



HI

HEILBRIGÐISVÍSINDASTOFNUN

Próffræðilegir eiginleikar matstækja Hvað og hvernig

Próffræðistofa Heilbrigðisvísindastofnunar

Mars 2023

Upprifjun

- **Próffræðilegir eiginleikar** (e. psychometric properties) gefa vísbendingar um gæði matstækja
 - *Að hve miklu leyti matstækin skila „mælingum“ eða mati sem vit er í*
 - *Að hve miklu leyti má álykta eitthvað út frá niðurstöðum matstækis*
- Grundvallarkröfur sem við gerum til matstækja
 - Að þau skili stöðugri og nákvæmri niðurstöðu
 - Að niðurstaðan sé magnbinding á fyrirbærinu sem ætlunin er að meta – og engu öðru
 - Ekki síst relevant þegar notuð eru summuskor!

Upprifjun

- Koma við sögu þegar á að magnbinda **fyrirbæri sem ekki er hægt að mæla með beinum hætti**
 - ...*hugræna færni, upplifun af verkjum, andlega líðan, lífsgæði, en ekki ...hitastig, þyngd, fjölda, stærð*
- Þegar við tölum um próffræðilega eiginleika erum við yfirleitt að tala um **áreiðanleika** og **réttmæti**

Upprifjun – áreiðanleiki

- **Áreiðanleiki:** Stöðugleiki eða nákvæmni mælinga. Matstæki skilar áreiðanlegri niðurstöðu ef það metur *sama fyrirbærið með sömu nákvæmni yfir tíma, einstaklinga og aðstæður*

Upprifjun – réttmæti

- **Réttmæti:** Að hvaða marki kenningarlegur bakgrunnur (e. theoretical background) og raunvís gögn (e. empirical data) styðja við túlkun á niðurstöðu matstækis
 - Klassísk skilgreining, ekki röng en einfölduð: Að matstæki meti það sem það á að meta
 - **Skilgreining Borsboom (2004):** *“A test is valid for measuring an attribute if (a) the attribute exists and (b) variations in the attribute causally produce variation in the measurement outcomes”*

Upprifjun – réttmæti

- Margskonar vísbendingar um má finna réttmæti: réttmæti hugsmíðar, vísbendingar um forspáargetu, vísbendingar um samleitni og sundurgreiningu – allar styðja (eða styðja ekki) við réttmæti í skilgreiningunni sem á fyrri glæru

Upprifjun

- **Til áréttingar:** Áreiðanleiki og réttmæti vísa ekki til fastra eiginleika matstækjanna sjálfra
 - Áreiðanleiki er metinn í tilteknu úrtaki, í tilteknum aðstæðum
 - Réttmæti vísar til notkunar matstækis og túlkunar á skorum þess í tilteknum aðstæðum og í ákveðnum tilgangi
 - Mælum ekki með orðfæri eins og þessu: "Rannsóknir hafa sýnt að matstæki X er áreiðanlegt og réttmætt."
 - It depends!!!!!!!!!!!!!!

Áreiðanleiki – umfjöllun um aðferðir

Áreiðanleiki

- Algengar aðferðir við að meta
 - **Cronbach's alpha** og **Omega** fyrir innri áreiðanleika
 - Pearson / Spearman fylgni fyrir áreiðanleika hliðstæðra matstækja, endurprófunaráreiðanleika og helmingunaráreiðanleika
 - Hlutfall sammælis, kappa stuðull og intraclass correlation coefficients fyrir áreiðanleika matsmanna

Áreiðanleiki – Cronbach's Alpha

- Alfastuðullinn er algengasta aðferðin til þess að meta innri áreiðanleika matstækja (e. internal consistency*)
 - Metur samræmi í niðurstöðum atriða á *sama* matstækinu
 - Segir okkur hvort atriði sem talin eru meta sama fyrirbærið veita okkur svipaðar niðurstöður um þann sem svarar

* „Internal“ vísar til svarmynsturs *innan* matstækis / einstaklings,
„consistency“ vísar til samræmis í því svarmynstri

Áreiðanleiki – Cronbach's Alpha

- Það sem margir vita ekki um alfa:
 - Byggir á ströngum forsendum sem halda sjaldan:
 - Atriði meti **eina vídd**
 - Atriði séu **jafngild / útskiptanleg**
 - Skor á atriðum séu **normaldreifð**
 - Villudreifing í einu atriði hafi **ekki fylgni við villu** í öðrum
 - Afleiðingar þegar forsendur halda ekki: Ýmist of- eða vanmat á áreiðanleika

Áreiðanleiki – Cronbach's Alpha

- Það sem margir vita ekki um alfa:
 - Ræðst ekki aðeins af innbyrðis fylgni atriða – heldur fjölda þeirra
 - Stuðullinn getur verið lágur aðallega vegna þess að atriði eru fá, eða hár aðallega vegna þess að atriði eru mörg
 - Alfa er ekki upplýsandi fyrir þáttbyggingu
 - Hár stuðull \neq vísbending um eina vídd
 - Lágur stuðull \neq vísbending um margar víddir
 - Alfa *gerir ráð fyrir* einvíðri þáttbyggingu – það er forsenda sem stuðullinn byggir á, ekki upplýsingar sem stuðullinn veitir

Áreiðanleiki – Cronbach's Alpha

- Að því marki sem forsendur halda getur stuðullinn veitt upplýsingar um áreiðanleika matstækis – að því marki sem þær bresta veitir stuðullinn ofmat eða vanmat á áreiðanleika
- Með réttu ætti að kanna forsendur *áður en alfa er reiknuð og túlkuð*
- Þegar frávik: Greina frá þeim og sennilegum áhrifum á mat
 - Eða – nota aðra stuðla

