



Handleiding

SKO - Module diadochokinese

Versie september 2022

Joris Vanopstal en Jean-Pierre Martens (Red.)



INCLUSIE IN-ZICHT



HoGent



Colofon



© Sig vzw

versie september 2022

Sig vzw
Pachthofstraat 1, 9308 Gijzegem (België)
tel. +32 (0)53 38 28 18 - fax +32 (0)53 38 28 19

info@sig-net.be

www.sig-net.be



Sig is partnerorganisatie van de InclusieAmbassade vzw.



Test

SpraakKlankOnderzoek (SKO) – Module diadochokinese

Auteur van de test: Werkgroep SKO

™ Sig vzw



Handleiding SKO – Module diadochokinese

Auteurs: Joris Vanopstal en Jean-Pierre Martens (Red.)

Eindredactie: Geert Andries

Deze handleiding is downloadbaar op www.SKOTest.be

Vragen? info@SKOTest.be



D/2021/7746/08

© Sig vzw

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze handleiding mag worden vermenigvuldigd (noch op papier, noch digitaal) zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Inhoud

1. Inleiding	4
1.1. Terminologie	4
1.2. Doel van DDK-taken	4
2. Spraakklankonderzoek – Module diadochokinese (SKO-DDK)	5
2.1. Gekozen doeluitingen: bestaande versus nonsenswoorden	5
2.2. Gekozen doeluitingen: aantal	5
2.3. Gekozen doeluitingen: aantal pogingen	6
3. Afname van SKO-DDK in ASISTO	6
4. Automatische scoring van de responsen door ASISTO	9
5. Betrouwbaarheid van de scores	10
6. Normering	11
Referenties	12

1. Inleiding

1.1. Terminologie

Kent, Kent en Rosenbek beschreven in 1987 al de term Maximum Performance Tests (MPT) als verzamelnaam voor een aantal taken die nagaan hoe lang, luid of snel spraakuitingen geproduceerd kunnen worden. De onderzochte MPT's zijn: (1) het *zo lang mogelijk* aanhouden van een vocaal: Maximum Phonation Duration (MPD) en (2) het *zo snel mogelijk* lettergrepen herhalen: Maximum Repetition Rate (MRR). Naar die laatste taak wordt elders ook verwezen met de term 'verbale diadochokinese-taak'.

De termen 'MRR-taken' en 'diadochokinese-taken' (DDK-taken) verwijzen naar hetzelfde voor zover ze het zo snel mogelijk, maar correct herhalen van klanksequenties, lettergrepen, woorden of nonsenswoorden inhouden. De term 'MRR' verwijst dan naar het praktisch meetdoel (lettergrepen/seconde) en de term 'DDK' naar de onderliggende (neurologisch bepaalde) vaardigheid, namelijk het maken van snelle tegengestelde bewegingen.

1.2. Doel van DDK-taken

Zowel in wetenschappelijk onderzoek als in de logopedische praktijk worden DDK-taken frequent gebruikt om een zicht te krijgen op de spraakmotorische vaardigheid van kinderen en volwassenen. We moeten er rekening mee houden dat een DDK-taak niet haalbaar is voor jonge kinderen en voor sommige kinderen met een spraakklankstoornis (SKS). Diepeveen, van Haaften, Terband, de Swart & Maassen (2019) leggen de grens op de leeftijd van 3 jaar.

Kinderen met spraakklankstoornissen (SKS) tonen niet alleen een lager aantal geproduceerde lettergrepen per seconde, maar ook meer spraakklankfouten. Een aantal daarvan is 'niet voorspelbaar', d.i. niet voorkomend in hun spontane spraak (Cohen & Waters, 1999).

Er is discussie over de correlatie tussen zwakke DDK-scores en de aanwezigheid van een SKS. Kinderen met SKS als groep vertonen duidelijk zwakkere scores, maar deze scores zijn geen zeer betrouwbare markers voor een bepaald subtype (Diepeveen e.a., 2019). Voor een differentiële diagnose moeten de resultaten van een DDK-taak dus altijd samen met andere testgegevens bekeken worden.

