

# SPEARMAN SE G EN DIE FAKTORSTRUKTURE VAN DIE SENIOR AANLEGTOETSE EN DIE ALGEMENE SKOLASTIESE AANLEGTOETS

G P DE BRUIN

Departement Sielkunde  
Randse Afrikaanse Universiteit

## ABSTRACT

**Spearman's G and the factor structures of the Senior Aptitude Test and the General Scholastic Aptitude Test.** Scores of 1507 university students on the six subtests of the General Scholastic Aptitude Test (GSAT) and on nine subtests of the Senior Aptitude Tests (SAT) were subjected to a joint confirmatory factor analysis. This procedure was followed to examine (a) the extent to which scores in respect of the two batteries of tests, are explained by a general factor (Spearman's *g*), and (b) the relationship between the two general factors. Scores on the GSAT subtests were adequately explained by just one factor. With regard to the SAT three group factors could be distinguished, namely Verbal Ability, Visual-Spatial Ability and Numerical Ability. The correlations between the group factors were so high that the influence of a general factor was evident. The general factors underlying the SAT and GSAT respectively, also correlated significantly. In view of findings suggesting the general intelligence is the best single predictor of criteria such as academic success and work performance, the GSAT is recommended for selection purposes.

## OPSOMMING

Tellings van 1507 universiteitstudente op die ses subtoetse van die ASAT en nege subtoetse van die SAT, is gesamentlik aan 'n bevestigende faktorontleding onderwerp. Hierdie prosedure is gevolg om ondersoek in te stel na (a) die mate waartoe 'n algemene faktor (Spearman se *g*) die tellings op die twee batterye toetse onderskeidelik onderlê, en (b) wat die verwantskap tussen die twee algemene faktore sou wees. Ten opsigte van die ASAT is dit duidelik dat slegs een faktor tellings op al ses subtoetse verklaar. Ten opsigte van die SAT kon drie groepsfaktore onderskei word, naamlik Verbale Vermoë, Visueel-Ruimtelike Vermoë en Numeriese Vermoë. Die korrelasies tussen die drie groepsfaktore was egter so hoog dat dit duidelik is dat daar 'n algemene faktor onderliggend is aan die nege subtoetse. Die algemene faktore wat die SAT en ASAT subtoetse onderskeidelik onderlê, het ook 'n beduidende verband met mekaar getoon. In die lig van getuienis wat daarop dui dat algemene verstandelike vermoë die beste enkele voorspeller van kriteria soos akademiese sukses en werksprestasie is, word die gebruik van die ASAT vir keuringsdoeleindes aanbeveel.

Spearman (1927) het die mening uitgespreek dat individuele verskille in verstandelike vermoë in terme van twee faktore verklaar kan word, naamlik (a) 'n algemene faktor wat prestasie in alle verstandelike aktiwiteite wat 'n mate van kompleksiteit behels, onderlê, en (b) spesifieke faktore wat eie is aan elke besondere taak of aktiwiteit wat gemeet word. Vir hom was die algemene faktor, oftewel *g*, van veel groter teoretiese belang as die spesifieke faktore (en laasgenoemde kan vanuit sy gesigspunt inderwaarheid as metingsfoute beskou word). Spearman het die belangrikheid van die *g*-faktor afgelei uit die verskynsel dat tellings op verstandsmetings altyd positief met mekaar korreleer (mits die tellings van 'n verteenwoordigende en ewekansig geselekteerde steekproef verkry is). In psigometrie terminologie word daar na hierdie verskynsel as "positive manifold" verwys. Detterman en Daniel (1989, p. 349) laat hulle as volg hieroor uit: "Positive manifold among mental tests is one of the most reliable, replicable, and important empirical discoveries about human ability yet found". Jensen (1986) wys ook daarop dat geen psigometrikus nog daarin kon slaag om 'n aantal toetse van verskillende vermoëns te konstrueer wat nie in 'n groot en verteenwoordigende steekproef positiewe korrelasies met mekaar toon nie.

Na aanleiding van sy metodologiese deurbraak op die gebied van meervoudige faktorontleding, het Thurstone (1938) 'n aantal relatief onafhanklike primêre verstandvermoëns geïsoleer. Hierdie primêre vermoëns is as 'n teenvoeter vir Spearman se *g* voorgehou en verteenwoordig die basiese elemente waaruit die intellek opgebou is.

