

AARD VAN NEURO-MOTORIESE INPERKINGS BY 7- EN 8-JARIGE LEERDERS MET LEERHINDERNISSE

Chirine VAN NIEKERK, Anita E. PIENAAR & Dané COETZEE
*Fisieke aktiwiteit, Sport en Rekreasie, Fakulteit Gesondheidswetenskappe,
Potchefstroomkampus, Noordwes-Universiteit, Republiek van Suid-Afrika*

ABSTRACT

This study aimed to determine the extent of neuro-motor impairments in 7 to 8 year-old children with barriers to learning and the possible relationship of such impairment to specific learning areas. Sixty-eight learners with a mean age of 7.5 years ($SD=0.43$) (45 boys; 23 girls) were selected to represent a group ($n=31$) experiencing learning barriers (BL-group) and a group without barriers to learning ($n=37$). The BL-group (21 boys; 10 girls) received learning support in Grade 1 and was in Grade 2 during the data collection. The Quick Neurological Screening Test II (QNST-II) and the Sensory Input Systems Screening Test were used as assessment instruments. The independent t-test was used to analyse differences between the groups ($p<0.05$), while a correspondence analysis was used for the two-way analysis of variance to establish a multi-dimensional representation of barriers to learning in specific learning areas. Statistical ($p\leq 0.05$) and practical ($d\geq 0.8$) significant neuro-motor group differences were found, especially in visual, auditory and tactile perception and gross motor skills. Writing skills was the learning area that was mostly influenced by the different items of the QNST-II, while the QNST-II total score showed relationships with moderate difficulties in reading and writing and with severe difficulties in mathematics.

Key words: Learning barriers; Perceptual-motor skills; Gross motor; Fine motor; Reading; Writing; Mathematics.

INLEIDING

In die Nasionale Strategie vir Sifting, Identifisering, Assessering en Ondersteuning (SIAS), meld die Suid-Afrikaanse Departement van Basiese Onderwys dat 15 000 leerders van 2004 tot 2007 vanuit hoofstroomskole na hulpbron- of spesiale skole verwys is (SADvO, 2008). Weens dié groot aantal leerders wat verwys word, is hulpbron skole oorvol en meer leerders met leerhindernisse moet gevolglik in hoofstroomskole geakkommodeer word. Artikel 84 van die 1996 Suid-Afrikaanse Skole Wet (ACTS), wettig verder dat geen leerder weggewys kan word by hoofstroomskole nie, wat die belangrikheid van die ondersteuning van leerders in die hoofstroom skole bevestig.

Die Departement van Basiese Onderwys (SADvO, 1997), beskryf leerhindernisse as die onvermoë van die opvoedkundige sisteem om diversiteit te kan akkommodeer, wat tot agteruitgang in leer bydra, of wat die leerder se toegang tot opvoedkundige dienste belemmer. Vanuit 'n sistemiese beskouing, kan hierdie hindernisse intern (leerder self), of ekstern (die

skool, opvoedkundige sisteem en/of breër sosiale, ekonomiese en politiese konteks), van aard wees (Landsberg *et al.*, 2005).

Mutti *et al.* (1998) is van mening dat matige- tot ernstige leerhindernisse met 'n inperking in die neurologiese sisteem van die kind geassosieer kan word en gevolglik na interne beperkende faktore verwys. Hierdie neurologiese inperkings kan persepsie, taal, impuls en motoriese beheer, tydens die ontwikkelingsjare beïnvloed. Probleme wat hieruit voortspruit kan mettertyd vererger omdat dit die basis van die leerproses en van gedrag vorm. Onvoldoende perseptuele vaardighede, swak leervaardighede en 'n onvermoë om te konseptualiseer, het 'n kumulatiewe effek, en die resultaat is 'n groter wordende, oneweredige ontwikkeling (Mutti *et al.*, 1998).

Volgens Dewey *et al.* (2002) beskik alle kinders met motoriese agterstande oor die risiko om leerhindernisse te ervaar. 'n Goed funksionerende neurologiese- en motoriese sisteem is gevolglik belangrik vir effektiewe leer om plaas te vind. Sattler en Lowenthal (2006) onderskei verskeie leerareas wat deur leerhindernisse beïnvloed kan word, naamlik spelling, skrif, wiskunde asook lees en daar word verder gerapporteer dat neuro-motoriese uitvalle wel 'n beduidende rol in hierdie leerareas kan speel (Mutti *et al.*, 1998). Navorsing toon ook dat perseptuele-, groot- en fynmotoriese tekortkominge tot leerhindernisse kan bydra (Mutti *et al.*, 1998; Dewey *et al.*, 2002; Wessels *et al.*, 2009, Pienaar *et al.*, 2013).

Persepsie verwys na die vermoë van die brein om inligting te verwerk wat ontvang word vanaf die proprioseptiewe-, taktiele-, visuele- en ouditiewe sisteme (Pienaar, 2007). Die proprioseptiewe sisteem hou verband met liggaamsbewustheid, balans, lateraliteit, middellyn-kruising, dominansie en ruimtelike oriëntasie, en kan skrif, lees, spelling en wiskunde beïnvloed (Cheatum & Hammond, 2000). Taktiele persepsie kan skrif beïnvloed (Landsberg *et al.*, 2005), deurdadig dit tot 'n foutiewe potloodgreep (McMurray *et al.*, 2009), onnodige druk op die papier, vermoeidheid van die hand en klein bewerige skrif kan bydra (Nel *et al.*, 2012).

Onvoldoende visuele persepsie kan veroorsaak dat die korrekte betekenis nie aan visuele inligting geheg kan word nie wat tot uitdagings met skrif, lees, spelling en wiskunde aanleiding kan gee (McMurray *et al.*, 2009). Ouditiewe persepsie is belangrik om klanke, letters of woorde met ouditiewe ooreenkomste van mekaar te onderskei (Nel *et al.*, 2012). Gevolglik, wanneer 'n uitval ten opsigte van ouditiewe persepsie voorkom, sal spelling en lees nie effektief kan plaasvind nie. Die vestibulêre sisteem koördineer en modifiseer verder alle inligting wat afkomstig is van die proprioseptiewe-, taktiele-, visuele- en ouditiewe sisteme (Cheatum & Hammond, 2000). De Quiros (1976) is van mening dat die vestibulêre sisteem dié funksie is wat moontlik met alle interne leerhindernisse verband hou.

Hoewel daar kontroversie in die literatuur bestaan oor die rol van perseptuele vaardighede in leerintervensie (Nel *et al.*, 2012), beklemtoon verskeie navorsers die invloed van perseptuele vaardighede op akademiese prestasie (Mutti *et al.*, 1998; Tseng & Chow, 2000; Pienaar, 2008; McMurray *et al.*, 2009; Van Hoorn *et al.*, 2010; Westendorp *et al.*, 2011; Pienaar *et al.*, 2013). Hierdie perseptuele vaardighede sluit grootmotoriese vaardighede soos balans, ruimtelike oriëntasie, liggaamsbewustheid, koördinasie, ritme en tydsberekening, asook lokomotoriese vaardighede in. Uit die literatuur blyk dit verder dat fynmotoriese vaardighede 'n direkte invloed op skrif het (Cheatum & Hammond, 2000; Sattler & Lowenthal, 2006; Van

Hoorn *et al.*, 2010), en daarby ook spelling (Nel *et al.*, 2012) en wiskunde (Mutti *et al.*, 1998) kan affekteer.