Thoonen, Maassen, Gabreels en Schreuder (1999) vonden wel een onderscheid in MRR-prestaties tussen kinderen met dysartrie en kinderen met spraakontwikkelingsdyspraxie (SOD). Kinderen met dysartrie presteren opvallend slechter bij eenlettergrepige DDK-taken (bv. papapapa...) en kinderen met SOD vallen uit op drielettergrepige opdrachten (bv. pataka-pataka...).

2. Spraakklankonderzoek – Module diadochokinese (SKO-DDK)

De module **diadochokinese** van het Spraakklankonderzoek (SKO-DDK) is een autonoom onderdeel van het SKO. Het al dan niet afnemen ervan beïnvloedt de andere onderdelen, m.n. het **SKO-basisonderzoek**, de **sneltest**, de module **inconsistentie** en de module **s&r en interdentaliteit**, niet.

Spraakklankstoornissen zijn er in verschillende vormen met een eigen symptomatologie, etiologie en verloop. Daarom moet een spraakklankonderzoek voldoende testonderdelen bevatten om een differentiële diagnose en een daarop gebaseerd behandelplan mogelijk te maken. Voor een verantwoording van het opnemen van deze module als onderdeel van het SKO verwijzen we enerzijds naar '2. Ontwerp van het Spraakklankonderzoek (SKO)' en anderzijds naar '1.3. Classificatie van SKS' in de handleiding SKO in ASISTO (zie www.SKOTest.be).

Over het al dan niet afnemen van de module **SKO-DDK** beslist de onderzoeker zelf. Afname is zeker aan te raden wanneer er aanwijzingen zijn voor een neurogene SKS of wanneer een zeer ernstige SKS vastgesteld wordt.

2.1. Gekozen doeluitingen: bestaande versus nonsenswoorden

De meeste DDK-taken maken gebruik van eenlettergrepige sequenties (bv. papapapa...) of drielettergrepige nonsenswoorden (bv. pataka-pataka...). Ook gekende woorden, een- en meerlettergrepige, worden gebruikt.

In het Angelsaksische gebied gebruiken verschillende DDK-tests voor kinderen de doeluiting 'patty cake' (/pEtikek/). Het is de titel en de aanhef van een kinderliedje en daardoor breed bekend.

Onderzoek van Zamani, Rezai en Garmatani (2017) toonde aan dat kinderen betekenisvolle woorden sneller kunnen herhalen dan nonsenswoorden. Beernaert en Christiaen (2018) bevestigden dit in hun onderzoek bij 82 Vlaamse kinderen (3-7j). Herhalingen van gekende woorden worden door kinderen sneller geproduceerd, waarschijnlijk omdat de woorden al opgeslagen zijn in hun lexicon.

Zamani en collega's (2017) concludeerden verder dat, in het kader van een logopedisch onderzoek, een gekend woord even geschikt is als een nonsenswoord voor de evaluatie van de planning, coördinatie en snelle uitvoering van articulatoire bewegingen.

Rekening houdend met het bovenstaande werd ervoor gekozen om gebruik te maken van bestaande woorden in plaats van nonsenswoorden. Daarbij wordt verwacht dat er minder mislukte pogingen zullen optreden. Het testcomfort verhoogt, terwijl de taak een goed beeld van de motorische spreekvaardigheid blijft geven.

2.2. Gekozen doeluitingen: aantal

De module **SKO-DDK** gebruikt twee bestaande woorden, namelijk 'papa' en 'potteke'. Het woord 'papa' moet **7 maal** herhaald worden. De volledige sequens is uiteindelijk een herhaling van het eenlettergrepige 'pa' en bevat 14 lettergrepen. Het in Vlaanderen algemeen gekende verkleinwoord 'potteke' telt drie lettergrepen en moet **5 maal** herhaald worden. De volledige sequens bevat daardoor 15 lettergrepen.