Dit het egter geblyk dat die primêre vermoëns onderling positief met mekaar korreleer (die verskynsel van "positive manifold"). Eysenck (1939) het in 'n herontleding van Thurstone se gegewens aangetoon dat dit moontlik was om 'n betekenisvolle algemene faktor uit die interkorrelasiematriks te onttrek en nog steeds daarna Thurstone se primêre vermoëns of groepsfaktore te identifiseer. Thurstone het ook later toegegee dat 'n hoër-orde-faktor uit die interkorrelasies van sy primêre vermoëns onttrek kon word wat versoenbaar met Spearman se *g* is (Thurstone & Thurstone, 1941). Waar Spearman (1927), Burt (1917) en Eysenck (1939) die algemene faktor direk uit die interkorrelasiematriks van die verstandsmetings onttrek het (dit wil sê op eerste-orde-vlak), het Thurstone die algemene faktor uit die interkorrelasies van die skuinsgeroteerde primêre faktore onttrek (dit wil sê op tweede-orde-vlak). Die Britse sielkundige Vernon (1961) het na aanleiding van bogenoemde 'n hiërargiese model van vermoëns voorgestel waar *g* die hoogste vlak in die hiërargie verteenwoordig, met die primêre vermoëns op 'n volgende vlak en spesifieke vermoëns op die heel laagste vlak. Ree en Earles (1991a) het aangetoon dat *g*-faktore wat op 'n hiërargiese wyse verkry is, byvoorbeeld soos deur Vernon (1961), en *g*-faktore wat direk op eerste-orde-vlak onttrek word (die eerste ongeroteerde hoofkomponent of hooffaktor), baie sterk ooreenkomste toon. Die korrelasies tussen die hoër-orde-faktore, eerste ongeroteerde hoofkomponente en eerste ongeroteerde hooffaktor was in Ree en Earles se studie almal groter as 0,93 wat daarop dui dat dit nie werklik saak maak op welke van die drie wyses die *g*-faktor onttrek word nie.

Die verskynsel dat prestasie in 'n wye verskeidenheid van verstandsmetings altyd positief met mekaar korreleer (mits die verdelings nie sterk skeef is nie), impliseer dat persone wat hoë tellings op een toets behaal, waarskynlik ook hoë tellings op ander toetse sal behaal. Dit laat die vraag ontstaan of dit nodig is om 'n wye verskeidenheid van primêre vermoëns te takseer en of dit voldoende sal wees om slegs 'n raming van 'n persoon

se algemene vermoë te verkry vir die voorspelling van kriteria soos akademiese sukses en werksprestasie. In hierdie verband rapporteer Hunter (1986) omvattende getuienis wat daarop dui dat groepsfaktore weinig voorspellingswaarde toon wat nie ook deur *g* getoon word nie. Ree en Earles (1991b) en Ree, Earles en Teachout (1994) het ook aangetoon dat *g* die beste enkele voorspeller van sukses in opleiding en sukses in die werksplek onderskeidelik is. Groepsfaktore het in hul studies wel 'n statisties beduidende bykomende bydrae gelewer in die voorspelling van sukses, maar hierdie bydraes was in praktiese terme van geringe waarde. Hierdie bevindings vind aansluiting by Roznowski en Hulin (1992) se siening dat tellings op 'n algemene intelligensietoets waarskynlik die nuttigste enkele stuk inligting is waaroor 'n sielkundige in 'n keuringsituasie kan beskik.

## DIE VERALGEMEENBAARHEID VAN G

Kritici van *g* beklemtoon dat dit 'n vae konstruk is wat afhanklik is van die aard van die battery toetse waaruit dit onttrek word. Hieruit blyk dit dat daar nie net een *g* is nie, maar verskeie *g*'s, afhange van die betrokke matriks van interkorrelasies waaruit dit onttrek word. In antwoord hierop wys Jensen (1980) daarop dat *g*'n hipotetiese konstruk verteenwoordig wat nooit direk meetbaar is nie. In hierdie sin kan *g* vergelyk word met die hipotetiese ware telling van die klassieke toetsteorie. Geen enkele toetsbattery kan 'n volledige en akkurate weerspieëling van *g* verskaf nie, as gevolg van psigometriese steekproeffoute (Jensen, 1986). Die feit dat *g*-faktore van verskillende batterye nie perfek met mekaar korreleer nie, kan dus daaraan toegeskryf word dat elke battery 'n onvolmaakte steekproef van die universum van moontlike verstandstoetse wat deur *g* onderlê word, verteenwoordig. Jensen (1980) beklemtoon verder dat indien *g* uit 'n omvattende (tien of meer) en uiteenlopende reeks toetse onttrek word, dit tipies baie hoog korreleer met die *g* wat uit 'n ander stel omvattende en uiteenlopende toetse onttrek word. In hierdie verband wys Jensen (1986) op die korrelasie van 0,80 tussen die *g*-faktore van die verbale en nie-verbale subtoetse van die Wechsler Intelligensie Skaal vir Volwassenes (WISV). Dit blyk dus dat bykans dieselfde *g* uit die twee uiteenlopende stelle toetse onttrek kan word, ten spyte daarvan dat hulle radikaal ten opsigte van die inhoud van hul items verskil. In aansluiting hierby het Vernon (1989) aangetoon dat die *g* van 'n battery intelligensietoetse (insluitende die WISV; die Raven Advanced Progressive Matrices; die Armed Services Vocational Aptitude Battery; en die Multidimensional Aptitude Battery) en die *g* van 'n reeks reaksietydtoetse, korrelasies van tussen -0,260 en -0,673 met mekaar getoon het (die negatiewe teken dui daarop dat reaksietyd afneem soos wat intelligensie toeneem). Hierdie korrelasies is nie so hoog dat daaruit afgelei kan word dat presies dieselfde konstruk deur die twee *g*'s gemeet word nie. Gegee die uiteenlopendheid van die tipe toetse waaruit die faktore onttrek is, kan die verkeë korrelasies egter as ondersteuning gesien word vir Spearman (1927) se siening dat *g* besonder omvattend is en dat 'n wye verskeidenheid van toetse as aanwysers vir *g* gebruik kan word (Vernon, 1989).

