

**Vlaamse Wetenschappelijke Vereniging
voor Jeugdgezondheidszorg**



STANDAARD VISUSONDERZOEK BIJ 3- TOT 18- JARIGEN IN HET CLB:

Herziening van de richtlijnen voor

KLEURZINONDERZOEK

WETENSCHAPPELIJK DOSSIER

2008

DEEL I: WETENSCHAPPELIJKE ARGUMENTEN VOOR EEN HERZIENING VAN DE RICHTLIJNEN

Dr. Cécile Guérin
Wetenschappelijk medewerker

Prof. Dr. Karel Hoppenbrouwers
Voorzitter VWVJ

STANDAARD VISUSONDERZOEK BIJ 3- TOT 18- JARIGEN IN HET CLB: Herziening van de richtlijnen voor KLEURZINONDERZOEK

WETENSCHAPPELIJK DOSSIER

INLEIDING

Het opsporen van aangeboren kleurzinstoornissen vormt sedert lang een vast onderdeel van het periodieke gezondheidsonderzoek binnen jeugdgezondheidszorg. Doelstelling is om - in geval van dyschromatopsie - leerlingen, ouders en school vroegtijdig te adviseren in verband met moeilijkheden, mogelijke beperkingen en specifieke aandachtspunten bij schoolloopbaan, studie- en beroepskeuze.

Volgens het Besluit van de Vlaamse regering tot bepaling van sommige opdrachten van de centra voor leerlingenbegeleiding van 17 maart 2000 dient het kleurzinonderzoek systematisch afgenomen te worden bij leerlingen van het 1ste leerjaar.

In 2003 gaf de Vlaamse Wetenschappelijke Vereniging voor Jeugdgezondheidszorg vorm aan dit wettelijk kader en formuleerde precieze richtlijnen rond de uitvoering van het kleurzinonderzoek in het CLB. Zo wordt in de standaard 'Visusonderzoek bij 3- tot 18-jarigen in het CLB' aanbevolen om kleurzin te testen aan de hand van een selectie van 13 Ishihara-platen (Ishihara-test, 6^{de} editie).¹ Volgens deze richtlijn is er vanaf één foutgelezen plaat sprake van een afwijkend testresultaat.

In de praktijk blijkt de toepassing van deze richtlijnen bij leerlingen uit het 1ste leerjaar voor moeilijkheden te zorgen: CLB-medewerkers melden een bijzonder groot aantal vals-positieve en onbetrouwbare resultaten bij deze jonge kinderen (gemiddeld 6 jaar oud). Hierdoor zou het strikt toepassen van de aanbevolen verwijscriteria tot een groot aantal onnodige verwijzingen leiden, wat in de praktijk noch haalbaar noch wenselijk is.

Bijgevolg werd de screening naar congenitale kleurzinstoornissen grondig doorgelicht en werd onderzocht of een ander instrument en/of procedure van testafname beter geschikt zou zijn voor kleurzinonderzoek in het CLB.

In deel 1 van dit wetenschappelijk dossier wordt de essentie van deze zoektocht samengevat, met name (1) een uitgebreide literatuurstudie, (2) een voorstel van een nieuwe (verkorte) Ishihara-test voor het CLB dat getoetst werd aan expertopinions, (3) het opzet van een pilootonderzoek in het CLB, met hierbij aansluitend de resultaten, bespreking en conclusies.

Voortvloeiend uit deze conclusies werd een nieuw voorstel van screeningsprogramma naar kleurzinstoornissen voor het CLB uitgewerkt. In deel 2 vindt men een gedetailleerde voorstelling van deze nieuwe richtlijnen voor CLB-medewerkers (materiaal, werkwijze, interpretatie van de resultaten en nazorg, voorbeelden...) met in bijlage diverse instrumenten en hulpmiddelen voor de CLB-praktijk (stroomdiagrammen, registratieformulier, aanwijskaart, enz).