Áreiðanleiki – Omega

- Omega stuðullinn er í mörgum tilvikum traustari en alfa
 - Metur líka samræmi í niðurstöðum atriða, en með aðeins öðrum hætti
- **Omega total** gerir ráð fyrir einni vídd
 - en atriði þurfa ekki að vera jafngild
 - Dregur úr *vanmati* á áreiðanleika sem annars fengist með alfastuðlinum
- Omega hierarchical getur aðskilið fylgni atriða niður í fleiri en eina vídd
 - og þau þurfa ekki að vera jafngild
 - Dregur úr *ofmati* sem annars myndi fást með alfa

Áreiðanleiki – framkvæmd

Áreiðanleiki – sýnigögn

- Sýnigöng: GAD-7 með 7 atriði á 4 punkta raðkvarða frá 0 (*aldrei*) til 3 (*næstum daglega*), N = 226
 - Notað með leyfi Hafrúnar Kristjánsdóttur, prófessors við HR

Hversu oft á síðastliðnum 2 vikum hefur þér liðið illa vegna eftirfarandi?	Aldrei	Nokkra daga	Oftar en helming daganna	Næstum daglega
1. Verið spenn/-ur á taugum, kviðin/-n eða hengd/-ur upp á þráð				
2. Ekki tekist að bægja frá þér áhyggjum eða hafa stjórn á þeim				
3. Haft of miklar áhyggjur af ýmsum hlutum				
4. Átt erfitt með að slaka á				
5. Verið svo eirðarlaus að þú áttir erfitt með að sitja kyrr				
6. Orðið gröm/gramur eða pirruð/pirraður af minnsta tilefni				
7. Verið hrædd/-ur eins og eitthvað hræðilegt gæti gerst				

Áreiðanleiki – alpa

- Framkvæmd í R: <https://cran.r-project.org/web/packages/psych/psych.pdf>
(bls.15)
- Framkvæmd í SPSS: <https://statistics.laerd.com/spss-tutorials/cronbachs-alpha-using-spss-statistics.php>

Áreiðanleiki – alpha í R

- Raunvíst dæmi: GAD-7, 7 atriði (frekar fá)
N = 226 klínískt úrtak (temmilega margir)
 - Áður en við reiknum viljum við taka afstöðu til forsenda
 - Á matstæki að meta eina vídd / fyrirbæri?
 - Má líta á atriði sem jafngild eða „útskiptanleg“?
 - Eru atriði nægilega normaldreifð?
 - Tengjast atriði bara í gegnum fyrirbærið?
 - Í praxís er ekki alltaf hægt að meta þessar forsendur empírískt (með CFA): Fólk hefur mismikla þekkingu, úrtök geta verið smá
 - Notum lýsandi tölfræði

Áreiðanleiki – alpha í R

- Framkvæmd í R: <https://cran.r-project.org/web/packages/psych/psych.pdf>

- **Á matstæki að meta eina vídd / fyrirbæri?**

- `round(cor(gogn, method = "spearman"), 2)`

- `alpha(gogn)[1]`

- `alpha(gogn)[3]`

	gad7sp1	gad7sp2	gad7sp3	gad7sp4	gad7sp5	gad7sp6	gad7sp7
gad7sp1	1.00	0.63	0.60	0.69	0.38	0.33	0.52
gad7sp2	0.63	1.00	0.75	0.61	0.28	0.31	0.46
gad7sp3	0.60	0.75	1.00	0.66	0.35	0.38	0.50
gad7sp4	0.69	0.61	0.66	1.00	0.54	0.40	0.43
gad7sp5	0.38	0.28	0.35	0.54	1.00	0.40	0.35
gad7sp6	0.33	0.31	0.38	0.40	0.40	1.00	0.32
gad7sp7	0.52	0.46	0.50	0.43	0.35	0.32	1.00

```
> alpha(gogn_gad)[3]
$item.stats
      n  raw.r  std.r  r.cor
gad7sp1 226 0.8079623 0.8034372 0.7749782 (
gad7sp2 226 0.7910837 0.7925422 0.7764345 (
gad7sp3 226 0.8242849 0.8261338 0.8161088 (
gad7sp4 226 0.8408352 0.8339695 0.8193242 (
gad7sp5 226 0.6397922 0.6386545 0.5535433 (
gad7sp6 226 0.6112641 0.6165589 0.5070060 (
gad7sp7 226 0.7028134 0.7073170 0.6300426 (
> |
```

```
· alpha(gogn_gad)[1] # 0.87
$item.stats
raw_alpha std.alpha  G6(smc) average_r
0.8678038 0.8667955 0.8735209 0.48176 €
```

Áreiðanleiki – alpha í R

- Framkvæmd í R: <https://cran.r-project.org/web/packages/psych/psych.pdf>
- **Má líta á atriði sem „útskiptanleg“?**
 - describe(gogn)
 - round(colMeans(gogn), 2)

```
> describe(gogn_gad)
      vars  n mean  sd median trimmed  mad min max range
gad7sp1   1 226 1.36 0.95     1   1.33 1.48  0  3   3
gad7sp2   2 226 1.41 0.89     1   1.39 1.48  0  3   3
gad7sp3   3 226 1.54 0.89     1   1.55 1.48  0  3   3
gad7sp4   4 226 1.58 0.99     1   1.60 1.48  0  3   3
gad7sp5   5 226 0.86 0.91     1   0.74 1.48  0  3   3
gad7sp6   6 226 1.11 0.88     1   1.02 1.48  0  3   3
gad7sp7   7 226 0.76 0.89     1   0.65 1.48  0  3   3
> |
```