## DIE METING VAN VERSTANDSVERMOËNS IN SUID-AFRIKA

Die Senior Aanlegtoetse (SAT; Fouché & Verwey, 1978) en die Algemene Skolastiese Aanlegtoets (ASAT; Claassen, de Beer, Hugo & Meyer, 1991) word dikwels in Suid-Afrikaanse opvoedkundige inrigtings gebruik om metings van primêre en algemene verstandvermoëns onderskeidelik te verkry. Die SAT is getrou aan die tradisie van Thurstone se primêre verstandvermoëns en bestaan uit twaalf subtoetse wat elk 'n afsonderlike vermoë meet. Op grond van faktorontledings wat deur die Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing gedoen is, rapporteer Owen (1988) dat die subtoetse van die SAT as volg gegroepeer kan word: Verbale Begrip (Verbale Begrip, Woordbou en Geheue), Numeriese Vermoë (Berekening en Vergelyking), Visueel-Ruimtelike Redenering (Patroonvoltooiing, Figuurreekse, Ruimtelik-2D en Ruimtelik 3-D), Klerklike Aanleg (Vergelyking en Skryfspoed), Geheue (Geheue-Paragraaf en

Geheue-Simbole), en Motoriese Vaardigheid (Koördinasie en Skryfspoed).

Owen (1988) wys daarop dat daar betreklik hoë positiewe korrelasies tussen sekere toetse van die SAT is. Hierdie korrelasies kan waarskynlik aan 'n algemene faktor toegeskryf word. Geen hoërorde-faktorontleding van die SAT-subtoetse word egter deur Owen of in die handleiding van die SAT gerapporteer nie (Fouché & Verwey, 1978).

In teenstelling met die SAT, beklemtoon die outeurs van die ASAT dat laasgenoemde bedoel is as 'n toets van algemene intelligensie, oftewel *g*. Die outeurs stel dit ook dat die ASAT nie ontwikkel is "met die doel om 'n gedifferensieerde beeld van intellektuele vermoëns te gee nie" (Claassen *et al.*, 1991, p. 1). Die ASAT bestaan uit ses subtoetse. Drie subtoetse, naamlik Woordanalogieë, Woordpare en Verbale Redenering, vorm saam 'n verbale skaal. Die oorblywende drie subtoetse, naamlik Getalrye, Patroonvoltooiing en Figuuranalogieë, vorm saam 'n nie-verbale skaal. Alhoewel daar tussen 'n verbale en nie-verbale skaal onderskei word, blyk dit uit die faktorontledings wat deur Claassen *et al.* (1991) gerapporteer is, dat al ses subtoetse in wese 'n enkele konstruk meet. Verdere getuienis vir die ekwivalensie van die verbale en nie-verbale skale blyk daaruit dat hulle identiese korrelasies van 0,62 met die Raven-toets getoon het (Claassen *et al.*, 1991). Laasgenoemde is 'n volledig nie-verbale toets en 'n mens sou dus verwag dat dit 'n hoër korrelasie met die nie-verbale skaal van die ASAT sou toon as met die verbale skaal. Die feit dat dieselfde korrelasie verkry is, bied tentatiewe ondersteuning vir die afleiding dat die verbale en nie-verbale skale dieselfde konstruk, naamlik *g* meet.

Claassen *et al.* (1991) rapporteer ook 'n gesamentlike faktorontleding van die ASAT en SAT-subtoetse. Vier faktore is uit die interkorrelasiematriks onttrek en aan die hand van die Direct Quartimin kriterium na 'n skuins geroteerde eenvoudige struktuur getransformeer. Die eerste faktor kan as 'n algemene faktor beskou word, aangesien al die ASAT-subtoetse en al die SAT-subtoetse wat komplekse verstandsaktiwiteite behels, betekenisvolle ladings daarop gehad het. Die oorblywende faktore was heelwat kleiner en is oorwegend deur ladings van die SAT-subtoetse gekenmerk. Alhoewel hierdie studie daarop dui dat 'n algemene faktor die subtoetse van die SAT en ASAT onderlê, verskaf dit nie duidelikheid oor die mate waartoe die algemene faktore van die SAT en ASAT met mekaar ooreenstem nie. 'n Moontlike oplossing sou wees om *g*-faktore uit albei batterye afsonderlik te onttrek en dan dié faktore met mekaar te korreleer.