Literatuurbevindinge bevestig gevolglik dat verskeie neuro-motoriese uitvalle, vergestalt in groot-, fyn- en perseptueel-motoriese tekortkominge, tot leerhindernisse kan aanleiding gee. Geen resente navorsing kon opgespoor word wat leerhindernisse met die *Quick Neurological Screenting test-II* (QNST-II) toetsbattery (wat neuro-motoriese uitvalle identifiseer) by leerders ondersoek het nie. 'n Studie deur Parush *et al.* (2002) het wel die betroubaarheid van die QNST-II ontleed om perseptueel-motoriese uitvalle te bevestig wat op 'n 97% akkuraatheid gedui het. Verskeie navorsers het wel studies op leerders met leerhindernisse uitgevoer en verbande tussen grootmotoriese uitvalle en leerhindernisse gerapporteer (Woodard & Surburg, 2001; Vuijik *et al.*, 2011). Navorsers (Son & Meisels, 2006; Pienaar *et al.*, 2013), beklemtoon verder die invloed van grootmotoriese vaardighede op akademiese sukses. Westendorp *et al.* (2011) het in hierdie verband grootmotoriese sub-toetse met verskillende leerareas vergelyk, en rapporteer swakker lokomotoriese- en objekbeheer-vaardighede by leerders met leerhindernisse. 'n Sterk verband word verder tussen lokomotoriese vaardighede en lees deur die navorsers gerapporteer, asook die moontlikheid dat objekbeheer 'n verband met wiskunde toon (Westendorp *et al.*, 2011).

DOEL VAN DIE NAVORSING

Geen van vermeldde studies is op Suid-Afrikaanse leerders met leerhindernisse uitgevoer nie, wat gevolglik 'n leemte in die navorsingsliteratuur in die verband uitwys. Die doel van hierdie studie was gevolglik eerstens, om die aard van neuro-motoriese uitvalle by 7- en 8-jarige leerders met leerhindernisse te bepaal. Tweedens, wou bepaal word of sekere neuro-motoriese uitvalle groter ooreenkomste met betrekking tot spesifieke leerareas (skrif, spelling, wiskunde en lees) toon. Hierdie inligting is belangrik vir die optimalisering van leerderondersteuning sowel as vir die identifisering van spesifieke leerhindernisse ten opsigte van leerareas.

METODOLOGIE

Proefpersone

'n Eenmalige dwarsdeursnit-opname, wat leerders met (Groep 1) en sonder leerhindernisse (Groep 2) ingesluit het, is vir die doeleindes van hierdie beskikbaarheidsstudie gebruik. Agt-en-sestig leerders (45 seuns en 23 meisies) is vanuit drie hoofstroom skole in die Johannesburg area, Gauteng, geselekteer om aan hierdie studie deel te neem. Groep 1 (n=31) met 'n gemiddelde ouderdom van 7.58 jaar (SA=0.43), het bestaan uit leerders (seuns: n=21; meisies: n=10) wat leerondersteuning tydens Graad 1 vir ongeveer 6 maande ontvang het, en tydens die toetsings in Graad 2 was. Hierdie leerders is deur individuele assessering van onderwysers geïdentifiseer waarin aangedui is in watter spesifieke leerareas (spelling, skrif, wiskunde en lees) 'n leerder hindernisse ervaar. Groep 2 (n=37) vanuit een hoofstroom skool in Johannesburg is uit leerders met geen leerhindernisse saamgestel. Die groep se gemiddelde ouderdom was 7.54 jaar (SA=0.31) en het bestaan uit 24 seuns en 13 meisies wat verteenwoordigend van Groep 1 met betrekking tot ouderdom en geslag geselekteer is.

Meetinstrumente

Die “Quick Neurological Screening test-II” (QNST-II) [Mutti et al. (1998)]

Die QNST-II toetsbattery (Mutti et al., 1998) is gebruik om spesifieke neuro-motoriese komponente te evalueer wat verband hou met leerverwante probleme. Die toets bestaan uit 15 items, naamlik: handvaardigheid, figuurherkenning en na-teken, palmvorm-herkenning, visuele navolging, klankpatrone, vinger-na-neus, duim-en-vinger-sirkels, dubbele-gelyktydige-hand-en-wang stimulasie, vinnige verwisselende handbewegings, arm-en-been ekstensie, haktoonloop, eenbeenstand, huppel, links/regs diskriminasie en gedragsafwykings. Hierdie items meet die sensoriese persepsie, sensoriese funksionering sowel as groot- en fynmotoriese vaardighede van leerders (Mutti et al., 1998). Punte is volgens spesifieke kriteria aan elke een van die items toegeken (1 of 3) en die totaal vir elke item is afsonderlik hieruit bereken.

Die totaal behaal vir elk van die 15 items en die groot-totaal (die som van die subtotale), word dan volgens norme as neurologies normaal (25 en minder), 'n matige (26 tot 50) of ernstige uitval (50 en meer) geklassifiseer. 'n Leerder wat binne die ernstige klassifikasie val, sal waarskynlik ernstige leerhindernisse in klasverband ervaar, terwyl die leerder met 'n matige klassifikasie nie volgens die verwagte ouderdomsvlak sal presteer nie, en die oorsprong van sy uitvalle kan neurologies of ontwikkeling van aard wees (Mutti et al., 1998). Statisties betekenisvolle korrelasies word tussen die QNST-II en verskeie ander toetse gevind en korrelasies tot so hoog as 0.81 word gerapporteer (Mutti et al., 1998). Hoewel die toets nog nie 'n validasie proses binne die Suid-Afrikaanse konteks ondergaan het nie, rapporteer Parush et al. (2002) dat 97% van leerders met perseptueel-motoriese uitvalle, korrek deur die QNST-II geïdentifiseer is. Volgens Mutti et al. (1998) voorsien die QNST-II konstante metings wat relatief vry van foute is en word korrelasies van 0.7 en hoër ten opsigte van betroubaarheid vir items en tot 0.97 vir die QNST-totaal gevind.

