

# Statistiek in HBO scripties

Wim Krijnen

Lector Analyse Technieken voor Praktijkonderzoek  
Lectoraat Transparante Zorgverlening  
Hanze University of Applied Sciences

January 29, 2015

- 1 Statistiek in het HBO
  - Empirisch onderzoek naar Healthy Ageing
- 2 Voorbeeld: Energy verbruik slanke en obese vrouwen
  - Van onderzoeksvraag naar experiment
  - We hebben de data! Wat nu?
  - Conclusies over toetsen voor twee groepen
  - Videos van het WWW
- 3 HBO niveau statistiek
- 4 Conclusies en Tips voor HBO onderwijs
- 5 Vragen en discussie?

- Innovatie vraagt om onderzoekende houding van professionals in het werkveld
- Vernieuwend idee  $\implies$  Experiment  $\implies$  Statistische Toets  $\implies$  Significant Effect  $\implies$  nieuwe kennis
- Enkele vragen:
  - Hoe kan data visualisatie de scriptie ondersteunen?
  - Welke beschrijvende statistics zijn belangrijk?
  - Welke toetsen behoren tot basiskennis?
  - Welk idee zit achter een statistische toets?

Wat komen we tegen als we een voorbeeld doornemen?

- 1 Statistiek in het HBO
  - Empirisch onderzoek naar Healthy Ageing
- 2 Voorbeeld: Energy verbruik slanke en obese vrouwen
  - Van onderzoeksvraag naar experiment
  - We hebben de data! Wat nu?
  - Conclusies over toetsen voor twee groepen
  - Videos van het WWW
- 3 HBO niveau statistiek
- 4 Conclusies en Tips voor HBO onderwijs
- 5 Vragen en discussie?

# Is energy verbruik verschillend tussen slanke en obese vrouwen?

(Altman, 1991; Practical Statistics for Medical Research. Table 9.4, Chapman & Hall.)

- Toets:
  - Null hypothese van gelijk gemiddelde in populatie  $H_0 : \mu_1 = \mu_2$
  - Tegen alternatief van ongelijke gemiddelden;  $H_A : \mu_1 \neq \mu_2$
- Schat het effect van obese op energie verbruik:  $\mu_2 - \mu_1$ .
- Hoe betrouwbaar kunnen we dit schatten?
- Antwoord: Doe een experiment en meet energie verbruik (MJ) bij vrouwen in beide groepen.

# We hebben de data! Wat nu?

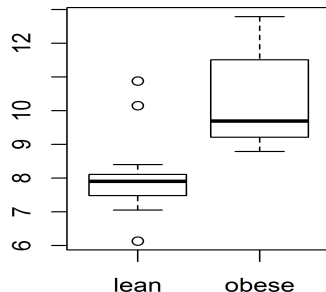
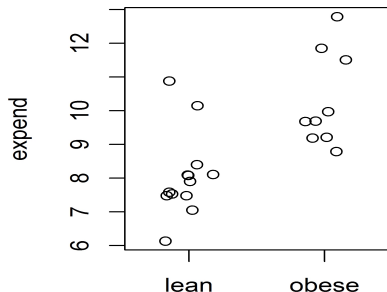
Dit is wat onderzoekers doen:

- Kijken hoe metingen verdeeld zijn (data plot/ boxplot)
- Toets normality per groep (Shapiro-Wilk)
- Berekenen gemiddelde and variantie per groep
- Two-sample t-test zonder assumptie van gelijke variantie
- Toets gelijkheid van varianties  $H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$  (F-test)
- Two-sample t-test met assumptie van gelijke variantie
- Non-parametric Wilcoxon (Mann-Whitney U) signed rank toets

Let's do it and learn!

# Visualizing Energy Expenditure measurements

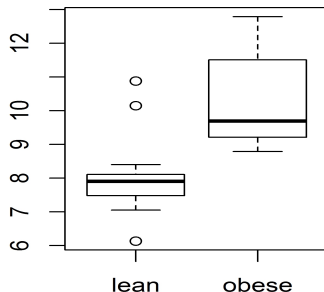
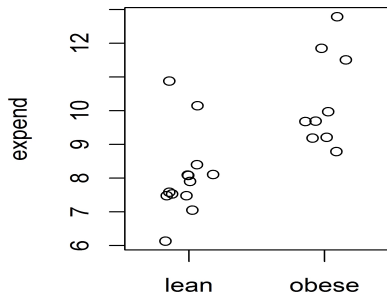
Experiment: Group 1: 13 lean woman ("Control"); Group 2: 9 obese woman ("Treatment")



• Wat zien we?