Die doel van die onderhawige studie is dus om in die lig van die oënskynlike belangrikheid van *g*, ondersoek in te stel na die mate waartoe tellings op die SAT-subtoetse deur 'n algemene faktor onderlê word en om hierdie algemene faktor te vergelyk met die algemene faktor wat uit tellings op die ASAT onttrek kan word.

## METODE

### Proefpersone

Eerstejaarstudente aan die Randse Afrikaanse Universiteit voltooi aan die begin van elke akademiese jaar 'n omvattende battery psigometriese toetse wat vir navorsing en voorligtingsdoeleindes gebruik word. Al die studente wat die ASAT en SAT in 1994 voltooi het, is as proefpersone gebruik ( $n = 1507$ ). Ongeveer ewe veel mans en vrouens het deelgeneem en die gemiddelde ouderdom was 18 jaar. Dit dien vermeld te word dat die huidige steekproef se variansie ten opsigte van die gemete veranderlikes waarskynlik ingeperk is, aangesien daar verwag kan word dat die meeste universiteitstudente oor bogemiddelde verstandelike vermoëns beskik en dus 'n geselekteerde en relatief homogene groep verteenwoordig. Hierdie inperking behoort 'n depressiewe effek op die waargenome korrelasies te hê (Hunter & Schmidt, 1990) en kan ook tot gevolg hê dat 'n algemene faktor nie so geredelik geïdentifiseer sal word as wat by 'n verteenwoordigende steekproef die geval sou wees nie (Jensen, 1986, Vernon, 1979).

### Meetinstrumente

Die subtoetse van sowel die SAT as die ASAT is reeds in die voorafgaande paragrawe aangedui. Die KR-8 betroubaarheidskoëffisiënte vir die SAT-subtoetse wissel tussen 0,71 en 0,92 (Fouché & Verwey, 1978) en kan as redelik bevredigend beskou word. Ten opsigte van die ASAT rapporteer Claassen *et al.* (1991) KR-8 betroubaarheidskoëffisiënte vir persone tussen 14 en 18 jaar wat wissel tussen 0,93 en 0,97. Hierdie koëffisiënte suggereer dat betroubare tellings aan die hand van die ASAT verkry kan word. Ten opsigte van die geldigheid van bogenoemde instrumente kan daar na die voorafgaande paragrawe verwys word.

### Statistiese ontleding

Ten einde die verwantskap tussen die algemene faktore wat die SAT en ASAT onderskeidelik onderlê, te ondersoek, is daar van 'n maksimum aanneemlikheid bevestigende faktorontleding gebruik gemaak. Hierdie tegniek is bo 'n gewone eksploratiewe faktorontleding gekies, aangesien die modelle wat getoets sal word vooraf op grond van empiriese en teoretiese oorwegings gespesifiseer word. Alle ontledings is aan die hand van Bentler (1989) se EQS-program uitgevoer.

Twee modelle is getoets. In albei modelle is gespesifiseer dat die ASAT-subtoetse op slegs een algemene faktor, naamlik ASAT-g, laai. By Model 1 is daar ook gespesifiseer dat al die SAT-toetse op slegs een algemene faktor, naamlik SAT-g, laai. Geen groepsfaktore is dus in hierdie model gespesifiseer nie. Model 1 word in Figuur 1 uitgebeeld. Die volgende notasie is in die figure gebruik: (a) Faktore word deur sirkels aangedui; (b) waargenome veranderlikes of toetstellings word deur reghoeke aangedui; (c) faktorladings word deur eenrigtingpyle vanaf die sirkels na reghoeke aangedui; (d) kovariansies of korrelasies tussen faktore word deur geboë tweerigtingpyle aangedui; (e) eksterne invloede op faktore en waargenome veranderlikes wat nie in die modelle verreken is nie, word deur eenrigtingpyle

sonder oorsprong aangedui. By Model 2 is daar wel groepsfaktore gepostuleer op grond van faktorontledings wat deur Owen (1988) gerapporteer is en wat reeds in die voorafgaande paragrawe bespreek is. Hierdie model word in Figuur 2 aangedui. Slegs subtoetse een tot nege van die SAT is by die modelle ingesluit en wel om die volgende redes: (a) die Skryfspoed en Koördinasie-subtoetse is motories van aard en behels geen komplekse verstandelike manipulasie nie; (b) albei hierdie toetse toon onbenullige ladings op die algemene faktor wat deur Claassen *et al.* (1991) gerapporteer word; en (c) daar word gewoonlik 'n minimum van drie aanwysers per gepostuleerde faktor verlang. Die Geheue, Klerklike en Psigomotoriese Koördinasie-faktore is derhalwe nie in die model vervat nie. Alhoewel die Numeriese-faktor ook slegs twee aanwysers het, was die ladings van hierdie aanwysers hoog en 'n bevredigende faktoroplossing is verkry. Dit sou nie die geval wees as die Geheue, Klerklike en Psigomotoriese Koördinasie-faktore ook by die model ingesluit sou wees nie. Al die SAT-subtoetse wat in die model vervat is, met die uitsondering van Geheue (Paragraaf), het in die Claassen *et al.* (1991) studie relatief hoë ladings op die algemene faktor wat uit die interkorrelasies van die SAT- en ASAT-subtoetse onttrek is, getoon.