Sensoriese Invoer-siftingsmeetinstrument (SISM)

Pyfer (1987;1988) het 'n Sensoriese Invoer-siftingsmeetinstrument (SISM) ontwerp wat uit die volgende items bestaan: ekwilibrium-; vestibulêre funksionering, refleksie en ekwilibriumreaksies-; bilaterale integrasie-; kinestese-; en visuele toetsitems. Die meetinstrument is 'n kriteriumgebaseerde meetinstrument wat dit geskik maak vir die gebruik vir ouderdomsgroepe vanaf 6 jaar (Auxter et al., 1997). Vir die doeleindes van hierdie studie is slegs die ekwilibrium- en vestibulêre funksionering toetsitems van die genoemde toetsbattery as aanvullend tot die QNST-II gebruik aangesien De Quiros (1976) die vestibulêre sisteem as dié moontlike funksie beskryf wat met alle interne leerhindernisse verband hou. Vir ekwilibriumreaksies en vestibulêre funksie is 'n telling van 1 toegeken wanneer geen uitvalle waargeneem is nie en 'n telling van 2 indien van die kriterium afgewyk is.

Navorsingsprosedure

Die etiekkomitee (NWU-0070-09-A1) van die Noordwes-Universiteit, Potchefstroomkampus het etiese goedkeuring vir die uitvoering van die studie verleen, sowel as die skoolhoofde van die betrokke skole. Leerders met (Groep 1) en sonder leerhindernisse (Groep 2), wie se ouers

toestemming daartoe verleen het dat hulle aan hierdie studie mag deelneem, is geëvalueer ten opsigte van neuro-motoriese uitvalle. Die toetsprosedure is verder ook verbaal vir elke leerder verduidelik en alle vrae wat die leerders gehad het, is beantwoord. Die leerders met en sonder leerhindernisse is deur onderwysers geïdentifiseer en binne 1 week tydens skoolure getoets. Die toetsings is uitgevoer deur opgeleide Kinderkinetici, wat 'n graad in Menslike Bewegingskunde met nagraadse spesialisering in motoriese ontwikkeling gehad het.

Statistiese prosedures

Die “*Statistica for Windows 2011*” Statsoft-rekenaarprogrampakket is gebruik vir die dataverwerking (StatSoft, 2011). Data is eerstens vir beskrywingsdoeleindes aan die hand van rekenkundige gemiddeldes (\bar{x}), standaardafwykings (SA) en minimum en maksimum waardes ontleed (StatSoft, 2011). Daar is van onafhanklike t-toetsing gebruik gemaak, om te bepaal of daar verskille tussen leerders met en sonder leerhindernisse met betrekking tot die geselekteerde veranderlikes is. 'n P-waarde kleiner of gelyk aan 0.05 is gebruik om statistiese betekenisvolheid van verskille te bevestig. Effekgroottes (d) is ook bereken om die praktiese betekenisvolheid van verskille te bepaal (Cohen, 1988), met waardes van $d \geq 0.2$, $d \geq 0.5$ en $d \geq 0.8$ wat onderskeidelik 'n klein, matige en groot praktiese betekenisvolheid verteenwoordig. 'n Ooreenkomsanalise is gebruik om twee-rigtingtabelle te ontleed om sodoende 'n multidimensionele voorstelling van leerhindernisse ten opsigte van skrif, spelling, lees en wiskunde te verkry, waar dit met matige en ernstige uitvalle in die onderskeie neurologiese veranderlikes vergelyk kan word (Van der Heijden, 1985). Die Pearson Chi-kwadraat word as betekenisvol beskou by 'n waarde van $p \leq 0.05$, terwyl die Phi-koëffisiënt by $w \geq 0.1$ 'n klein praktiese betekenisvolheid, by $w \geq 0.3$ 'n matige betekenisvolheid en by $w \geq 0.5$ 'n groot betekenisvolle effek aandui.

RESULTATE

Tabel 1 bied die beskrywende inligting van die proefpersone ($N=68$) wat aan die studie deelgeneem het en in 'n groep met (Groep 1) en sonder leerhindernisse (Groep 2) verdeel is, aan. Die gemiddelde ouderdom van Groep 1 ($n=31$) was 7.58 jaar ($SA=0.43$) en dié van Groep 2 ($n=37$) was 7.54 jaar ($SA=0.31$). Beide groepe het meer seuns as meisies ingesluit.

TABEL 1: OUDERDOM VOLGENS GESLAG VAN LEERDERS MET EN SONDER LEERHINDERNISSE

Ouderdom	Groep met leerhindernisse (Groep 1)			Groep sonder leerhindernisse (Groep 2)		
	Seuns $n=21$	Meisies $n=10$	Totaal $N=31$	Seuns $n=24$	Meisies $n=13$	Totaal $N=37$
Rek. Gemiddelde (RG)	7.62	7.51	7.58	7.57	7.48	7.54
Standaardafwyking (SA)	0.41	0.47	0.43	0.31	0.31	0.31

Die tipe leerareas waarin die leerders in die groep met leerhindernisse, hindernisse ervaar het, word in Tabel 2 volgens geslag in persentasie uitgedruk. Wat die leerders met leerhindernisse (soos deur onderwysers aangedui) betref, het meer seuns hindernisse met spelling (80.95%), lees (85.7%) en skrif (66.7%) in vergelyking met die meisies (80%, 80% en 60% respektiewelik), ervaar. Wat wiskunde betref, het al die meisies (100.0%) hindernisse teenoor slegs 61.9% van die seuns ervaar. Die grootste persentasie uitvalle van al die leerders in hierdie groep, het tydens lees (83.9%) voorgekom. Geen leerders in die groep sonder leerhindernisse het probleme in enige van hierdie leerareas ervaar nie.

TABEL 2: GROEP 1: TIPE EN PERSENTASIE LEERHINDERNISSE VOLGENS GESLAG

Leer area	Groep met leerhindernisse (Groep 1)					
	Seuns (n=21)		Meisies (n=10)		Totaal (N=31)	
	n	%	n	%	N	%
Spelling	17	80.95	8	80.00	25	80.64
Lees	18	85.71	8	80.00	26	83.87
Skrif	14	66.66	6	60.00	20	64.51
Wiskunde	13	61.90	10	100.00	23	74.19
Kombinasie van bg.	9	42.85	6	60.00	15	48.39

Die persentasie neuro-motoriese uitvalle, soos uit die QNST-II resultate bereken wat die groepe in kategorieë van geen (1), matig (2) en (3) ernstige neuro-motoriese hindernisse klassifiseer, word in Tabel 3 aangedui.

Dit blyk dat 10 van die 15 komponente van die QNST-II (figuurherkenning en nateken, palmvorm-herkenning, klankpatrone, vinger-na-neus, duim-en-vinger sirkels, gelyktydige-hand-en-wang stimulasie, vinnige verwisselende handbewegings, arm-en-been ekstensie, haktoonloop en gedrag), asook die QNST totaal het praktiese- ($d \geq 0.3$) en statistiese ($p \leq 0.05$) betekenisvolle verskille tussen die twee groepe opgelewer. Handvaardigheid, visuele navolging en huppel het slegs praktiese betekenisvolle verskille opgelewer. Die groep met leerhindernisse (Groep 1), het telkens groter persentasies as leerders in die matige en ernstige klasse vir neuro-motoriese uitvalle opgelewer. Slegs die eenbeenstand en links/regs diskriminasie het geen verskille tussen die groepe getoon nie.