# Visualizing Energy Expenditure measurements

Experiment: Group 1: 13 lean woman ("Control"); Group 2: 9 obese woman ("Treatment")



- Wat zien we?
- Slank heeft een paar uitbijters, Obese is scheef verdeeld. Normality lijkt wat geschonden.
- Informele conclusies uit data visualisatie



# Shapiro-Wilk Normality test

```
> with(energy, tapply(expend, stature, function(x) shapiro  
$lean Shapiro-Wilk normality test
```

```
data: x  
W = 0.8673, p-value = 0.04818
```

```
$obese Shapiro-Wilk normality test
```

```
data: x  
W = 0.876, p-value = 0.1426
```

- $H_0$ : measurements are normally distributed
- Normality verwerpen voor Slank, niet voor Obese
- Degree of non-normality not drastic

# Beschrijvende Statistiek: gemiddelde en Standard Deviatie

	n	gem.	SD
Lean	13	8.07	1.24
Obese	9	10.30	1.40

- Gemiddelde van slank lager dan van obese
- Standard deviaties relatief klein

# Toets op gelijkheid van variantie

```
> var.test(expend ~ stature, data=energy)
      F test to compare two variances
data:  expend by stature
F = 0.7844, num df = 12, denom df = 8,
  p-value = 0.6797
alternative hypothesis:
  true ratio of variances is not equal to 1
95 percent confidence interval:
  0.1867876 2.7547991
sample estimates:
ratio of variances
      0.784446
```

- Equality of variances ( $H_0$ ) not rejected

# Even naar de Formules: t-test met twee groepen

$$H_0 : \mu_1 - \mu_2 = 0, \quad H_1 : \mu_1 - \mu_2 \neq 0$$

Assumptie:  $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma^2$  gelijke variantie

$\bar{X}_1$  gemiddelde in groep 1;  $\bar{X}_2$  gemiddelde in groep 2

$S_1$  standaard deviatie in groep 1;  $S_2$  standaard deviatie in groep 2

$$\bar{X}_1 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i; \quad S_1^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X}_1)^2$$

Pooled schatter van de variantie  $\sigma^2$  is

$$S_p^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

$$T = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \sim t_{n_1+n_2-2}$$

- $T$  groot als  $\bar{X}_1$  veel groter dan  $\bar{X}_2$

$$H_0 : \mu_1 - \mu_2 = 0, \quad H_1 : \mu_1 - \mu_2 \neq 0$$

Test statistic berekend met de data:

$$t_0 = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

P-waarde voor  $t > 0$  is gelijk aan  $P(T \geq t) + P(T \leq -t)$

Beslissing:

- $H_0$  niet verwerpen als P-waarde  $\geq 0.05$
- $H_0$  verwerpen als P-waarde  $\leq 0.05$
- Formele conclusies alleen uit statistische toets

Opmerkingen:

- Met formules kun je exact weergeven hoe iets in elkaar zit.
- Eenvoudige bewerkingen, geen ingewikkelde wiskunde!

# Two-sample t-test Assuming Equal Variances

```
> t.test(expend ~ stature, var.equal = TRUE, data=ener)
      Two Sample t-test
data:  expend by stature
t = -3.9456, df = 20, p-value = 0.000799
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -3.411451 -1.051796
sample estimates:
mean in group lean mean in group obese
      8.066154          10.297778
```

- Verschil in steekproef gemiddelde -2.2
- Nul hypothese van gelijk gemiddelde verwerpen
- P-waarde klein; degree of evidence strong
- Interpretatie: We zijn 95% zeker dat ware effect  $\mu_1 - \mu_2$  binnen  $(-3.4; -1.1)$  ligt (bij herhaling)

# Two-sample t-test Not Assuming Equal Variances

```
> t.test(expend ~ stature, var.equal = FALSE, data=ene)
Welch Two Sample t-test
data:  expend by stature
t = -3.8555, df = 15.919, p-value = 0.001411
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -3.459167 -1.004081
sample estimates:
mean in group lean mean in group obese
      8.066154      10.297778
```

- Nul hypothese van gelijk gemiddelde verwerpen
- Kleine P-waarde: Degree of evidence is strong
- Meer algemene toets; minder assumpties

# Wilcoxon toets

```
> wilcox_test(expend ~ stature, data=energy, distributed=FALSE)
Exact Wilcoxon Mann-Whitney Rank Sum Test
data:  expend by stature (lean, obese)
Z = -3.1061, p-value = 0.001039
alternative hypothesis: true mu is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -3.56 -1.26
sample estimates:
difference in location
          -1.91
```

- Geen assumptie normaliteit (wel continue onafhankelijke metingen)
- Verwerp nul hypothese van geen verschuiving
- Kleine P-waarde: Degree of evidence is strong



# Conclusies over toetsen voor twee groepen

- 1 Informele conclusies op basis van visualisaties
- 2 t-test is robust tegen kleine afwijkingen van normaliteit
- 3 Interpreteerbaar betrouwbaarheidsinterval voor verschil in populatie gemiddelde
- 4 Groot verschil tussen informele en formele conclusies
- 5 Minder belangrijke toetsen voor het HBO:
  - t-toets met gelijke variantie
  - F-toets
  - Wilcoxon
- 6 Docent maak een keuze!