We hebben gekozen voor het aanbieden van deze twee taken, aangezien - zoals eerder vermeld - kinderen met dysartrie en kinderen met SOD hierbij verschillend kunnen presteren (Thoonen e.a., 1999). Een onevenwicht tussen de twee scores kan, in vergelijking met de richtnormen, een aanwijzing zijn voor een differentiële diagnose.

Deze twee types van DDK-taken worden frequent gebruikt. De scores ervan worden benoemd als (1) **alternating motion rates (AMR)**, waar het gaat over snelle herhalingen van afzonderlijke lettergrepen zoals '/pa/-/pa/-/pa/...' en (2) **sequential motion rates (SMR)**, waar het gaat over snelle herhalingen van lettergreepsequensen zoals '/po/-/te/-/ke/' (Rozenstoks, Novotny, Horakove & Rusz, 2020).

2.3. Gekozen doeluitingen: aantal pogingen

Aangezien zowel de prestatie van het kind als de betrouwbaarheid van de automatische analyse (zie verder) per poging kunnen verschillen, is het aangewezen om verschillende pogingen te gebruiken en vervolgens uit de corresponderende resultaten het meest representatieve resultaat te selecteren als resultaat voor de proefpersoon (zie sectie 5 voor een concreet voorstel). We hebben gekozen voor **3 pogingen per doelwoord**.

3. Afname van SKO-DDK in ASISTO

De afname van **SKO-DDK** gebeurt op het digitaal platform ASISTO (surf naar asisto.elis.ugent.be en meld u aan) en volgt grotendeels dezelfde stappen als deze van het **SKO-basisonderzoek** (beschreven in de bijhorende handleiding op www.SKOTest.be). Indien bij een kind zowel een afname van de module **inconsistentie** als van de module **diadochokinese** gepland zijn, wordt sterk aangeraden om eerst de module **inconsistentie** af te nemen. Op die manier is het kind al geoefend in het produceren van een herhaaltaak, voordat de module **diadochokinese** afgenomen wordt. Onder andere de instructie '*zo snel als mogelijk, maar wel correct*' moet dan extra aangeboden worden. Voor de DDK-opdrachten zijn dus geen aparte oefenitems voorzien. Indien toch nodig kan de opdracht verduidelijkt en vooraf uitgeprobeerd worden door naar de pagina **experiments** te gaan, daar op **try exercises** te klikken en **SKO.ddk1** of **SKO.ddk2** te selecteren (let wel, de opnames (onder **try exercises**) worden niet bewaard en er worden geen scores berekend).

Stappenplan

1/ Registreer de proefpersoon (indien dat nog niet eerder gebeurd is)

Ga naar de pagina **patients** waarop automatisch de knop **add new patient** geselecteerd is. Vul daar naam, voornaam en geboortedatum van het kind in en klik op **add new** om te bevestigen