Tabel 4 dui die verskille in die persentasie neuro-motoriese uitvalle van die groepe, soos bereken uit die SISM resultate, en toon 'n medium praktiese- ($w=0.38$) en statistiese ($p=0.001$) betekenisvolle verskil in ekwilibrium reaksies na regs tussen die twee groepe aan. Verder word 'n klein praktiese betekenisvolle verskil in ekwilibrium reaksies ($w=0.22$) waargeneem, alhoewel hierdie verskil slegs grensbetekenisvolheid toon ($p=0.06$). Leerders met neuro-motoriese uitvalle het in al die toetsitems die grootste persentasie uitvalle in die matige kategorie wat tussen 3.23% en 70.97% gewissel het, getoon.

TABEL 3: PERSENTASIE NEURO-MOTORIESE UITVALLE BY LEERDERS MET EN SONDER LEERHINDERNISSE IN DIE QNST-II

Veranderlikes	Gr.	n	Geen uitvalle		Matige uitvalle		Ernstige uitvalle		Pearson Chi-kwadr. p	Phi Koëffisiënt w
			Klas 1	Klas 2	Klas 2	Klas 3	Klas 3	Klas 3		
1. Handvaardigheid	1	31	77.42	24	22.58	7	0.00	0	0.37	0.25*
	2	37	94.59	35	5.41	2	0.00	0		
2. Figuurherkenning en -nateken	1	31	35.48	11	64.52	20	0.00	0	0.001*	0.53***
	2	37	86.49	32	13.51	5	0.00	0		
3. Palm vorm-herkenning	1	31	25.81	8	54.84	17	19.35	6	0.001*	0.51***
	2	37	72.97	27	27.03	10	0.00	0		
4. Visuele navolging	1	31	22.58	7	19.35	6	58.06	18	0.17	0.23*
	2	37	35.14	13	29.73	11	35.14	13		
5. Klankpatrone	1	31	0.00	0	29.03	9	70.97	22	0.001*	0.66***
	2	37	35.14	13	54.05	20	10.81	4		
6. Vinger-na-neus	1	31	6.45	2	41.94	13	51.61	16	0.001*	0.67***
	2	37	62.16	23	35.14	13	2.70	1		
7. Duim-en-vinger-sirkels	1	31	38.71	12	29.03	9	32.26	10	0.001*	0.53***
	2	37	89.19	33	5.41	2	5.41	2		
8. Gelyktydige hand-en-wang stimulasie	1	31	9.68	3	25.81	8	64.52	20	0.001*	0.55***
	2	37	56.76	21	27.03	10	16.22	6		
9. Vinnige verwisselende handbewegings	1	31	3.23	1	16.13	5	80.65	25	0.001*	0.62***
	2	37	27.03	10	54.05	20	18.92	7		
10. Arm-en-been ekstensie	1	31	3.23	1	58.06	18	38.71	12	0.001*	0.56***
	2	37	29.73	12	70.27	26	0.00	0		
11. Haktoonloop	1	31	25.81	8	38.71	12	35.48	11	0.001*	0.48**
	2	37	70.27	26	24.32	9	5.41	2		
12. Eenbeenstand	1	31	61.29	19	29.03	9	9.68	3	0.98	0.02
	2	37	59.46	22	29.73	11	10.81	4		
13. Huppel	1	31	93.55	29	0.00	0	6.45	2	0.45	0.10*
	2	37	97.30	36	0.00	0	2.70	1		
14. Links/Regs diskriminasie	1	31	29.03	9	70.97	22	0.00	0	0.59	0.06
	2	37	35.14	13	64.86	24	0.00	0		
15. Gedrag	1	31	51.61	16	22.58	7	25.81	8	0.02*	0.34**
	2	37	81.08	30	13.51	5	5.41	3		
QNST-II Totaal	1	31	0.0	0	32.26	10	67.74	21	0.001*	0.77***
	2	37	40.54	15	59.46	22	0.0	0		

w \geq 0.1*, w \geq 0.3**, w \geq 0.5***, p \leq 0.05*;

1= Groep met leerverwante inperkings, 2 = Groep met geen leerverwante inperkings

TABEL 4: PERSENTASIE NEURO-MOTORIESE UITVALLE BY LEERDERS MET EN SONDER LEERHINDERNISSE IN DIE SISM

Veranderlikes	Groep	n	Klas 1		Klas 2		Klas 3		Pearson Chi-kwadraat p	Phi Koëffisiënt w
			%	n	%	n	%	n		
Ekwilibrium Regs	1	31	29.03	9	70.97	22	0.0	0	0.001*	0.38**
	2	37	67.57	25	32.43	12	0.0	0		
Ekwilibrium Links	1	31	45.16	14	54.84	17	0.0	0	0.06	0.22*
	2	37	67.57	25	32.43	12	0.0	0		
Vestibulêre funksionering na Regs	1	31	54.84	17	3.23	1	41.94	13	0.83	0.74
	2	37	62.16	23	2.70	1	35.14	13		
Vestibulêre funksionering na Links	1	31	58.06	18	3.23	1	38.71	12	0.53	0.14
	2	37	62.16	23	0.0	0	37.84	14		

$w \geq 0.1^*$, $w \geq 0.3^{**}$, $w \geq 0.5^{***}$; $p \leq 0.05^*$; Klas 1 = Geen uitvalle, Klas 2 = Matige uitvalle, Klas 3 = Ernstige uitvalle; Groep 1 = Leerverwante probleme, Groep 2 = Geen leerverwante probleme

TABEL 5: QNST-II: VERSKILLE TUSSEN LEERDERS MET EN SONDER LEERHINDERNISSE

Veranderlikes	Groep 1 (n=31)		Groep 2 (n=37)		Betekenisvolheid van verskille			
	RG	SA	RG	SA	gmv	t	p	d
1. Handvaardigheid	0.81	0.79	0.49	0.60	66	1.88	0.064	0.41
2. Figuur-herkenning en na-teken	2.16	1.13	0.54	0.73	66	7.14	0.001*	1.43*
3. Palmvorm-herkenning	4.58	2.25	2.57	1.66	66	4.24	0.001*	0.89*
4. Visuele navolging	6.00	2.76	4.81	2.70	66	1.79	0.078	0.43
5. Klankpatrone	10.29	1.55	5.97	3.05	66	7.14	0.001*	1.42*
6. Vinger-na-neus	3.65	1.54	1.38	1.04	66	7.22	0.001*	1.47*
7. Duim-en-vinger-sirkels	4.10	2.04	1.97	1.54	66	4.89	0.001*	1.04*
8. Gelyktydige hand-wang-stimul.	3.29	2.40	0.81	1.22	66	5.50	0.001*	1.03*
9. Vinnige verwissel. handbew's	4.87	2.29	1.49	1.54	66	7.25	0.001*	1.48*
10. Arm-en-been ekstensie	6.68	3.61	2.59	2.02	66	5.87	0.001*	1.13*
11. Haktoonloop	5.87	3.00	2.86	2.55	66	4.47	0.001*	1.00*
12. Eenbeenstand	1.42	0.89	1.35	0.86	66	0.32	0.749	0.08
13. Huppel	0.45	1.39	0.16	0.69	66	1.12	0.268	0.21
14. Links-regse diskriminasie	2.16	1.07	1.78	1.06	66	1.46	0.149	0.36
15. Gedragsafwykings	1.52	1.29	0.46	0.90	66	3.97	0.001*	0.82*
QNST-II Totaal	57.84	12.10	29.24	8.32	66	11.50	0.001*	2.36*