**STANDAARD VISUSONDERZOEK BIJ 3- TOT 18- JARIGEN IN HET CLB:
Herziening van de richtlijnen voor KLEURZINONDERZOEK**

WETENSCHAPPELIJK DOSSIER

INHOUD

DEEL I: WETENSCHAPPELIJKE ARGUMENTEN VOOR EEN HERZIENING VAN DE RICHTLIJNEN

SYSTEMATISCHE SCREENING VAN AANGEBOREN KLEURZINSTOORNISSEN IN DE CENTRA VOOR LEERLINGENBEGELEIDING: RATIONALE	p 3
Screeningscriteria in relatie tot de aandoening en de therapeutische mogelijkheden	p 3
Screeningscriteria in relatie tot het screeningsinstrument en het screeningsprogramma	p 5
- Ishihara-test (38-plateneditie)	p 5
- Verkorte Ishihara-edities	p 6
- Gedocumenteerde validiteit van de verschillende Ishihara-edities	p 6
- Invloed van leeftijd en type fouten op de interpretatie van de resultaten op de Ishihara-test	p 8
NAAR EEN NIEUWE PLATENSELECTIE VOOR HET CLB	p 9
PILOOTONDERZOEK	p 11
Onderzoeksdesign	p 11
Onderzoekspopulatie en deelname aan de verschillende onderzoeksfasen	p 12
Samenvatting van de onderzoeksresultaten	p 13
- Fase 1	p 13
- Fase 2	p 14
Bespreking en conclusies	p 17
- Aantal platen en keuze van de afkappunt	p 17
- Leeftijd en testomstandigheden	p 18
BIBLIOGRAFIE	p 20

SYSTEMATISCHE SCREENING VAN AANGEBOREN KLEURZINSTOORNISSEN IN DE CENTRA VOOR LEERLINGENBEGELEIDING: RATIONALE

De evaluatie van een screeningsprogramma gebeurt aan de hand van een aantal criteria. Hierbij speelt niet enkel de kwaliteit van de screeningstest(s) een rol, maar ook de aard en de omvang van het gezondheidsprobleem, het verloop van de aandoening en het nut van vroegtijdige (preventieve en/of curatieve) interventie. Meestal worden voor deze evaluatie de klassieke criteria van Wilson en Jungner gebruikt.^{2,3} Deze werden in de loop der jaren aangevuld en vervolgens door de UK National Screening Committee in thematische rubrieken ondergebracht, met name de criteria gebonden aan de aandoening, therapeutische mogelijkheden, screeningsinstrumenten en screeningsprogramma.⁴⁻⁶ De bespreking die hierna volgt, is op deze indeling gebaseerd.

Screeningscriteria in relatie tot de aandoening en de therapeutische mogelijkheden

Kleurzinstoornissen kunnen aangeboren zijn, maar ook verworven bij talrijke oogziekten. Het kleurzinonderzoek in centra voor leerlingenbegeleiding (kortweg CLB) is enkel gericht op het opsporen van de congenitale dyschromatopsieën. Dergelijke stoornissen - waarvoor geen enkele behandeling bestaat en die voor het hele leven onveranderd blijven - komen voor bij ongeveer 8% van de jongens en bij 0,4% van de meisjes.⁷⁻⁹