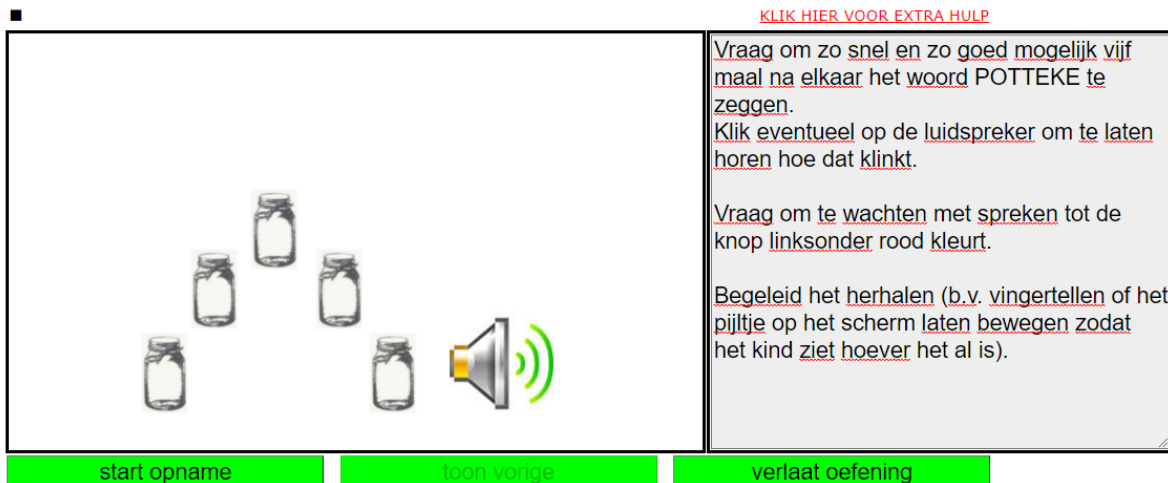
2/ Maak een sessie aan

Ga naar de pagina **patient sessions** waarop automatisch de knop **select/change patient** geselecteerd is. Aan de rechterkant ziet u welk kind op dit ogenblik geselecteerd is. Als dit niet het door u bedoelde kind is, selecteer dan eerst het bedoelde kind alvorens verder te gaan. Klik op **define/check sessions** om een sessie aan te maken. Om dat te doen selecteert u het prototype **SKOoddk** en vervolgens klikt u op de knop **add** om te bevestigen. Op die manier worden automatisch de twee oefeningen **SKO.ddk1** en **SKO.ddk2** in de sessie opgenomen.

Noot: Voor de afname van de module diadochokinese worden geen credits aangerekend. Er wordt dus ook geen credit gereserveerd na aanmaak van de sessie.

3/ Neem de oefeningen één voor één af

Ga naar de pagina [experiments](#) waarop automatisch de knop [select patient session](#) geselecteerd is. Als de geselecteerde sessie (kind + datum) niet de sessie is die u wilt afnemen, selecteer dan eerst het bedoelde kind en de af te nemen sessie. Klik op de knop [record patient session](#) om de afname van die sessie op te starten. Op het scherm verschijnt dan meteen de eerste opdracht van de taak **SKO.ddk1** (zie Figuur 1).



FIGUUR 1: STARTSCHEM SKO.DDK1

Aan de rechterkant van het startscherm staan de te volgen aanwijzingen:

1. Leg aan de proefpersoon uit dat hij/zij 5 maal na elkaar het woord 'potteke' moet herhalen. Vraag daarbij om dat zo snel en zo goed mogelijk (*) te doen.
2. Klik eens op het luidsprekertje om de proefpersoon te laten horen hoe dat klinkt.
3. Zeg aan de proefpersoon ook dat hij/zij pas mag starten zodra de knop linksonder rood wordt (op uw initiatief). (**)
4. Begeleid het herhalen (***) (bv. de logopedist toont vingertellen of wijst met de cursor of met de vinger opeenvolgend de items op het scherm aan).

(*) Wat betreft 'zo snel mogelijk en zo goed mogelijk': Het is de bedoeling dat de proefpersoon de hoogst mogelijke spreesnelheid gebruikt, maar niet ten koste van de correcte productie. Beide voorwaarden, snel en correct, zijn belangrijk en evenwaardig.

(**) Om te vermijden dat een deel van de respons van het kind niet zou worden opgenomen.

(***) Het comfort en het succes van een afname worden onder andere bepaald door hoe de herhalingen begeleid worden. De logopedist kan begeleidend vingertellen of met de cursor de items op het scherm aanwijzen. Dit laatste biedt vooral bij de pa-sequens soms meer comfort en succes dan het vingertellen. Hierbij merken we op dat een geproduceerde lettergreep meer of minder (bv. 13 maal 'pa' of 15 maal 'pa') weinig invloed zal hebben op de betrouwbaarheid van de automatische berekening van het spreektempo (zie sectie 5.). Een lettergreep meer of minder is dus geen *primaire* reden om een respons niet te aanvaarden.

DDK-taken kunnen moeilijk realiseerbaar zijn voor jonge kinderen en voor sommige kinderen met een SKS. Het is aan te bevelen om de oefening niet verder te zetten als blijkt dat de opdracht boven de huidige mogelijkheden van het kind ligt.