RG = Rekenkundige Gemiddelde; SA = Standaardafwyking; gmv = grade van vryheid; $p \leq 0.05^*$; n = aantal proefpersone; $d \geq 0.8^*$; Groep 1 = Leerverwante inperkings, Groep 2 = Geen leerverwante inperkings

'n Onafhanklike t-toets is verder uitgevoer op die verskillende items van die QNST-II, asook die QNST totaal om betekenisvolle verskille tussen die twee groepe verder te ondersoek (Tabel 5). Die groep met leershindernisse (Groep 1), het die hoogste gemiddelde waardes in al 15 items en die QNST-II totaal (57.84 teenoor 29.24), behaal. Al die items buiten handvaardigheid, visuele navolging, eenbeenstand, huppel en links-reghoof-diskriminasie het 'n statistiese ($p \leq 0.05$), en groot praktiese ($d \geq 0.8$) betekenisvolle verskil tussen die twee groepe getoon.

TABEL 6: SISIM: VERSKILLE TUSSEN LEERDERS MET EN SONDER LEERHINDERNISSE

Veranderlikes	Groep 1 (n=31)		Groep 2 (n=37)		Betekenisvolheid van verskille			
	RG	SA	RG	SA	gvv	t	p	d
Ekwiilibrium Regs	1.71	0.46	1.32	0.47	66	3.37	0.001**	0.83***
Ekwiilibrium Links	1.55	0.51	1.32	0.47	66	1.88	0.064	0.45*
Vestibulêre funksie Regs (sek)	12.68	5.49	12.45	3.94	66	0.20	0.840	0.04
Vestibulêre funksie Links (sek)	13.69	7.08	12.41	3.37	66	0.98	0.332	0.18

RG = Rekenkundige Gemiddelde; SA = Standaardafwyking; n = aantal proefpersone; gvv = grade van vryheid; $p \leq 0.05^*$; $p \leq 0.01^{**}$; $d \geq 0.2^*$; $d \geq 0.5^{**}$; $d \geq 0.8^{***}$.

Groep1 = Leerverwante inperkings, Groep 2 = Geen leerverwante inperkings

Om verskille tussen die groepe te ontlee op die SISIM-resultate is 'n onafhanklike t-toets uitgevoer. Tabel 6 toon 'n statistiese- en groot praktiese betekenisvolle verskil ten opsigte van ekwiilibrium reaksies na regs ($p=0.001$ en $d=0.83$), terwyl daar 'n klein praktiese betekenisvolle verskil by ekwiilibrium reaksies na links ($d=0.45$) tussen die twee groepe voorgekom het, waar die groep met leershindernisse (Groep 1) die swakste gevaar het. Geen verskille is tussen die twee groepe se vestibulêre funksionering gevind nie.

'n Ooreenkomsanalise is laastens uitgevoer om te bepaal of daar verbande tussen skrif, lees, spelling, asook wiskunde en die verskillende neuro-motoriese toetsitems is, en die resultate word in Tabel 7 gerapporteer. Skrif het met die grootste hoeveelheid toetsitems van die QNST-II 'n verband getoon, gevolg deur wiskunde. Skrif het die grootste hoeveelheid verbande met ernstige uitvalle in verskeie items getoon, gevolg deur spelling en wiskunde. Lees en wiskunde het verder ernstige uitvalle getoon wat verband hou met ekwiilibrium reaksies en die vestibulêre funksie soos deur die SISIM gemeet. Die QNST-II totaal word met matige leesuitdagings geassosieer, terwyl dit met ernstige skrif en wiskunde uitdagings verband hou.

TABEL 7: OOREENKOMS ANALISE: MATIGE (M) EN ERNSTIGE (E) UITVALLE IN SKRIF, LEES, SPELLING EN WISKUNDE

Veranderlikes	Skrif		Lees		Spelling		Wiskunde	
	M uitval	E uitval	M uitval	E uitval	M uitval	E uitval	M uitval	E uitval
1. Handvaardigheid							X	
2. Fig. herken en nateken	X							
3. Palmvorm-herkenning		X						
4. Visuele navolging		X				X		
5. Klankpatrone		X						
6. Vinger-na-neus			X			X		X
7. Duim-en-vinger sirkels		X			X	X		
8. Dubbele gelyktydige hand-en-wang stim.		X						
9. Vinnige verwissel. repeterende handbew's		X		X				X
10. Arm-en-been ekstensie		X	X				X	
11. Haktoonloop								
12. Statiese balans		X						
13. Huppel		X						
14. Links/regs diskrim.			X				X	
15. Gedrag						X	X	
QNST-II Totaal		X	X					X
Totale aantal uitvalle (15)	1	10	4	1	1	4	4	3
Ekwilibrium Regs						X		X
Ekwilibrium Links								X
Vestibulêr Regs				X				
Vestibulêr Links				X				
Totale uitvalle (4)	0	0	0	2	0	1	0	2

BESPREKING

Die doel van hierdie studie was om die aard van neuro-motoriese uitvalle by 7- tot 8-jarige leerders met leerhindernisse te bepaal, asook watter verband dit met lees, wiskunde, spelling en skrif toon. Leerondersteuning kan sodoende geoptimaliseer word deur hierdie interne beperkende faktore van leerhindernisse in ag te neem.

Volgens Mutti *et al.* (1998) is prestasie in die toetsitems van die QNST-II, wat in hierdie studie vir vergelykingsdoeleindes gebruik is, 'n aanduiding van die leerder se motoriese ontwikkeling, groot- en fynmotoriese vaardighede, motoriese beplanning en reeksvorming, sin van ritme, ruimtelike oriëntasie, visuele persepsie, ouditiewe persepsie, tas persepsie, balans en vestibulêre funksionering, asook aandag verstourings. Al die genoemde aspekte hou ook tot 'n mindere of meerdere mate 'n verband met lees, skrif, spelling en wiskunde (Mutti *et*

al., 1998; Dewey *et al.*, 2002; Wessels *et al.*, 2009), derhalwe word dit as 'n geskikte meetinstrument beskou om hindernisse wat met hierdie spesifieke leerareas verband hou, te identifiseer (Mutti *et al.*, 1998). Die resultate (Tabel 3) van die studie toon dat daar in die groep met leerhindernisse, 'n groot persentasie leerders in die ernstige kategorie in nege van die 15 komponente en die QNST-II totaal (67.7% teenoor 0.0%), gekategoriseer was, wat daarop dui dat hierdie leerders waarskynlik neuro-motoriese uitvalle het met opvoedkundige betekenis, en dat hulle waarskynlik ernstige leerhindernisse in klasverband sal ervaar. Die probleemareas wat geïdentifiseer is sluit in, probleme met visuele navolging en die namaak van klankpatrone, wat op ouditiewe reseptiewe afwykings kan dui.