4. Átt erfitt með að slaka á

7. Verið hrædd/-ur eins og
eitthvað hræðilegt gæti gerst

Áreiðanleiki – alpha í R

- Framkvæmd í R: <https://cran.r-project.org/web/packages/psych/psych.pdf>

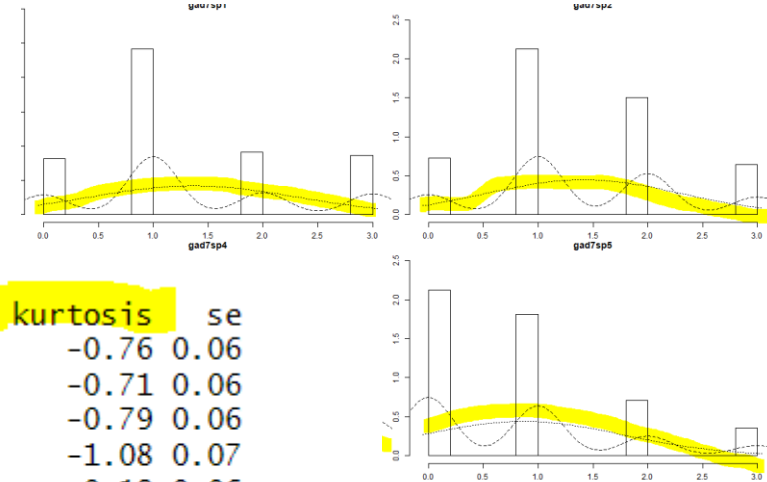
- **Eru atriði nægilega normaldreifð?**

- describe(gogn): Skewness og kurtosis
- multi.hist(gogn): Erfitt að meta
- apply(gogn_gad,2,shapiro.test): öll $p < 0,05$

```
> describe(gogn_gad)
```

	vars	n	mean	sd	median	trimmed	mad	min	max	range	skew	kurtosis	se
gad7sp1	1	226	1.36	0.95	1	1.33	1.48	0	3	3	0.42	-0.76	0.06
gad7sp2	2	226	1.41	0.89	1	1.39	1.48	0	3	3	0.19	-0.71	0.06
gad7sp3	3	226	1.54	0.89	1	1.55	1.48	0	3	3	0.07	-0.79	0.06
gad7sp4	4	226	1.58	0.99	1	1.60	1.48	0	3	3	0.04	-1.08	0.07
gad7sp5	5	226	0.86	0.91	1	0.74	1.48	0	3	3	0.84	-0.18	0.06
gad7sp6	6	226	1.11	0.88	1	1.02	1.48	0	3	3	0.56	-0.32	0.06
gad7sp7	7	226	0.76	0.89	1	0.65	1.48	0	3	3	0.86	-0.30	0.06

```
> |
```



Áreiðanleiki – alpha í R

- Framkvæmd í R: <https://cran.r-project.org/web/packages/psych/psych.pdf>
- **Tengjast atriði bara í gegnum fyrirbærið?**
 - Erfitt að meta öðruvísi en með staðfestandi þáttagreiningu eða öðrum sértækari aðferðum – látum liggja milli hluta

Áreiðanleiki – alpha í R

- Framkvæmd í R: <https://cran.r-project.org/web/packages/psych/psych.pdf>
 - alpha(gogn)

```
Reliability analysis
Call: alpha(x = gogn_gad)

raw_alpha std.alpha G6(smc) average_r S/N ase mea
0.87      0.87      0.87      0.48 6.5 0.013 1.2

95% confidence boundaries
      lower alpha upper
Feldt  0.84 0.87 0.89
Duhachek 0.84 0.87 0.89
```

... of ... The ... and ... values are returned in the ... object.

Value

total	a list containing
raw_alpha	alpha based upon the covariances
std.alpha	The standardized alpha based upon the correlations
G6(smc)	Guttman's Lambda 6 reliability
average_r	The average interitem correlation
median_r	The median interitem correlation
mean	For data matrices, the mean of the scale formed by averaging or summing the items (depending upon the cumulative option)
sd	For data matrices, the standard deviation of the total score
alpha.drop	A data frame with all of the above for the case of each item being removed one by one.
item.stats	A data frame including
n	number of complete cases for the item
raw.r	The correlation of each item with the total score, not corrected for item overlap.
std.r	The correlation of each item with the total score (not corrected for item overlap) if the items were all standardized
r.cor	Item whole correlation corrected for item overlap and scale reliability
r.drop	Item whole correlation for this item against the scale without this item
mean	for data matrices, the mean of each item

Áreiðanleiki – omega

- Framkvæmd í R: <https://cran.r-project.org/web/packages/psych/psych.pdf>
(bls.267)
- Framkvæmd í SPSS: <https://www.youtube.com/watch?v=ySBvgNIDo7U>

Áreiðanleiki – omega í R

- Framkvæmd í R: <https://cran.r-project.org/web/packages/psych/psych.pdf> (bls.227)
 - `omega(gogn, nfactors = 1, poly = T)`

```
> omega(gogn_gad, poly = T, nfactors = 1)
Omega_h for 1 factor is not meaningful, just omega_t
Omega
Call: omega_h(m = m, nfactors = nfactors, fm = fm, key =
  digits = digits, title = title, sl = sl, labels = la
  plot = plot, n.obs = n.obs, rotate = rotate, Phi = P
  covar = covar)
Alpha:                0.9
G.6:                  0.91
Omega Hierarchical:   0.9
Omega H asymptotic:   1
Omega Total           0.9
```

**...svo má reikna annarslags áreiðanleika
sem ekki verður farið í hér
(endurprófunar, helmingunar,
áreiðanleika matsmanna)**

Réttmæti – umfjöllun um aðferðir

Réttmæti

- Kjörnum okkur með Borshboom (2004)
 - “A test is valid for measuring an attribute if (a) *the attribute exists* and (b) *variations in the attribute causally produce variation in the measurement outcomes*”

Réttmæti

- Aðferðir við að meta – mögulegar vísbendingar
 - Vísbendingar um réttmæti hugsmíðar:
 - Inntak
 - Svarferli
 - **Innri formgerð**
 - Tengsl við aðrar breytur
 - Afleiðingar notkunar

Réttmæti – innri formgerð

- Vísbendingar byggðar á **innri formgerð**
 - Hversu vel innri formgerð matstækis (e. internal structure) samræmist kenningalegri skilgreiningu hugsmíðar

Réttmæti – innri formgerð

- Vísbendingar byggðar á **innri formgerð**
 - Fjöldi vídda
 - Aðferðir við að meta: PCA, **EFA**, **CFA**, SEM, IRT
 - Óbreytni mælinga
 - Aðferðir við að meta: Multigroup CFA, DIF greining