## Videos on using SPSS (click op URL):

- **Box-and-whiskers-plot**

<http://www.youtube.com/watch?v=gOj9wBv-IfM>

- **Paired sample t-test**

<http://www.youtube.com/watch?v=eanXmHlW5qE>

- **Observed power t-test**

<http://www.youtube.com/watch?v=sAkeW2lK-co>

- **t-test by Andy Field** <http://www.youtube.com/watch?v=EkbkI7x6bNA&list=PL25257A24840423AE>

- **Analysis of variance**

<http://www.youtube.com/watch?v=jYn5Jv7Gh4s>

## Videos on using R:

- **Box-and-whiskers-plot + explanations**

<http://www.youtube.com/watch?v=Cj-buDcHVMw>

- **t-test** <http://www.youtube.com/watch?v=kNKLLh-GM90>

- **Power t-test**

<http://www.youtube.com/watch?v=7xghHcmQC50>

- More from the web:

- General ideas on anova

<http://www.youtube.com/watch?v=0Vj2V2qRU10>

- Choose a test?

<http://bama.ua.edu/~jleeper/627/choosestat.html>

- **Choose a test?** [http://www.wiwi.uni-muenster.de/ioeb/en/organisation/pfaff/stat\\_overview\\_table.html](http://www.wiwi.uni-muenster.de/ioeb/en/organisation/pfaff/stat_overview_table.html)

- **Conclusie: Het WWW maakt statistiek toepassen eenvoudig!**

- 1 Statistiek in het HBO
  - Empirisch onderzoek naar Healthy Ageing
- 2 Voorbeeld: Energy verbruik slanke en obese vrouwen
  - Van onderzoeksvraag naar experiment
  - We hebben de data! Wat nu?
  - Conclusies over toetsen voor twee groepen
  - Videos van het WWW
- 3 HBO niveau statistiek
- 4 Conclusies en Tips voor HBO onderwijs
- 5 Vragen en discussie?

## Kennis:

- Visualisaties: scatter plot, box-and-whiskers plot, histogram
- Beschrijvende statistiek: gemiddelde, standaard deviatie, mediaan, IQR, proportie, frequentie
- Basis begrip statistische toets: nul-hypothese, alternatieve hypothese, betrouwbaarheids interval
- Toetsen: t-toets, één-weg variantie analyse, chi-kwadraat toets, toets op proporties

## Competenties:

- software gebruik (op de HG): SPSS, Minitab, Excell, R (conform werkveld)
- wetenschappelijk verantwoord schriftelijk rapporteren

- 1 Statistiek in het HBO
  - Empirisch onderzoek naar Healthy Ageing
- 2 Voorbeeld: Energy verbruik slanke en obese vrouwen
  - Van onderzoeksvraag naar experiment
  - We hebben de data! Wat nu?
  - Conclusies over toetsen voor twee groepen
  - Videos van het WWW
- 3 HBO niveau statistiek
- 4 Conclusies en Tips voor HBO onderwijs
- 5 Vragen en discussie?

- Neem  $n$  zo groot mogelijk: Meten is weten.
- Empirische houding: Statistiek is middel praktijkproblemen op te lossen
- Weeg sterkte van empirisch bewijs uit experiment
- Schat effect grootte en vertaal naar relevantie (valorisatie)
- Gebruik betrouwbaarheidsinterval
- Statistiek is wetenschappelijk draaipunt in een scriptie (formele conclusies)!
- Statistische toetsen maken scriptie HBO proof (geen problemen met accreditatie!)

- Laat statistiek in alle leerjaren terugkeren bijvoorbeeld:
  - jaar 1: visualisatie (scatter plot, boxplot)
  - jaar 2: eenvoudig toetsen (t-toetsen)
  - jaar 3: complexer toetsen (proporties, ANOVA)
- Integreer statistiek met inhoudelijke vakken
- Maak opdrachten en toets met assignments (werkstuk)
- Overschat niet de ICT-competenties van studenten
- Maak student onafhankelijk: leer zoeken op WWW (YouTube, Wikipedia)
- Installeer een statistische helpdesk (education on demand)



- 1 Statistiek in het HBO
  - Empirisch onderzoek naar Healthy Ageing
- 2 Voorbeeld: Energy verbruik slanke en obese vrouwen
  - Van onderzoeksvraag naar experiment
  - We hebben de data! Wat nu?
  - Conclusies over toetsen voor twee groepen
  - Videos van het WWW
- 3 HBO niveau statistiek
- 4 Conclusies en Tips voor HBO onderwijs
- 5 Vragen en discussie?

# Vragen?

- Moeten alle studenten iets van statistiek weten?
- Hoe leren we docenten empirisch wetenschappelijk te denken?
- Hoe maken we statistiek relevant?
- Hoe gaat statistiek leven voor de student?
- Waarom is statistiek lastig voor veel studenten?
- Wat is het verschil tussen significant en relevant?