Motoriese beplanning, rigting en ruimtelike oriëntasie probleme word geïmpliseer deur die vinger-na-neus toetsitem, terwyl probleme met die duim-en-vinger-sirkels-item dui op swak motoriese beplanning, neuro-motoriese oorfloei van beweging en links/regs diskriminasie probleme. Uitvalle het ook voorgekom in gelyktydige-hand-en-wang stimulasie wat afwykings in persepsie aandui, die vinnige verwisselende handbeweging item wat ritme, simmetrie en akkuraatheid van bewegingsversteurings uitlig, asook die arm-en-been ekstensie item (spiertonus), en haktoonloop (balans, liggaamsimmetrie, opeenvolging en ruimtelike oriëntasie). Gedrag wat op probleme met visuele navolging, ruimtelike oriëntasie, motoriese beplanning, fynmotoriese vaardighede, tas persepsie, boonste-ledemaat koördinasie, spiertonus, dinamiese balans, gedrag en neuro-motoriese ontwikkeling in geheel dui, is ook uitgewys (Mutti *et al.*, 1998). Hierteenoor is heelwat meer van die groep sonder leerhindernisse in die normale kategorie geklassifiseer (27.0% tot 97.3%), vergeleke met die groep met leerhindernisse (0.0% tot 93.2%), in al die toetsitems, sowel as in die QNST-II totaal (40.5% teenoor 0.0%).

Verder toon die resultate statistiese- ($p \leq 0.05$), sowel as groot praktiese ($d \geq 0.8$) betekenisvolle verskille tussen leerders met en sonder leerhindernisse. Leerders met leerhindernisse het meer betekenisvolle uitvalle ten opsigte van figuurherkenning en na-teken, palmvorm-herkenning, klankpatrone, vinger-na-neus, duim-en-vinger-sirkels, gelyktydige hand-en-wang stimulasie, vinnige verwisselende handbewegings, arm-en-been ekstensie, haktoonloop, gedragsafwykings, die QNST-II totaal en ekwilibriumreaksies (SISM) na regs, in vergelyking met leerders sonder leerhindernisse getoon. Uitvalle in die toetse dui op hindernisse met visuele-, tas- en ouditiewe persepsie, asook ruimtelike oriëntasie, bilaterale integrasie, spiertonus, dinamiese balans, algehele neuro-motoriese ontwikkeling en ekwilibriumreaksies. 'n Klein praktiese betekenisvolle verskil ($d \geq 0.2$) is verder tussen leerders met en sonder leerhindernisse gevind, waar leerders met leerhindernisse meer uitvalle ten opsigte van fynmotoriese vaardighede (handvaardigheid), visuele navolging, grootmotoriese vaardighede (huppel), links-regs diskriminasie en ekwilibrium reaksies na links getoon het.

Dit blyk dat die volgende neuro-motoriese vaardighede in geheel wel 'n invloed op skrif gehad het: fynmotoriese vaardighede, tas persepsie, visuele navolging, ouditiewe persepsie, motoriese beplanning, boonste-ledemaat koördinasie, spiertonus, statiese balans, grootmotoriese vaardighede (huppel) en neuro-motoriese ontwikkeling. Die invloed van tas persepsie en motoriese beplanning op skrif stem ooreen met 'n studie deur Tseng en Cermak (1993), wat ook 'n sterk soortgelyke verband gerapporteer het. 'n Korrelasie tussen boonste-ledemaat koördinasie en skrif word verder deur Tseng en Chow (2000) bevestig, terwyl fynmotoriese vaardighede volgens Volman *et al.* (2006), die kwaliteit van handskrif bepaal.

Cheatum en Hammond (2000) bevestig ook dat spiertonus en perseptueel-motoriese vaardighede soos statiese balans 'n invloed op skrif kan uitoefen. Dit blyk gevolglik dat al die sensoriese invoersisteme by skryfvaardighede betrokke is. Hierdie studie toon dat lees meer deur ruimtelike oriëntasie, boonste-ledemaat koördinasie, spiertonus, links-regs diskriminasie, neuro-motoriese ontwikkeling in geheel, asook vestibulêre funksionering na links en regs beïnvloed word. Cheatum en Hammond (2000) bevestig die verband tussen spiertonus, links-regs diskriminasie en ruimtelike oriëntasie en lees, terwyl vestibulêre funksionering volgens Pienaar *et al.* (2007) oor die algemeen met leerhindernisse wat lees insluit, geassosieer word.

Volgens die resultate blyk dit dat visuele navolging, ruimtelike oriëntasie, motoriese beplanning, gedrag en ekwilibriumreaksies na regs met spelling geassosieer word. McMurray *et al.* (2009) beaam die rol van ruimtelike oriëntasie en motoriese beplanning op spelling, hoewel verbande met visuele navolging en gedrag nie gerapporteer word nie. Gedragsprobleme wat aandag tekort insluit kan dalk tot agterlosige foute tydens spelling lei, terwyl regressiewe oogbewegings (Landsberg *et al.*, 2005), tot omkerings kan lei en spelling verder kan affekteer. Ruimtelike oriëntasie, boonste-ledemaat koördinasie, spiertonus, links-regs diskriminasie, gedrag, neuro-motoriese vaardighede in geheel, asook ekwilibriumreaksies na links en regs, het in hierdie studie verbande met wiskunde getoon. Links-regs diskriminasie hou verband met ruimtelike oriëntasie (Nel *et al.*, 2012), en dit is duidelik uit die literatuur dat ruimtelike oriëntasie wel 'n invloed op wiskunde uitoefen (Mutti *et al.*, 1998). Spiertonus kan indirek 'n invloed op wiskunde toon deurdat liggaamspostuur by die lessenaar, asook skrif daardeur beïnvloed kan word (Cheatum & Hammond, 2000).

Geen literatuur kon egter gevind word wat die invloed van boonste-ledemaat koördinasie met wiskunde bevestig nie, hoewel die vestibulêre funksie, wat met leerhindernisse geassosieer word, swak boonste-ledemaat koördinasie kan veroorsaak (Pienaar *et al.*, 2007). Volgens Mutti *et al.* (1998) kan lees, skrif, spelling en wiskunde negatief beïnvloed word deur neuro-motoriese vaardighede, wat groot- en fynmotoriese vaardighede, asook sensoriese- en perseptuele prosesse insluit.