Verskeie gehalte-van-passingsindekse is gebruik om die passing van die data met die gespesifiseerde modelle te evalueer. Aangesien die huidige steekproef baie groot is, is daar vooraf verwag dat albei modelle deur die chi-kwadraat toets verwerp sou word (Browne & Cudeck, 1993). Gevolglik is daar gesteun op die Bentler-Bonnet Normed Fit Index (NFI), die Bentler-Bonnet Non-normed Fit Index (NNFI) en die Comparative Fit Index (CFI) (Bentler, 1989). Vir al drie indekse dui waardes van 0,90 en hoër op 'n aanvaarbare passing (Comrey & Lee, 1992). 'n Verdere riglyn aan die hand waarvan die modelle geëvalueer is, is die grootte van die gestandaardiseerde wortel van die gemiddelde gekwadreerde residu (GWGKR). Vir laasgenoemde is dit wenslik dat die waarde so klein as moontlik moet wees.

TABEL 1  
INTERKORRELASIES, GEMIDDELDDES EN STANDAARDAFWYKINGS VAN DIE ASAT EN SAT SUBTOETSE

	ASAT1	ASAT2	ASAT3	ASAT4	ASAT5	ASAT6	SAT1	SAT2	SAT3	SAT4	SAT5	SAT6	SAT7	SAT8	SAT9
ASAT1	1,00														
ASAT2	0,71	1,00													
ASAT3	0,74	0,78	1,00												
ASAT4	0,70	0,73	0,75	1,00											
ASAT5	0,79	0,70	0,76	0,72	1,00										
ASAT6	0,70	0,69	0,73	0,76	0,71	1,00									
SAT1	0,43	0,41	0,45	0,35	0,38	0,45	1,00								
SAT2	0,24	0,42	0,37	0,28	0,22	0,29	0,50	1,00							
SAT3	0,35	0,28	0,35	0,24	0,29	0,34	0,62	0,36	1,00						
SAT4	0,26	0,28	0,31	0,25	0,25	0,29	0,54	0,50	0,47	1,00					
SAT5	0,38	0,45	0,44	0,44	0,35	0,47	0,60	0,45	0,43	0,45	1,00				
SAT6	0,35	0,41	0,41	0,39	0,32	0,44	0,60	0,41	0,46	0,42	0,56	1,00			
SAT7	0,35	0,40	0,39	0,38	0,30	0,45	0,53	0,41	0,41	0,41	0,51	0,56	1,00		
SAT8	0,36	0,44	0,43	0,44	0,33	0,50	0,55	0,42	0,39	0,40	0,57	0,59	0,71	1,00	
SAT9	0,32	0,27	0,33	0,24	0,27	0,31	0,50	0,37	0,47	0,44	0,39	0,40	0,36	0,32	1,00
$\bar{X}$	20,53	19,70	20,25	19,43	21,64	19,10	18,77	18,90	9,87	21,20	19,83	19,55	8,97	19,40	12,87
s.a.	3,93	4,52	4,05	4,02	3,97	4,13	4,89	6,82	6,08	4,47	6,08	6,20	6,47	5,86	4,11

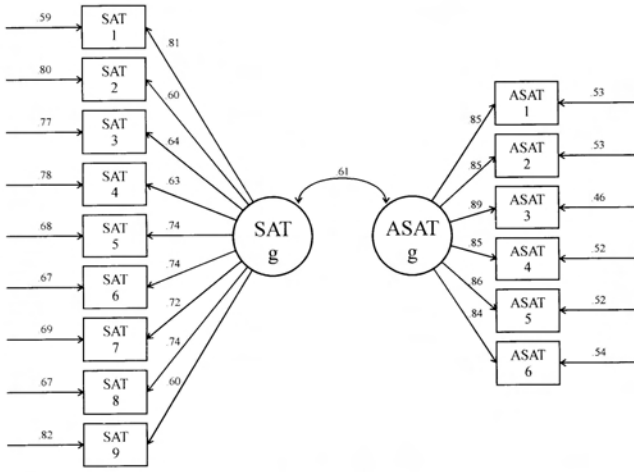
Nota: n = 1507. SAT 1 = Verbale Begrip, SAT 2 = Berekeninge, SAT 3 = Woordbou, SAT 4 = Vergelyking, SAT 5 = Patroonvoltooiing, SAT 6 = Figuurreeke, SAT 7 = Ruimtelik 2-D, SAT 8 = Ruimtelik 3-D, SAT 9 = Geheue (Paragraaf), ASAT 1 = Woordanalogieë, ASAT 2 = Getalrye, ASAT 3 = Verbale Redenering, ASAT 4 = Patroonvoltooiing, ASAT 5 = Woordpare, ASAT 6 = Figuuranalogieë.