Réttmæti – þáttagreining

- Vísbendingar byggðar á **innri formgerð**
- **Þáttagreining (e. factor analysis)** er aðferð til að skýra tengsl margra breyta með færri undirliggjandi breytum („hugsmíðum“ eða þáttum)
- Aðferðin er mikið notuð við réttmætisathuganir á matstækjum
 - „Meta atriðin það sem þau eiga að meta?“
- Hvenær er þáttagreining viðeigandi?
 - Þegar meikar sens að gera ráð fyrir „undirliggjandi þætti“
 - Þegar gögn henta til þáttagreiningar (prófað með þar til gerðum prófum)

Réttmæti – leitandi þáttagreining

- Vísbendingar byggðar á **innri formgerð**
- **Leitandi þáttagreining** (e. exploratory factor analysis)
 - Lýsandi aðferð: Leitað að formgerð
 - Hentar þegar matstæki er enn á þróunarstigi / þáttabygging óljós (sbr. „leitandi“)

Réttmæti – staðfestandi þáttagreining

- Vísbendingar byggðar á **innri formgerð**
- **Staðfestandi þáttagreining** (e. confirmatory factor analysis)
 - Staðfestandi aðferð: Formgerð skilgreind fyrirfram
 - Hentar þegar matstækið hefur þekkta þáttabyggingu, þegar við viljum staðfesta að þáttabygging sé eins og kenning / fyrri rannsóknir kveða á um

Réttmæti – samanburður við PCA

- Vísbendingar byggðar á **innri formgerð**
- **Meginhlutagreining** (e. principal component analysis) er oft notuð í sama tilgangi og (leitandi) þáttagreining
- Gerir minni kröfur til gagna (t.d. ganga smærri úrtök)
 - En – hlutur (e. component) er ekki það sama og þáttur
 - Hlutur er samantektarbreyta, ekki „undirliggjandi orsakavaldur“ (þunglyndi „orsakar“ framtaksleysi og doða, meðaleinkunn orsakar ekki einkunnir)
 - Atriði sem flokkast saman í hlut þurfa ekki að eiga neitt sameiginlegt efnislega / fræðilega
 - PCA er því ekki formleg þáttagreining!

Réttmæti – framkvæmd

Réttmæti – leitandi þáttagreining

- Leitandi þáttagreining (e. exploratory factor analysis)
 - Það meikar hugmyndafræðilega sens að tala um undirliggjandi þátt
 - Gögnin henta til þáttagreiningar (innbyrðis fylgni til staðar)
 - Matstækið enn á þróunarstigi / þáttabygging óljós (sbr. „leitandi“)
- Framkvæmd í R: <https://cran.r-project.org/web/packages/psych/psych.pdf> (bls.133)
- Framkvæmd í SPSS: <https://researchwithfawad.com/index.php/lp-courses/data-analysis-using-spss/how-to-perform-exploratory-factor-analysis-using-spss/>

Réttmæti – leitandi þáttagreining í R

- Framkvæmd í R <https://cran.r-project.org/web/packages/psych/psych.pdf>
- **Það meikar hugmyndafræðilega sens að tala um undirliggjandi þátt**
 - Já – almenn kvíðaröskun (undirliggjandi breyta sem við getum ekki mælt beint) á að orsaka breytileika í einkennunum sem atriði tilgreina

Réttmæti – leitandi þáttagreining í R

- Framkvæmd í R: <https://cran.r-project.org/web/packages/psych/psych.pdf>
- **Gögnin henta til þáttagreiningar (innbyrðis fylgni til staðar)**

	gad7sp1	gad7sp2	gad7sp3	gad7sp4	gad7sp5	gad7sp6	gad7sp7
gad7sp1	1.00	0.63	0.60	0.69	0.38	0.33	0.52
gad7sp2	0.63	1.00	0.75	0.61	0.28	0.31	0.46
gad7sp3	0.60	0.75	1.00	0.66	0.35	0.38	0.50
gad7sp4	0.69	0.61	0.66	1.00	0.54	0.40	0.43
gad7sp5	0.38	0.28	0.35	0.54	1.00	0.40	0.35
gad7sp6	0.33	0.31	0.38	0.40	0.40	1.00	0.32
gad7sp7	0.52	0.46	0.50	0.43	0.35	0.32	1.00

- **Próf Bartletts (Bartlett's test of sphericity)** kannar hvort umtalsverð innbyrðis fylgni sé fyrir hendi: `cortest.bartlett(lavCor(gogn), n = 226)`: $p < 0,05 =$ gott
- **Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) stuðullinn** metur sameiginlega dreifingu breyta: `KMO(cor(gogn_gad, method = "spearman"))`: 0,84 fyrir atriði í heild = gott