Aangezien de responsen automatisch verwerkt worden door ASISTO, is het van groot belang dat ze producties van het juiste doelwoord bevatten en dat ze geen extra storende geluiden of spraak van de logopedist bevatten.

Ingeval er voldoende vertrouwen is in de respons, klik dan op **<stop opname & ga door>**.

	<p>Vraag om zo snel en zo goed mogelijk vijf maal na elkaar het woord POTTEKE te zeggen. Klik eventueel op de luidspreker om te laten horen hoe dat klinkt.</p> <p>Vraag om te wachten met spreken tot de knop linksonder rood kleurt.</p> <p>Begeleid het herhalen (b.v. vingertellen of het pijltje op het scherm laten bewegen zodat het kind ziet hoever het al is).</p>	
<p>stop opname & ga door</p>	<p>stop opname & wacht</p>	<p>verlaat oefening</p>

FIGUUR 2: OEFENING SKO.DDK1: OPTIES

Wanneer u onzeker bent over de bruikbaarheid van de respons, klik dan op **stop opname & wacht** om de volgende opties beschikbaar te krijgen:


- **toon volgende**: presenteer de volgende oefening
- **opnieuw**: presenteer de huidige oefening opnieuw
- **luister**: luister naar de gemaakte opname (respons) en blijf in de wachtfase

	<p>Vraag om zo snel en zo goed mogelijk vijf maal na elkaar het woord POTTEKE te zeggen. Klik eventueel op de luidspreker om te laten horen hoe dat klinkt.</p> <p>Vraag om te wachten met spreken tot de knop linksonder rood kleurt.</p> <p>Begeleid het herhalen (b.v. vingertellen of het pijltje op het scherm laten bewegen zodat het kind ziet hoever het al is).</p>	
<p>toon volgende</p>	<p>opnieuw</p>	<p>luister naar opname</p>

FIGUUR 3: OEFENING SKO.DDK1: OPTIES

Is de respons niet zoals verwacht, klik dan op de knop [opnieuw](#) om de oefening nogmaals (en hopelijk beter) te laten uitvoeren (zie Figuur 3).

Is de respons wel zoals verwacht, klik dan op de knop [toon volgende](#) om verder te gaan.

Van zodra taak SKO.ddk1 afgenomen is verschijnt het figuurtje  dat aangeeft dat deze oefening doorlopen is.

Klik op [verlaat oefening](#) om de oefening als *uitgevoerd* te markeren. Het scherm toont dan de boodschap dat deze oefening (**SKO.ddk1**) afgewerkt is en dat u door op [record patient session](#) te klikken, de volgende oefening (**SKO.ddk2**) kunt starten. Als ook die *uitgevoerd* is, zal de boodschap verschijnen dat de eerste cyclus van de sessie voltooid is en dat u de volgende cyclus kunt opstarten. De twee taken dienen immers 3 maal afgenomen te worden. Dit zal u helpen om betrouwbare conclusies te kunnen trekken uit de automatische scoring van de responsen (zie volgende sectie).

De volledige module SKO-DDK kan op die manier afgewerkt worden zonder van pagina te moeten veranderen.

Noot: Voor meer details over het controleren van het afnameproces in ASISTO kunt u op 'KIJK HIER VOOR EXTRA HULP' klikken. Er verschijnt dan een nieuw tabblad met uitleg. Ook in de handleiding van SKO in ASISTO (zie www.SKOfest.be) wordt het ASISTO-afnameproces beschreven.

4. Automatische scoring van de responsen door ASISTO

Telkens als een cyclus van de sessie doorlopen is, berekent ASISTO de spreektempi voor de twee responsen die tijdens deze doorloop ontlokt werden. Voor de respons van **SKO.ddk1** ('potteke') wordt dit tempo de **SMR** genoemd (sequential motion rate). Voor de respons van **SKO.ddk2** ('papapapa...') wordt dit tempo **AMR** genoemd (alternating motion rate).