SAMEVATTING

Die studie toon eerstens dat leerders wat leerhindernisse ervaar wel oor 'n verskeidenheid neuro-motoriese uitvalle beskik wat sensoriese invoer, perseptuele-, groot- en fynmotoriese vaardighede insluit, wat nie by leerders sonder leerhindernisse voorgekom het nie. Hierdie resultate stem ooreen met 'n soortgelyke studie van Westendorp *et al.* (2011), wat motoriese ontwikkeling by leerders met en sonder leerhindernisse nagevors het, en betekenisvolle verskille tussen die leerders uitgewys het. Pienaar *et al.* (2013) het betekenisvolle verbande tussen basiese akademiese geletterdheid en perseptueel-motoriese vaardighede van Graad 1 leerders in die Noord-Wes Provinsie van Suid Afrika gevind, terwyl Kokot (2006) verskeie motoriese en perseptueel-motoriese uitvalle by leerders met leerhindernisse in die Tswane-omgewing van Suid Afrika bevestig.

Die resultate het verder ook getoon dat sekere neuro-motoriese uitvalle groter verbande met sekere leerareas soos skrif, lees, spelling en wiskunde as andere toon. Hierdie nuwe kennis is belangrik vir die optimale ondersteuning van leerders wat leerhindernisse in spesifieke

leerareas ervaar. Beperkte navorsing (Westendorp *et al.*, 2011; Pienaar *et al.*, 2013), is egter gevind oor hierdie verbande tussen spesifieke motoriese uitvalle en die verskillende terreine van leerareas waarmee die resultate vergelyk kon word. Gevolglik lewer die studie 'n bydrae ter bevestiging dat neuro-motoriese uitvalle as interne beperkende faktore, kan bydra tot leerhindernisse by leerders, asook op die gebied van leerondersteuning, waar meer kennis beskikbaar gestel word oor die aard en ernstigheid van leerhindernisse wat neuro-motories van aard kan wees. Indien hierdie neuro-motoriese agterstande vroegtydig geïdentifiseer en aangespreek kan word deur kinderkinetici, onderwysers en ander terapeute wat met kinders met leerhindernisse werk, kan dit gevolglik daartoe bydra dat skoolbeginners dalk minder leerhindernisse sal ervaar.

AANBEVELINGS

Die studie is gebaseer op 'n beskikbaarheidsstudie wat gevolglik leemtes met betrekking tot die veralgemeenbaarheid van die resultate inhou. Daar word derhalwe aanbeveel dat 'n groter steekproef wat met leerhindernisse gediagnoseer is, vir toekomstige studies gebruik moet word om die resultate van die studie te bevestig. Verder word daar ook aanbeveel dat verskillende leerondersteuningsprogramme saamgestel word en die effek daarvan ondersoek moet word. Sodoende kan neuro-motoriese agterstande en leerhindernisse wat verband hou met mekaar, aangespreek word.

SUMMARY

The nature of neuro-motor impairments in 7 to 8 year old children with barriers to learning

The literature shows that perceptual, gross and fine motor development plays an important role in academic performance and that barriers to learning may occur when these motor functions are inhibited (Mutti *et al.*, 1998; Dewey *et al.*, 2002; Wessels *et al.*, 2009; Pienaar *et al.*, 2013). Limited research could, however, be found regarding the possible relationship between neuro-motor skills and specific areas of learning, such as in reading, writing, spelling and mathematics (Westendorp *et al.*, 2011).

The aim of the study was to determine if neuro-motor impairments were present in 7 to 8 year old children with barriers to learning, and the possible relationship that such impairments could have with different learning areas, such as reading, writing, mathematics and spelling. Sixty-eight learners (45 boys and 23 girls) were selected for the study and represented a group with barriers to learning ($n=31$) with a mean age of 7.58 years ($SD=0.43$) and a control group ($n=37$) with no barriers to learning with a mean age of 7.54 years ($SD=0.31$). The group with barriers to learning consisted of learners (boys, $n=21$ and girls, $n=10$), that received learner intervention in Grade 1 and were in Grade 2 during data collection, and who experienced difficulty with mathematics, reading, writing, spelling or a combination of these learning areas. The Quick Neurological Screening Test II (QNST-II), and the Sensory Input Systems Screening Test were used to assess the neuro-motor development of the learners with barriers to learning. The Statistica for Windows program (StatSoft, 2011) was used to analyse the data where two-way variance tables determined the percentage of neuro-motor impairments experienced by learners with and without barriers to learning. An independent t-

test ($p \leq 0.05$ significance) was used to determine the differences between the groups, while small, medium and large effect sizes ($d \geq 0.3$, $d \geq 0.5$, $d \geq 0.8$) established practical significance of these differences. Correspondence analysis (Chi-Square of $p \leq 0.05$) was used to analyse the two-way tables in order to establish a multi-dimensional representation of learning areas (reading, writing, spelling and mathematics), that were present in the children with barriers to learning.

The results indicated that large percentages of the learners with barriers to learning (67.74% versus 0.0%) were categorised with severe neuro-motor impairments in 9 of the 15 items (palm form recognition, visual tracking, sound patterns, finger to nose, thumb and finger circles, double simultaneous hand stimulation of hand and cheek, rapidly reversing repetitive hand movements, arm and leg extension and tandem walk), of the QNST-II and in the QNST-II Total score. More learners in the group without barriers to learning were categorised with normal neuro-motor development (27.03% to 97.30%) in all the items and the QNST-II Total score. There were statistical ($p \leq 0.05$) and practical ($d \geq 0.5$) significant differences between learners with and without barriers to learning. More significant ($p \leq 0.05$) impairments with respect to visual, tactile and auditory perception, as well as spatial orientation, bilateral integration, muscle tone, motor planning, dynamic balance, equilibrium to the right and overall neuro-motor development were found in children with barriers to learning. These learners also showed practical significant problems with fine motor skills ($d=1.43$), visual tracking ($d=0.43$), gross motor skills (skip) ($d=0.21$), left-right discrimination ($d=0.36$) and equilibrium to the left ($d=0.45$), than learners without barriers to learning.

Differences between learners with and without barriers to learning in respect to underlying neuro-motor skills were statistically ($p \leq 0.05$) and practically significant ($d \geq 0.8$), which is considered to be internal constraints of educational significance. Visual, auditory and tactile perception and gross motor skills especially were related to children who experienced barriers to learning in different learning areas (writing, reading, spelling and mathematical). The correspondence analysis showed that most items of the QNST-II were related to writing. These include: visual-perception, auditory perception, tactile perception, visual tracking, spatial relations, motor planning, bilateral integration, muscle tone, gross motor skills and overall neuro-motor development. An analysis of learners with reading difficulty showed that these learners experienced more difficulty with spatial relations, bilateral integration, muscle tone, left-right discrimination and overall neuro-motor development. Visual tracking, auditory perception, spatial relations and behaviour were related to difficulty with spelling. Children who experienced barriers with learning in mathematics, showed more difficulty with fine motor skills, spatial relations, bilateral integration, muscle tone, left-right discrimination, behaviour and neuro-motor development. The results of the study confirmed the role of neuro-motor impairments in children with barriers to learning in reading, writing, spelling and mathematics.