Réttmæti – leitandi þáttagreining í R

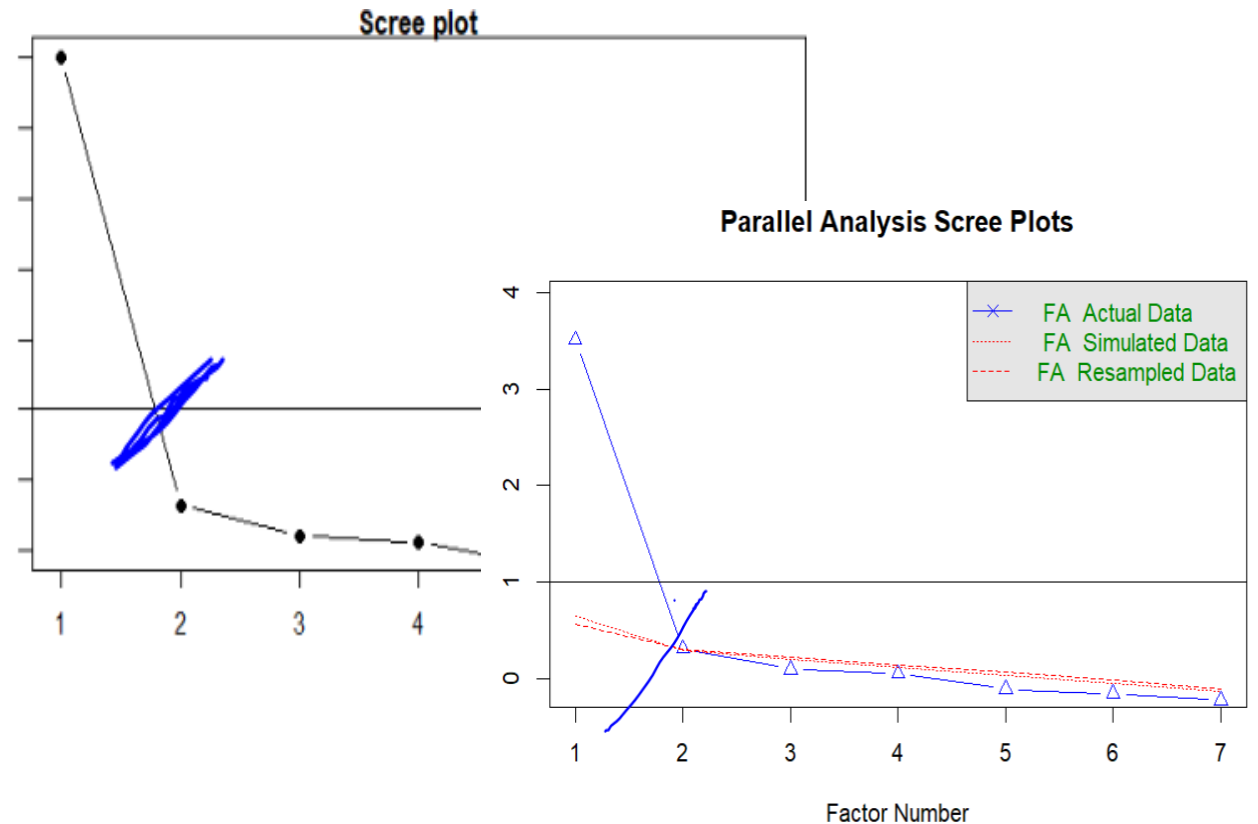
- Framkvæmd í R: <https://cran.r-project.org/web/packages/psych/psych.pdf>
- **Matstækið enn á þróunarstigi / þáttabygging óljós (sbr. „leitandi“)**
 - Nei ekki beint – en rök geta verið að þáttabygging þessa matstækis (þ.e. fjöldi þátta) hefur ekki alltaf verið sú sama
 - Ef markmiðið er að kanna þáttabyggingu í íslenskri þýðingu má alveg nota leitandi
 - ...og stundum veldur smæð úrtaks því að við getum ekki framkvæmt staðfestandi þáttagreiningu með góðu móti

Réttmæti – leitandi þáttagreining í R

- Framkvæmd í R: <https://cran.r-project.org/web/packages/psych/psych.pdf>
- Hversu margir þættir lýsa gögnunum best? Aðferðir til að ákvarða
 - Eigingildi >1 (*eigenvalue* ~ skýringargildi þáttar, hversu stóran hluta af dreifingu atriða hann skýrir)
 - Skriðurit: Fjöldi þátta fyrir þann punkt þar sem ferill flest út (*eigenvalue* plottuð á Y ás, línan dregin í 1)
 - Samhliðagreining: Fjöldi þátta í sambærilegum hermdum gögnum
- **Eigingildi:** `fit1 <- fa(gogn, cor = "poly", nfactors = 1, n.obs = 226)`
`fit1$e.values:` 4.39 0.90 0.59 0.51 0.32 0.17 0.11

Réttmæti – leitandi þáttagreining í R

- Framkvæmd í R: <https://cran.r-project.org/web/packages/psych/psych.pdf>
- Hversu margir þættir lýsa gögnunum best? Aðferðir til að ákvarða
 - **Skriðurit:** `scree(gogn, factors = T, pc = F, hline = 1, add = FALSE)`
 - **Samhliðagreining:** `fa.parallel(gogn, fa = "fa", fm = "wls", cor = "poly")`



Réttmæti – leitandi þáttagreining í R

- Framkvæmd í R: <https://cran.r-project.org/web/packages/psych/psych.pdf>
- **Einsþáttar líkan:** `fa(gogn, fm = "wls", cor = "poly", nfactors = 1)`
 - Skýrir rúm 57% af dreifingu atriðanna, allar þáttahleðslur fremur háar
- **Tveggja þátta líkan:** `fa(gogn, fm = "wls", cor = "poly", nfactors = 2)`
 - Skýringarhlutfall næstum óbreytt, þáttur 2 hefur bara eina verulega háa hleðslu

4. Átt erfitt með að slaka á

5. Verið svo eirðarlaus að þú áttir erfitt með að sitja kyrr

6. Orðið gröm/gramur eða pirruð/pirraður af minnsta tilefni

```
> fit2$loadings
```

```
Loadings:
      WLS1  WLS2
gad7sp1 0.674 0.237
gad7sp2 1.007 -0.132
gad7sp3 0.880
gad7sp4 0.522 0.485
gad7sp5      0.831
gad7sp6 0.183 0.460
gad7sp7 0.523 0.242
```

```
SS loadings      WLS1  WLS2
Proportion Var 0.404 0.182
Cumulative Var 0.404 0.585
> |
```