### RESULTATE

Die gemiddeldes, standaardafwykings en korrelasies van die 15 subtoetse word in Tabel 1 gelys. Alhoewel korrelasies hier gerapporteer word (aangesien dit makliker as kovariansies geïnterpreteer kan word), is alle berekenings op die kovariansies van die subtoetse uitgevoer (vergelyk Cudeck, 1989). Nesselroade en Thompson (1995) beklemtoon in hierdie verband dat meer akkurate en stabiele resultate by strukturele vergelykingsmodelering verkry word indien die ontledings op

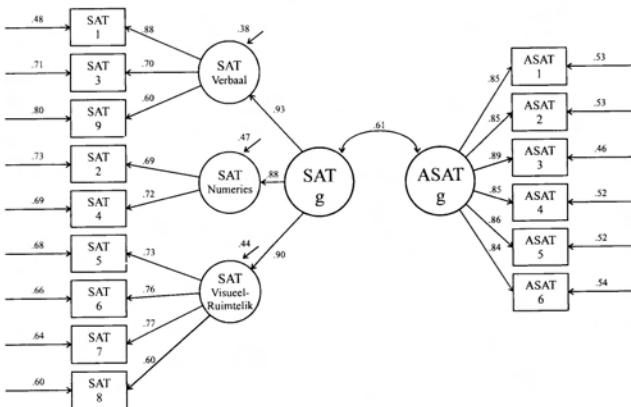
kovariansies eerder as korrelasies uitgevoer word.

Die volgende gehalte van passingsindekse is vir Model 1 verkry: NFI = 0,915; NNFI = 0,906; CFI = 0,92 en GWGKR = 0,002. Hierdie indekse dui daarop dat Model 1 'n goeie passing met die verkreeë data toon. Hierdie model is baie ekonomies in die sin dat slegs twee faktore bykans al die kovariansie tussen die vyftien subtoetse van die ASAT en die SAT verklaar (die GWGKR was slegs 0,002). Die korrelasie tussen die twee algemene faktore is 'n hoogs betekenisvolle 0,61.



Figuur 1: Metingsmodel vir Model 1 met beraamde gestandaardiseerde parameters.

Die volgende gehalte van passingsindekse is vir Model 2 verkry: NFI = 0,935; NNFI = 0,927; CFI = 0,94; en GWGKR = 0,002. Hierdie indekse dui daarop dat Model 2 'n effense beter passing met die data as Model 1 toon. Ter ondersteuning hiervan is die verskil van die chi-kwadrat van die twee modelle statisties betekenisvol ( $\chi^2 = 304,326$ ; g.v. = 3;  $p < 0,01$ ), wat daarop dui dat Model 2 statisties 'n betekenisvol beter passing met die data toon as Model 1 (Loehlin, 1987). Model 2 is getrou aan die hiërgiesse tradisie van Vernon (1961) en laat ruimte vir sowel groepsfaktore as 'n algemene faktor. Al drie groepsfaktore het hoë ladings op die SAT-g faktor getoon ten spyte daarvan dat hulle onderskeie subtoetse van 'n uiteenlopende aard is. Deur van Wright (1920) se reëls vir roete-ontleding gebruik te maak (Loehlin, 1987), is die volgende korrelasies tussen die drie groepsfaktore verkry: Verbaal en Numeries,  $r = 0,82$ ; Verbaal en Visueel-Ruimtelik,  $r = 0,83$ ; en Numeries en Visueel-Ruimtelik,  $r = 0,78$ . Net soos by Model 1 was die korrelasie tussen die SAT-g en ASAT-g faktore 0,61.



Figuur 2: Metingsmodel vir Model 2 met beraamde gestandaardiseerde parameters.

## BESPREKING

In die bespreking sal daar hoofsaaklik op drie elemente gefokus word. In die eerste plek sal die faktorstruktuur van die ASAT en die SAT onderskeidelik bespreek word. Tweedens sal daar op die korrelasie tussen SAT-g en ASAT-g gefokus word. In die laaste plek sal die praktiese implikasies van die bevindings bespreek word.

Uit albei modelle blyk dit dat al ses subtoetse van die ASAT baie goeie aanwysers van die algemene faktor is wat die kovariansies tussen hulle onderlê, aangesien elke subtoets hoë ladings op die faktore getoon het (vergelyk Figure 1 en 2). Hierdie gegewens ondersteun dus Claassen *et al.* (1991) se siening dat al ses subtoetse algemene intelligensie of skolastiese aanleg meet.