VERWYSINGS

- ACTS (REPUBLIC OF SOUTH AFRICA) (RSA) (1996). South African Schools Act 84 of 1996. Pretoria: Government Printer.
- AUXTER, D.; PYFER, J. & HUETTIG, C. (1997). *Principles and methods of adapted physical education and recreation* (8th ed.). Boston, MA: McGraw-Hill.

- CHEATUM, B.A. & HAMMOND, A.A. (2000). *Physical activities for improving children's learning and behaviour: A guide to sensory motor development*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- COHEN, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioural science*. New York, NY: Erlbaum.
- DE QUIROS, J.B. (1976). Diagnosis of vestibular disorders in the learning disabled. *Journal of Learning Disabilities*, 9(1): 39-47.
- DEWEY, D.; KAPLAN, B.J.; CRAWFORD, S.G. & WILSON, B.N. (2002). Developmental coordination disorder: Associated problems in attention, learning and psychosocial adjustment. *Human Movement Science*, 21: 905-918.
- KOKOT, S.J. (2006). The nature and incidence of barriers to learning among grade three learners in Tshwane. *Africa Education Review*, 3(1&2): 134-147.
- LANDSBERG, E.; KRÜGER, D. & NEL, N. (2005). *Addressing barriers to learning: A South African perspective*. Pretoria: Van Schaik.
- MCMURRAY, S.J.; DRYSDALE, J. & JORDAN, G. (2009). Motor processing difficulties: Guidance for teachers in mainstream classrooms. *Support for learning*, 24(3): 119-125.
- MUTTI, M.C.; MARTIN, N.A.; STERLING, H.M. & SPALDING, N.V. (1998). *Quick Neurological Screening Test* (2nd ed.). Novato, CA: Academic Therapy Publications.
- NEL, N.; NEL, M. & HUGO, A. (2012). *Learner support in a diverse classroom. A guide for foundation, intermediate and senior phase teachers of language and mathematics*. Pretoria: Van Schaik.
- PARUSH, S.; RILSKY, A.; GOLDSTAND, S.; MAZOR-KARSENTY, T. & YOCHMAN, A. (2002). The use of the QNST-II as a measure for the identification of children with perceptual-motor deficits. *Occupational Therapy International*, 9(3): 185-200.
- PIENAAR, A.E. (2008). *Motoriese ontwikkeling, groei, motoriese agterstande, die assessering en die intervensie daarvan: 'n Handleiding vir nagraadse studente in Kinderkinetika*. Potchefstroom: Xerox.
- PIENAAR, A.E.; BARHORST, R. & TWISK, J.W. (2013). Relationships between academic performance, SES school type and perceptual-motor skills in first grade South African learners: NW-CHILD study. *Child Care: Health and Development*, Apr 17. doi: 10.1111/cch.12059. [E-pub ahead of print].
- PIENAAR, A.E.; BOTHA, J.; VERMEULEN, C. & BALLACK, M. (2007). A review of the interrelationship between vestibular dysfunction, motor and learning disabilities and the rehabilitation thereof. *South African Journal for Research in Sport, Physical Education and Recreation*, 29(1): 129-146.
- PYFER, J.T. (1987). Implications of the neurological system in motor development. Unpublished PhD.-dissertation. Denton Dallas, TX: Texas Woman's University.
- PYFER, J.T. (1988). Teachers, don't let your students grow up to be clumsy adults. *Journal of Physical Education, Recreation and Dance*, 59(1): 38-42.
- SATTLER, J.M. & LOWENTHAL, B. (2006). Specific learning disabilities: Background considerations. In J.M. Sattler & R.D. Hoge (Eds.), *Assessment of children. Behavioural, social and clinical foundations* (5th ed.) (pp.390-410). San Diego, CA: Jerome M. Sattler.
- SON, S.H. & MEISELS, S.J. (2006). The relationship of young children's motor skills to later reading and math achievement. *Merrill-Palmer Quarterly*, 52: 755-788.
- STATSOFT (2011). *Statistica for Windows: General conventions and statistics*. Tilsa, OK: StatSoft.
- SADvO (SUID-AFRIKA DEPARTEMENT VAN ONDERWYS) (1997). Quality education for all: Overcoming barriers to learning and development. Report of the National Commission on Special Needs in Education and Training and the National Committee on Education Support Services. Pretoria: Department of Education.

- SADvO (SUID-AFRIKA DEPARTEMENT VAN ONDERWYS) (2008). National strategy on screening, identification, assessment and support: School pack. Tshwane: SADvO.
- TSENG, M.H. & CERMAK, S.H. (1993). The influence of ergonomic factors and perceptual-motor abilities on handwriting performance. *American Journal of Occupational Therapy*, 47(10): 919-926.
- TSENG, M.H. & CHOW, S.M.K. (2000). Perceptual-motor function of school-age children with slow handwriting speed. *American Journal of Occupational Therapy*, 54(1): 83-88.
- VAN DER HEIJDEN, P.G.M. (1985). Correspondence analysis used complementary to loglinear analysis. *Psychometrica*, 50(4): 429-447.
- VAN HOORN, J.F.; MAATHUIS, C.G.B.; PETERS, L.H.J. & HADDERS-ALGRA, M. (2010). Handwriting, visuomotor integration, and neurological condition at school age. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 52: 941-947.
- VOLMAN, M.J.M.; VAN SCHENDEL, B.M. & JONGMANS, M.J. (2006). Handwriting difficulties in primary school children: A search for underlying mechanisms. *American Journal of Occupational Therapy*, 60(4): 451-460.
- VUIJIK, P.J.; HARTMAN, E.; MOMBARG, R.; SCHERDER, J.J.A. & VISSCHER, C. (2011). Associations between the academic and motor performance in a heterogeneous sample of children with learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 44: 276-282.
- WESTENDORP, M.; HARTMAN, E.; HOUWEN, S.; SMITH, J. & VISSCHER, C. (2011). The relationship between gross motor skills and academic achievement in children with learning disabilities. *Research in Developmental Disabilities*, 1: 1-7.
- WESSELS, Y.; PEENS, A. & PIENAAR, A.E. (2009). Ontwikkelingskoördinasie-versteuring (DCD) se verband met leerverwante probleme en ADHD by 6- en 7-jarige kinders in Potchefstroom. *Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Navorsing in Sport, Liggaamlike Opvoedkunde en Ontspanning*, 31(1): 139-149.
- WOODARD, R.L. & SURBURG, P.R. (2001). The performance of fundamental movement skills by elementary school children with learning disabilities. *The Physical Educator*, 58: 198-206.