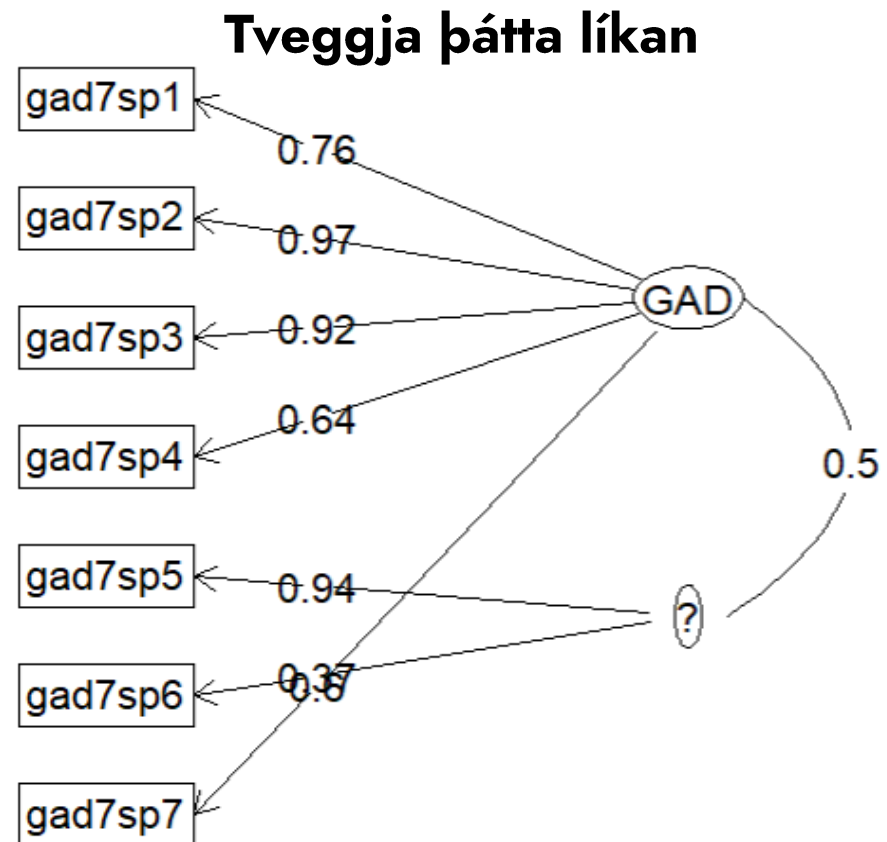
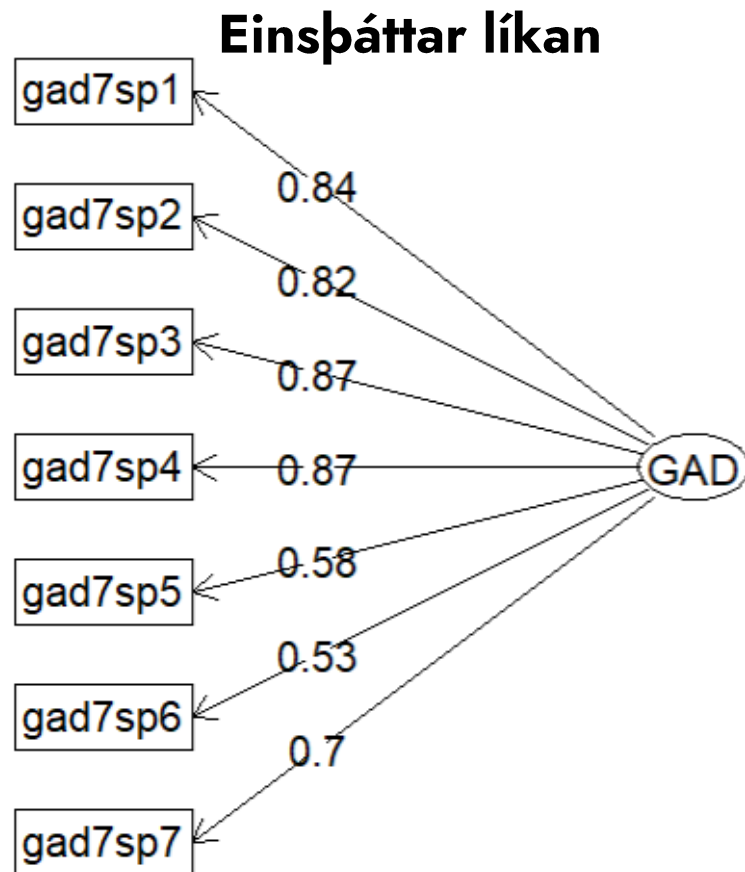
```
> fit1$loadings
```

```
Loadings:
      WLS1
gad7sp1 0.839
gad7sp2 0.841
gad7sp3 0.877
gad7sp4 0.865
gad7sp5 0.574
gad7sp6 0.529
gad7sp7 0.699
```

```
SS loadings      WLS1
Proportion Var 0.575
> |
```

Réttmæti – leitandi þáttagreining í R

- Framkvæmd í R: <https://cran.r-project.org/web/packages/psych/psych.pdf>



Réttmæti – staðfestandi þáttagreining

- Staðfestandi þáttagreining (e. confirmatory factor analysis)
 - Það meikar hugmyndafræðilega sens að tala um undirliggjandi þátt
 - Það eru (línuleg) tengsl milli breyta og þáttar (gögnin henta)
 - Matstækið hefur þekkta þáttabyggingu (hugmyndafræðilega, empírískt)
- Framkvæmd í R: <https://cran.r-project.org/web/packages/lavaan/lavaan.pdf> (bls.5) eða <https://lavaan.ugent.be/tutorial/syntax1.html>
- Framkvæmd í SPSS: EKKI HÆGT!

Réttmæti – staðfestandi þáttagreining

- Staðfestandi þáttagreining (e. confirmatory factor analysis)
 - Framkvæmd í R: <https://cran.r-project.org/web/packages/lavaan/lavaan.pdf> eða <https://lavaan.ugent.be/tutorial/syntax1.html>
- Við skilgreinum formgerðina (þætti) fyrirfram
 - `likan1 <- 'gad =~ gad7sp1 + gad7sp2 + gad7sp3 + gad7sp4 + gad7sp5 + gad7sp6 + gad7sp7'`
 - Kóðinn þýðir: „Almenn kvíðaröskun (gad) er mæld eða metin með (=~) atriðum 1 til 7“
 - Skoðið útskýringar á kóða á Lavaan project síðunni að ofan (=~, ~, ~~...)