Net soos by die ASAT is al nege subtoetse van die SAT relatief goeie aanwysers van die algemene faktor wat die kovariansies tussen hulle onderlê. Uit Figuur 1 blyk dit dat Verbale Begrip die beste aanwyser van die algemene faktor is. Hierdie bevinding ondersteun Fouché en Verwey (1978) se siening dat hierdie subtoets oorwegend *g*, oftewel die algemene verstandsfaktor, meet. Relatief gesproke is Berekeninge en Geheue (Paragraaf) die swakste aanwysers van SAT-*g* vir die betrokke steekproef. Jensen (1980) noem in hierdie verband dat wiskundige items waar die toetsling slegs rekenkundige prosedures was in 'n item gespesifiseer word (byvoorbeeld optel, aftrek, vermenigvuldig of deel) moet deurvoer, tipies nie goeie aanwysers van *g* is nie. Die items van die Berekeninge subtoetse is van hierdie aard aangesien die toetsling bloot vooraf gespesifiseerde prosedures moet deurvoer. Daarenteen is wiskundige items waar die toetsling self moet aflei watter tipe berekening gedoen moet word, byvoorbeeld die Getalprobleme-subtoets van die Senior Suid-Afrikaanse Individuele Skaal – Hersien (van Eeden, 1992), tipies goeie aanwysers van *g*. Wat geheue betref, noem Jensen (1980) dat toetse wat bloot die vermoë om te onthou meet, soos die Geheue (Paragraaf)-subtoets, nie baie sterk aanwysers van *g* is nie. Geheue-items wat 'n mate van verstandelike manipulasie vereis, byvoorbeeld die Syfergeheue-agteruittoets van die WISV, is egter sterker aanwysers van *g*. Die SAT-struktuur in Model 2 is meer insluitend as die struktuur in Model 1, aangesien dit ruimte vir sowel groepsfaktore as 'n algemene faktor laat. Uit Figuur 2 blyk dit dat al die SAT-subtoetse goeie aanwysers van hul onderskeie groepsfaktore is en dat al drie groepsfaktore baie sterk aanwysers van SAT-*g* is. Hierdie model het ook statisties 'n effens beter passing met die verkreeë kovariansies van die subtoetse getoon. Die hoë korrelasies tussen die groepsfaktore (soos verkry deur die toepassing van Wright (1920) se reëls) laat egter twyfel ontstaan oor die teoretiese wenslikheid van die groepsfaktore, aangesien daar 'n groot mate van oorvleueling tussen hulle is. Sodanige oorvleueling is nie versoenbaar met die wetenskaplike doelstelling van ekonomiese beskrywing nie. Hierdie hoë korrelasies is teoreties betekenisvol aangesien die inhoud van die toetse beduidend van mekaar verskil. Hierdie bevinding bied dus ondersteuning vir Spearman (1927) se siening dat *g* prestasie op 'n wye verskeidenheid van verstandstoetse onderlê.

Die bevinding dat die eerste-orde SAT-*g* en die hiërgiesse SAT-*g* albei korrelasies van 0,61 met ASAT-*g* getoon het, bied ondersteuning vir Ree en Earles (1991a) se bevinding dat eerste-orde algemene faktore ekwivalent is aan algemene faktore wat op 'n hiërgiesse wyse verkry is (mits dit uit dieselfde interkorrelasie-matriks van tellings op 'n battery verstandstoetse verkry is).

Die korrelasie van 0,61 is baie naby aan die korrelasie van 0,62 wat die ASAT met die Raven-toets toon (Claassen *et al.*, 1991). Waar die Raven-toets se inhoud egter baie spesifiek en eng is (naamlik matrikse met ontbrekende dele), bestaan die SAT uit 'n wye verskeidenheid toetse. Daar behoort egter in gedagte gehou te word dat die *ware* korrelasie tussen SAT-*g* en ASAT-*g* waarskynlik hoër is, aangesien die huidige steekproef meer homogeen ten opsigte van verstandelike vermoë is as die algemene populasie (Hunter & Schmidt, 1990). Al blyk dit dus uit die verkreeë korrelasie dat die twee faktore nie presies dieselfde konstruk verteenwoordig nie, is die mate van oorvleueling van so 'n aard dat daar afgelei kan word dat albei faktore deur 'n hoër-orde-faktor onderlê word, wat moontlik as algemene intelligensie beskryf kan word.

Die hoë korrelasies tussen die groepsfaktore van die SAT suggereer dat hulle weinig unieke variansie in die voorspelling van kriteria soos akademiese sukses en werksprestasie sal bydra wat nie reeds deur ander groepsfaktore bygedra word nie. Hierdie gevolgtrekking ondersteun die reeds vermelde bevindings van Hunter (1986) en Ree en Earles (1991a; 1991b) wat daarop dui dat groepsfaktore weinig bydra tot die voorspelling van bogenoemde kriteria as algemene intellektuele vermoë reeds in berekening gebring is. In die lig van dié getuienis en die bevindings van die onderhawige studie blyk dit dat tellings op



'n algemene intelligensietoets inderdaad die mees ekonomiese en waardevolle inligting oor kognitiewe vermoë is waaroor 'n sielkundige in 'n keuringsituasie kan beskik. In die verband blyk die ASAT 'n besonder betroubare en nuttige instrument te wees. Die huidige studie dui daarop dat die SAT egter ook gebruik kan word om 'n beraming van algemene intelligensie te verkry.