Het spreektempo wordt uitgedrukt in lettergrepen per seconde en wordt als volgt berekend:

$$\frac{(\text{aantal gevonden lettergrepen} - 1)}{(\text{tijdstip laatste lettergreep} - \text{tijdstip eerste lettergreep})} = \text{SMR of AMR}$$

Deze score is te interpretern als het omgekeerde van de gemiddelde tijd tussen opeenvolgende lettergrepen.

Om de betrouwbaarheid van de score goed te kunnen inschatten, worden naast de score nog twee andere grootheden meegegeven: (1) het aantal lettergrepen dat door ASISTO gevonden werd, en (2) het aantal maal dat de tijd tussen twee opeenvolgende gevonden lettergrepen groter was dan 2 seconden (en als een pauze te interpretern is).

Inspectie van de scores

Onmiddellijk na het afnemen van de eerste cyclus van de sessie wordt onder [experiments](#) de knop [show ratings by automatic](#) actief. Klik daarop om de resultaten van de automatische analyse van die

cyclus te bekijken. We raden echter aan om eerst alle cycli te doorlopen alvorens naar de resultaten van de analyses te gaan kijken.

Noot: Indien u de resultaten op een ander tijdstip wilt bekijken, moet u op dat tijdstip eerst naar de pagina [experiments](#) navigeren, en daar de gewenste sessie selecteren via [select patient session](#).

Wanneer de sessie volledig is afgewerkt, dan verschijnt na het klikken op [show ratings by automatic](#) een tabel met de automatisch berekende scores (Figuur 4)

cycle	analysis method	emoji	analysis result
3	AMR.PRAAT (spreeksnelheid)	🟢	SR = 5.45 syllables/sec (14 syllables and 0 pause intervals)
3	SMR.PRAAT (spreeksnelheid)	🟢	SR = 7.45 syllables/sec (15 syllables and 0 pause intervals)
2	AMR.PRAAT (spreeksnelheid)	🟢	SR = 5.35 syllables/sec (14 syllables and 0 pause intervals)
2	SMR.PRAAT (spreeksnelheid)	🟢	SR = 7.31 syllables/sec (15 syllables and 0 pause intervals)
1	AMR.PRAAT (spreeksnelheid)	🟢	SR = 5.51 syllables/sec (14 syllables and 0 pause intervals)
1	SMR.PRAAT (spreeksnelheid)	🟢	SR = 7.02 syllables/sec (15 syllables and 0 pause intervals)

FIGUUR 4: BEREKENDE SCORES – AMR = ‘PAPAPA...’ – SMR = ‘POTTEKE, POTTEKE...’)

In de volgende sectie wordt aangegeven hoe men uit de AMR-scores per cyclus een AMR-score voor de proefpersoon kan afleiden (en idem dito voor SMR). De emoji’s naast de scores zijn groen als de score > 4 syllaben/sec en rood als de score < 2 syllaben/sec.

Zodra er normatieve data ter beschikking zijn (voorzien in 2022, onder voorbehoud), zullen we die mededelen en eventueel andere drempels hanteren.

5. Betrouwbaarheid van de scores

Het spraaktempo in een respons wordt in ASISTO berekend door een programma dat ontwikkeld werd door de vakgroep ELIS van de Universiteit Gent. Dit programma kwam als beste uit een vergelijkend experiment waarin drie programma’s werden getest op 128 responsen van zowel volwassenen (pataka- en pa-sequensen) als kinderen (potteke-sequensen) en van volwassenen met en zonder spraakklankstoornis. De uitkomsten van de programma’s werden vergeleken met de manueel bepaalde spreektempi van de responsen.

De manuele bepaling gebeurde als volgt: de respons en het bijbehorend spectrum werden gevisualiseerd in het softwareprogramma PRAAT; alle geluiden die geen verwachte lettergrepen waren, werden genegeerd; de tijdstippen van de eerste en de laatste lettergreep werden manueel gemarkeerd en vervolgens werd de formule uit de vorige sectie toegepast. Meer details over de geteste programma’s en het uitgevoerde experiment zijn te vinden in een appendix van [dit document](#).