Réttmæti – staðfestandi þáttagreining

- Staðfestandi þáttagreining (e. confirmatory factor analysis)
 - Framkvæmd í R: <https://cran.r-project.org/web/packages/lavaan/lavaan.pdf> eða <https://lavaan.ugent.be/tutorial/syntax1.html>
- Við könnum hversu vel gögnin falla að formgerðinni sem við tilgreindum
 - `likan1 <- 'gad =~ gad7sp1 + gad7sp2 + gad7sp3 + gad7sp4 + gad7sp5 + gad7sp6 + gad7sp7'`
 - `fit1 <- cfa(likan1, data = gogn, std.lv = T)`
 - Kóðinn þýðir: „Gerum staðfestandi þáttagreiningu (cfa) á líkaninu sem við skilgreindum, gögnin okkar eru gogn, og [tech alert] við ætlum að staðla dreifni undirliggjandi þáttar (std.lv = T)“

Réttmæti – staðfestandi þáttagreining

- Staðfestandi þáttagreining (e. confirmatory factor analysis)
 - Framkvæmd í R: <https://cran.r-project.org/web/packages/lavaan/lavaan.pdf> eða <https://lavaan.ugent.be/tutorial/syntax1.html>
- Við könnum hversu vel gögnin falla að formgerðinni sem við tilgreindum
 - `summary(fit1)` gefur okkur m.a. þáttahleðslur og villudreifingu
 - `fitmeasures(fit1, c("cfi", "tli", "rmsea", "srmr"))` gefur okkur svokallaða mátstuðla
 - Stuðlarnir segja okkur hversu vel gögnin okkar falla að líkaninu sem við skilgreindum
 - CFI & TLI: Hærra betra, stundum miðað við $\geq 0,95$
 - RMSEA og SRMR: Lægra betra, stundum miðað við $\leq 0,05$

Réttmæti – staðfestandi þáttagreining

```
> summary(fit1)
lavaan 0.6.13 ended normally after 18 iterations
```

```
Estimator              ML
Optimization method    NLMINB
Number of model parameters 14

Number of observations      226

Model Test User Model:

Test statistic          93.011
Degrees of freedom      14
P-value (Chi-square)    0.000
```

Parameter Estimates:

```
Standard errors          Standard
Information              Expected
Information saturated (h1) model  Structured
```

Latent Variables:

	Estimate	Std.Err	z-value	P(> z)
gad =~				
gad7sp1	0.746	0.055	13.627	0.000
gad7sp2	0.730	0.050	14.556	0.000
gad7sp3	0.752	0.050	15.141	0.000
gad7sp4	0.795	0.056	14.118	0.000
gad7sp5	0.449	0.060	7.549	0.000
gad7sp6	0.416	0.058	7.183	0.000
gad7sp7	0.549	0.055	9.929	0.000

```
> fitmeasures(fit1, c("cfi", "tli", "rmsea", "srmr"))
cfi tli rmsea srmr
0.896 0.844 0.158 0.061
~ |
```

Latent Variables:

	Estimate	Std.Err	z-value	P(> z)
gad =~				
gad7sp1	0.746	0.055	13.627	0.000
gad7sp2	0.730	0.050	14.556	0.000
gad7sp3	0.752	0.050	15.141	0.000
gad7sp4	0.795	0.056	14.118	0.000
gad7sp5	0.449	0.060	7.549	0.000
gad7sp6	0.416	0.058	7.183	0.000
gad7sp7	0.549	0.055	9.929	0.000

Variances:

	Estimate	Std.Err	z-value	P(> z)
.gad7sp1	0.347	0.040	8.722	0.000
.gad7sp2	0.258	0.032	8.165	0.000
.gad7sp3	0.232	0.030	7.714	0.000
.gad7sp4	0.346	0.041	8.449	0.000
.gad7sp5	0.627	0.061	10.255	0.000
.gad7sp6	0.603	0.059	10.296	0.000
.gad7sp7	0.482	0.049	9.897	0.000
gad	1.000			

Réttmæti – staðfestandi þáttagreining í R

- Staðfestandi þáttagreining (e. confirmatory factor analysis)
- Hvað er mát reynist ekki viðunandi?
 - Fyrst, athuga hvort öll stillingaratriði hafi verið með réttum hætti

Tech alert: Í `cfa()` skipuninni eru allskonar stillingaratriði, þar á meðal má velja matsaðferð („estimator“). Með því að tilgreina sérstaklega matsaðferð sem hentar breytunum sem við erum að vinna með – raðbreytum – mætti e.t.v. fá réttara og betra mát. Bættum „estimator = “WLSM”, ordered = names(gogn)” við `cfa()` skipunina.

Réttmæti – staðfestandi þáttagreining

lavaan 0.7-15 ended normally after 15 iterations

```
Estimator                DWLS
Optimization method      NLMINB
Number of model parameters 28

Number of observations    226
```

Model Test User Model:

```
Standard Scaled
Test Statistic    53.635 117.459
Degrees of freedom    14    14
P-value (Chi-square)  0.000 0.000
Scaling correction factor
Satorra-Bentler correction 0.457
```

Parameter Estimates:

```
Standard errors Robust.sem
Information      Expected
Information saturated (h1) model Unstructured
```

Latent Variables:

```
Estimate Std.Err z-value P(>|z|)
gad =~
gad7sp1    0.836  0.026  32.414  0.000
gad7sp2    0.885  0.018  48.712  0.000
gad7sp3    0.899  0.018  48.981  0.000
gad7sp4    0.854  0.022  38.095  0.000
gad7sp5    0.597  0.051  11.749  0.000
gad7sp6    0.529  0.054   9.746  0.000
gad7sp7    0.694  0.045  15.429  0.000
```

```
> fitmeasures(fit2, c("cfi", "tli", "rmsea", "srmr"))
cfi tli rmsea srmr
0.992 0.988 0.112 0.072
> |
```