### ERKENNING

Dank word uitgespreek teenoor professor C.M. Fourie van die Randse Afrikaanse Universiteit se Buro vir Universiteitsonderwys vir die beskikbaarstelling van die ASAT en SAT gegewens.

### BRONNELYS

- Bentler, P.M. (1989). *Theory and implementation of EQS a structural equations program*. Los Angeles: BMDP Statistical Software Inc.
- Brodnick, R.J. & Ree, M.J. (1995). A structural model of academic performance, socioeconomic status, and Spearman's *g*. *Educational and Psychological Measurement*, 55, 583-594.
- Browne, M.W. & Cudeck, R. (1993). Alternative ways of assessing model fit. *Sociological Methods and Research*, 21, 230-258.
- Burt, C. (1917). *The distribution and relations of educational abilities*. London: P.S. King and Son.
- Claassen, N.C.W., de Beer, M., Hugo, H.L.E. & Meyer, H.M. (1991). *Handleiding vir die Algemene Skolastiese Aanlegtoets (ASAT)*. Pretoria: Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing.
- Comrey, A.L. & Lee, H.B. (1992). *A first course in factor analysis*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Cudeck, R. (1989). Analysis of correlation matrices using covariance structure models. *Psychological Bulletin*, 105, 317-327.
- Detterman, D.K. & Daniel, M.H. (1989). Correlations of mental tests with each other and with cognitive variables are highest for low IQ groups. *Intelligence*, 13, 349-359.
- Eysenck, H.J. (1939). Primary mental abilities. *British Journal of Educational Psychology*, 9, 260-265.
- Fouché, F.A. & Verwey, F.A. (1978). *Handleiding vir die Senior Aanlegtoets 1978-uitgawe*. Pretoria: Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing.
- Hunter, J.E. (1986). Cognitive ability, cognitive aptitudes, job knowledge and job performance. *Journal of Vocational Behaviour*, 29, 340-362.
- Hunter, J.E. & Schmidt, F.L. (1990). *Methods of Meta-Analysis*. London: Sage.
- Jensen, A.R. (1980). *Bias in mental testing*. London: Methuen.
- Jensen, A.R. (1986). *g*: Artifact or reality? *Journal of Vocational Behaviour*, 29, 301-331.
- Kaufman, A.S. (1979). *Intelligent testing with the WISC-R*. New York: John Wiley & Sons.
- Loehlin, J.C. (1987). *Latent variable models*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Nesselroade, J.R. & Thompson W.W. (1995). Selection and related threats to group comparisons: An example comparing factorial structures of higher and lower ability groups of adult twins. *Psychological Bulletin*, 117, 271-284.
- Owen, K. (1988). Aanlegtoets. In K. Owen & J.J. Taljaard (reds.), *Handleiding vir die gebruik van sielkundige en skolastiese toetse van IPEN en die NIPN*. Pretoria: Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing.
- Ree, M.J. & Earles, J.A. (1991a). The stability of *g* across different methods of estimation. *Intelligence*, 15, 271-278.
- Ree, M.J. & Earles, J.A. (1991b). Predicting training success: Not much more than *g*. *Personnel Psychology*, 44, 321-332.
- Ree, M.J., Earles, J.A. & Teachout, M.S. (1994). Predicting job performance: Not much more than *g*. *Journal of Applied Psychology*, 79: 518-524.
- Roznowski, M. & Hulin, C. (1992). The scientific merit of valid measures of general constructs with special reference to job satisfaction and job withdrawal. In C.J. Cranny, P. Cain Smith & E.F. Stone (reds.), *Job satisfaction*. New York: Lexington Books.
- Spearman, C. (1927). *The abilities of man*. London: McMillan.
- Thurstone, L.L. (1938). *Primary mental abilities*. Chicago: University of Chicago Press.
- Thurstone, L.L. & Thurstone, T.G. (1941). *Factorial studies of intelligence*. Chicago: University of Chicago Press.
- Van Eeden, R. (1992). *Handleiding vir die Senior Suid-Afrikaanse Individuele Skaal – Hersien*. Pretoria: Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing.
- Vernon, P.A. (1989). The generality of *g*. *Personality and Individual Differences*, 10, 803-804.
- Vernon, P.E. (1961). *The structure of human abilities*. Westport, Connecticut: Greenwood Press.
- Vernon, P.E. (1979). *Intelligence: Heredity and Environment*. San Francisco: W.H. Freeman.
- Wright, S. (1920). The relative importance of heredity and environment in determining the piebald pattern of guinea-pigs. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 6, 320-332.