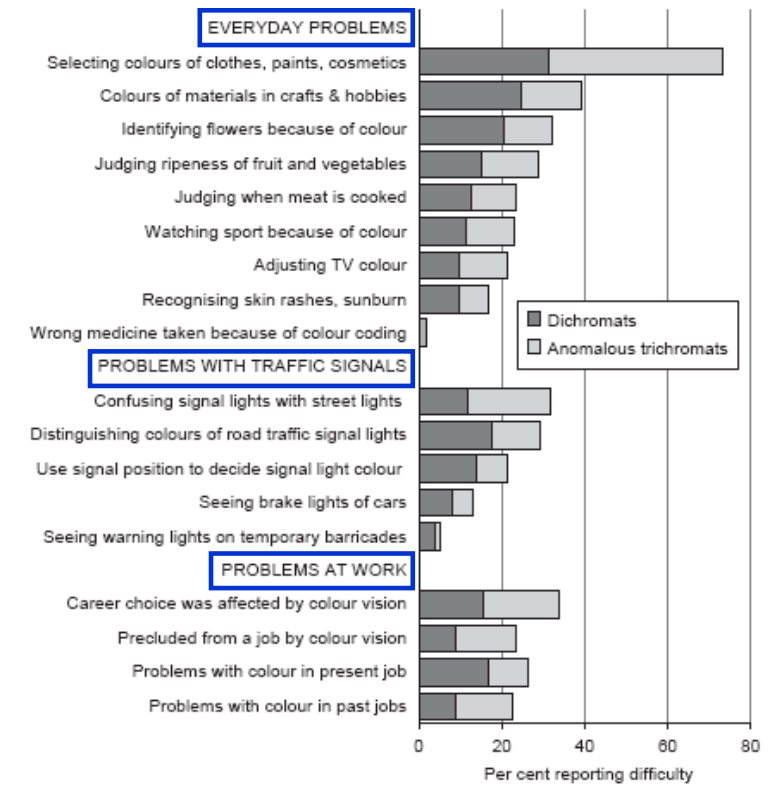
Het meest bekende gevolg van dyschromatopsieën is een beperking in de studie- en beroepskeuze. Voor enkele specifieke beroepen zoals piloot, officier ter lange omvaart en spoorwegpersoneel met een veiligheidsfunctie bestaan er wettelijke vereisten wat betreft kleurzien. Ook elektrikers, artsen, schilders, chauffeurs e.a. kunnen problemen door hun kleurzinstoornis ondervinden, hoewel zij niet door wetten worden verhinderd om hun functie uit te oefenen.

Voor de persoon met een kleurzinstoornis is de werkelijke impact van het kleurzindeфект op het dagelijkse en professionele leven mede bepaald enerzijds door het type en de graad van de afwijking, en anderzijds door de kleurtaken die in de verscheidene levensdomeinen opduiken. In de literatuur wordt een onderscheid gemaakt tussen vier groepen kleurtaken, met name:

- Connotatieve kleurtaken, waarbij kleur voor informatiecodering wordt gebruikt (vb. verkeerslichten)
- Denotatieve kleurtaken, waarbij kleur als identificatiemiddel of zoekstrategie wordt aangewend (vb. "de rode wagen is de mijne")
- Vergelijkende kleurtaken, waarbij kleuren met elkaar vergeleken worden (bijvoorbeeld om twee mixverven van identieke kleur te bekomen, of om de kleur van twee voorwerpen - zoals kunststanden - te matchen)
- Esthetische kleurtaken, wanneer kleur op een esthetische manier wordt aangewend (vb. schildering).

Volgens Cumberlands *et al* ontwikkelen de meeste kleurzingestoorde personen effectieve adaptieve strategieën om mogelijke beperkingen te omzeilen en te compenseren.¹⁰ Nochtans blijkt uit de studie van Steward en Cole (waarbij 102 kleurzingestoorde en 102 volwassenen met normale kleurzin werden geïnterviewd) dat 90% van de dichromaten en tot twee derde van de anomale

trichomaten moeilijkheden in het dagelijkse leven ervaren met taken die op hun kleurzin aanspraak maken (voor gedetailleerde beschrijving, zie figuur 1). Zij vonden bij de kleurzigestoorden een statistisch significante correlatie tussen het aantal ondervonden problemen en de ernst van het kleurzindefect.¹¹



Figuur 1 naar Steward & Cole¹¹: Proportie van kleurzigestoorden die specifieke moeilijkheden met kleurtaken ondervinden (n=102)