Réttmæti – staðfestandi þáttagreining í R

- Staðfestandi þáttagreining (e. confirmatory factor analysis)
- Hvað er mát reynist ekki viðunandi?
 - Svo, athuga hvað svokallaðir breytistuðlar leggja til
 - `modindices(fit2, sort = TRUE, maximum.number = 5)`

```
0.1502 0.1500 0.1112 0.1072
> modindices(fit2, sort = TRUE, maximum.number = 5)
      lhs op      rhs      mi      epc sepc.lv sepc.all sep
58 gad7sp2 ~~ gad7sp3 25.842  0.236   0.236   1.157
70 gad7sp5 ~~ gad7sp6 10.139  0.207   0.207   0.305
67 gad7sp4 ~~ gad7sp5   9.997  0.192   0.192   0.461
60 gad7sp2 ~~ gad7sp5   9.843 -0.234  -0.234  -0.628
54 gad7sp1 ~~ gad7sp4   9.428  0.140   0.140   0.491
> |
```

2. Ekki tekist að bægja frá þér áhyggjum eða hafa stjórn á þeim

3. Haft of miklar áhyggjur af ýmsum hlutum

Réttmæti – staðfestandi þáttagreining í R

- Staðfestandi þáttagreining (e. confirmatory factor analysis)
- Hvað er mát reynist ekki viðunandi?
 - Svo, athuga hvað svokallaðir breytistuðlar leggja til
 - `likan2 <- 'gad =~ gad7sp1 + gad7sp2 + gad7sp3 + gad7sp4 + gad7sp5 + gad7sp6 + gad7sp7
gad7sp2 ~~ gad7sp3'`
 - `fit2 <- cfa(likan2, data = gogn, std.lv = T,
estimator = "WLSM", ordered = names(gogn_gad))`

Réttmæti – staðfestandi þáttagreining í R

- Staðfestandi þáttagreining (e. confirmatory factor analysis)
- Hvað er mát reynist ekki viðunandi?
 - Með því að leyfa fylgni milli atriða sem snúa að áhyggjum batna mátgæði umtalsvert (athuga, verða að vera rök fyrir breytingum!)

Latent Variables:

	Estimate	Std.Err	z-value	P(> z)
gad =~				
gad7sp1	0.868	0.026	33.269	0.000
gad7sp2	0.786	0.030	26.179	0.000
gad7sp3	0.808	0.027	29.534	0.000
gad7sp4	0.896	0.022	40.923	0.000
gad7sp5	0.611	0.051	12.061	0.000
gad7sp6	0.539	0.055	9.858	0.000
gad7sp7	0.712	0.046	15.544	0.000

Covariances:

	Estimate	Std.Err	z-value	P(> z)
.gad7sp2 ~~				
.gad7sp3	0.219	0.038	5.783	0.000

```
> fitmeasures(fit3, c("cfi", "tli", "rmsea", "srmr"))
cfi tli rmsea srmr
0.997 0.995 0.071 0.059
> |
```

```
          Df AIC BIC  Chisq Chisq diff Df diff Pr(>Chisq)
fit3  13          27.819
fit2  14          53.635    31.535      1 1.959e-08 ***
```

Samantekt

- Við gerum þá kröfu að matstæki sem við notum
 - a) skili stöðugri og nákvæmri niðurstöðu, og að
 - b) niðurstaðan sé magnbinding á fyrirbærinu sem ætlunin er að meta og engu öðru (sérlega relevant þegar summuskor eru notuð)
- Próffræðilegir eiginleikar upplýsa okkur um að hversu vel matstæki standast þær kröfur

Samantekt

- GAD-7 (þ.e. summuskorið!) er mikið notaður í klíník og rannsóknum – verðum að ganga úr skugga um að próffræðilegir eiginleikar séu ásættanlegir
- Áreiðanleiki
 - Alfa var 0,87 – vel viðunandi, einkum vegna þess að það eru fá atriði
 - Omega var hærrí, 0,90 – það er nokkuð gott
- Réttmæti
 - Virðist sem einn þáttur lýsi gögnunum nægilega vel
 - ...mögulega annar smærri þáttur líkamlegra einkenna, en ekki afgerandi vísbendingar
 - Ályktum sem svo að summuskorið sé réttmætur mælikvarði á einkenni almennrar kvíðaröskunar í klínísku úrtaki

Hjálparefni

Á [svæði Próffræðistofu](#) á vef Heilbrigðisvísindastofnunar má finna [umfjöllun um próffræðilega eiginleika](#) – skoðið hana! Þar inn fara einnig þessar glærur og fyrirlestur.

Tíma í ráðgjöf má bóka á sameiginlegri bókunarsíðu Próffræðistofu og Tölfræðiráðgjafar: <https://trhvs.simplybook.it/v2/>. Fyrirspurnir má senda á phvs@hi.is.

Annað gagnlegt

- **Meginhlutagreining**

- SPSS: <https://statistics.laerd.com/spss-tutorials/principal-components-analysis-pca-using-spss-statistics.php>
- R: <https://www.r-bloggers.com/2018/04/p-is-for-principal-components-analysis-pca/>

- **Kennslubók í Jamovi**

- <https://www.learnstatswithjamovi.com/>

- **Greinar**

- McNeish, D. (2018). Thanks coefficient alpha, we'll take it from here. *Psychological methods*, 23(3), 412.
- Flora, D. B. (2020). Your coefficient alpha is probably wrong, but which coefficient omega is right? A tutorial on using R to obtain better reliability estimates. *Advances in Methods and Practices in Psychological Science*, 3(4), 484-501.
- Fyrir þau sem hafa gaman af fræðilegum rifrildum: Raykov, T., & Marcoulides, G. A. (2019). Thanks coefficient alpha, we still need you!. *Educational and psychological measurement*, 79(1), 200-210.



HÍ

HEILBRIGÐISVÍSINDASTOFNUN

Gangi ykkur vel!

