basis van deze informatie niet zeggen

VRAAG 7

We willen onderzoeken of een nieuw medicijn beter werkt dan het oude medicijn.

Ga je eenzijdig of tweezijdig testen?

a) Eenzijdig

b) Tweezijdig

c) Kun je op basis van deze informatie niet zeggen

VRAAG 7

We willen onderzoeken of een nieuw medicijn beter werkt dan het oude medicijn.

Ga je eenzijdig of tweezijdig testen?

a) **Eenzijdig**
b) Tweezijdig
c) Kun je op basis van deze informatie niet zeggen

VRAAG 2

Je wilt onderzoeken of Life Sciences studenten meer cola drinken dan Chemie studenten.

Stel een nulhypothese (H0) en een alternatieve hypothese (H1) op.

VRAAG 2

Je wilt onderzoeken of Life Sciences studenten meer cola drinken dan Chemie studenten.

Stel een nulhypothese (H0) en een alternatieve hypothese (H1) op.

H0: Life Sciences studenten drinken **niet** meer cola drinken dan Chemie studenten. (Dus minder of evenveel)

H1: Life Sciences studenten drinken **wel** meer cola drinken dan Chemie studenten.

AAN DE SLAG MET EXCEL!

In het werkcollege leer je:

- hoe een t-toets werkt;
- wat een t-tabel is;
- en hoe je een one-sample t-toets uitvoert in Excel.

HEEL VEEL PLEZIER!

Ga aan de slag met de opgaves in het werkcollege.

Stel vragen aan elkaar of aan de docent.