Als het aantal gevonden lettergrepen gelijk is aan het verwachte aantal (14 voor de papa-sequens en 15 voor ‘potteke’), dan is het berekende spreektempo normaal gezien betrouwbaar. Als het aantal lettergrepen op één na gelijk is aan het verwachte aantal, dan zal het berekende tempo ook nog betrouwbaar zijn (minder dan 10 procent afwijking). Als het aantal syllaben meer afwijkt van het verwachte aantal, dan is de kans groot dat het berekende tempo niet betrouwbaar is.

Als het tempo betrouwbaar is, maar als er ook een pauze gevonden werd in de respons, dan kan dit betekenen dat het berekende tempo lager is dan het tempo dat zou gemeten worden wanneer enkel de intervallen buiten de pauzes onderzocht zouden worden.

Afleiding van scores voor proefpersoon (zie berekende scores in Figuur 4)

De AMR-score (papa-responsen in SKO.ddk2) is idealiter berekend op basis van 14 syllaben. De 3 berekende AMR-scores zijn dus allemaal betrouwbaar. Als score voor deze proefpersoon kan je dan bv. de grootste (= snelste) daarvan kiezen. Dit levert een AMR = 5.51 lettergrepen/seconde op.

De SMR-score (potteke-responsen in SKO.ddk1) is idealiter berekend op basis van 15 syllaben. De meest betrouwbare SMR-scores in Figuur 5 zijn deze die berekend werden voor cycli 1 en 3. Als score voor deze proefpersoon kan je dan bv. de grootste (= snelste) daarvan kiezen. Dit levert een SMR = 7.45 lettergrepen/seconde op.

6. Normering

In afwachting van de resultaten van een normeringsonderzoek (voorzien in 2022, onder voorbehoud) stellen we de onderstaande richtnormen voor een normaal resultaat per leeftijdsgroep voor.

Deze richtnormen zijn afgeleid van resultaten gevonden bij gelijkaardige opdrachten in het onderzoek van Beernaert en Christiaen (2018) en moeten dus met de nodige voorzichtigheid gehanteerd worden.

TABEL 1: RICHTNORMEN SKO-DDK (D.D. OKT 2021)

'papa...'		
leeftijd	Gemiddelde AMR	SD
3 jaar	2,3	0,88
4 jaar	2,7	0,75
5 jaar	3,2	1,15
6 jaar	3,6	0,8
7 jaar	3,8	0,73

'potteke'		
leeftijd	Gemiddelde SMR	SD
3 jaar	2,5	0,88
4 jaar	3,1	0,65
5 jaar	3,4	0,66
6 jaar	3,6	0,65
7 jaar	3,7	0,67

Referenties

- Beernaert, I., & Christiaen, K. (2018). *Normatieve data voor orale diadochokinese*. UGent: Faculteit Geneeskunde en Gezondheidswetenschappen.
- Cohen, W., & Waters, D. (1999). Measuring speech motor skills in normally developing and phonologically disordered pre-school children, *ICPhS-14*, 789-792.
- Diepeveen S., van Haften L., Terband H., de Swart, B., & Maassen B. (2019). A standardized protocol for maximum repetition rate assessment in children. *Folia Phoniatica et Logopaedica*, 71, 238-250.
- Kent, R., & Kent, J., & Rosenbek, J. (1987). Maximum performance tests of speech production. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 52, 367-87.
- Rozenstoks, K., Novotny, M., Horakova, D., & Ruzs, J. (2020). Automated assessment of oral diadochokinesis in multiple sclerosis using a neural network approach: Effect of different syllable repetition paradigms, *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 28(1), 32-41.
- Thoonen, G., Maassen, B., Gabreels, F., & Schreuder, R. (1999). Validity of maximum performance tasks to diagnose motor speech disorders in children. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 13, 1-23.
- Williams, P. (2015). *The diadochokinetic skills of children with speech difficulties*. PhD thesis, University of Sheffield.
- Zamani, P., Rezai, H., & Garmatani, N.T. (2017). Meaningful words and non-words repetitive articulatory rate (oral diadochokinesis) in Persian speaking children. *Journal of Psycholinguistic Research*, 46, 897-904.