Op school - waar vooral denotatieve kleurtaken regelmatig terugkomen - blijken leerlingen met een kleurzinstoornis over het algemeen niet met onoverkomelijke moeilijkheden geconfronteerd te worden¹⁰. Wanneer de omgeving niet op de hoogte is van de dyschromatopsie kan het kind zich echter onbegrepen voelen terwijl het zelf ook geen inzicht heeft in zijn kleurzindefect. Veelvuldige correcties door leerkrachten die het probleem niet herkennen, kan leiden tot een negatief zelfbeeld zoals de wetenschapper Snyder het zelf meemaakte.¹² Indien de kleurzinstoornis tijdig opgespoord en onderkend wordt, kunnen deze leerlingen, hun leerkrachten en hun ouders op een adequate wijze met de kleurzinbeperking leren omgaan.

Het geven van richtlijnen door het CLB in geval van dyschromatopsie kan de leerkracht helpen bij het geven van onderwijs, en mogelijks de kleurzigestoorde leerlingen en hun ouders moeilijkheden besparen tijdens de schoolloopbaan en bij de latere studie- en beroepskeuze. Het tijdig verstrekken van gerichte informatie kan immers vermijden dat het dyschromate kind voor een baan of studierichting kiest, waarbij zijn kleurzinbeperking zich in een werkelijke handicap bij de uitoefening van zijn beroep zou kunnen vertalen.

Besluit: om deze redenen is het een belangrijke opdracht voor het CLB om kleurzinstoornissen bij het begin van de schoolloopbaan op te sporen.

Screeningscriteria in relatie tot het screeningsinstrument en het screeningsprogramma

Voor het opsporen van congenitale dyschromatopsie worden meestal tests met pseudo-isochromatische platen gebruikt. De Ishihara-test - die van 1917 dateert - is wereldwijd het meest gebruikte screeningsinstrument voor deze doelstelling.¹³ De platen zijn opgebouwd uit bolletjes van verschillende grootte en kleurtint, waarin de waarnemer al dan niet een cijfer kan herkennen. Daarnaast is er ook een aantal aangepaste platen voor jonge kinderen die cijfers nog niet of moeilijk lezen. Deze platen zijn voorzien van kronkelende lijnen (de zogenaamde Ishihara-'slangetjes') die door het kind met een penseel overtekend moeten worden.

De uitstekende reputatie van de Ishihara-test is gebaseerd op een goed gedocumenteerde combinatie van hoge specificiteit én sensitiviteit bij het opsporen van kleuzinafwijkingen bij volwassenen¹³. In de literatuur wordt deze test daarom beschouwd als de gouden standaard voor de screening van rood-groen afwijkingen.¹³ Gekende beperkingen van dit instrument zijn enerzijds het feit dat het geen plaat bevat om de (uiterst zeldzame) blauw-geeldefecten op te sporen, en anderzijds dat het niet toelaat om met zekerheid het type of de graad van de afwijking te bepalen. Voor het stellen van een precieze diagnose van kleurzinstoornis is de Ishihara-test dus niet geschikt: hiervoor wordt de anomaloscoop door de meeste auteurs als gouden standaard beschouwd.⁸

De meest complete editie van de Ishihara-test bevat 38 platen maar er zijn ook verschillende kortere versies van de test verkrijgbaar (selectie van 24, 16, 13 of zelfs 6 platen uit de 38). Beschikbare informatie over hun respectieve eigenschappen en validiteit wordt hieronder samengevat.

Ishihara-test (38-plateneditie)

De verschillende platen van de Ishihara-test zijn telkens ontworpen volgens een welbepaald principe en kunnen aan de hand hiervan in vijf types onderverdeeld worden:

- 'Demonstration-type': deze eerste plaat wordt aangewend als aanloop tot het onderzoek en voor het begrijpen van de opdracht. Ze is leesbaar voor alle normale en kleurzingevoerde waarnemers.
- 'Vanishing-type': deze plaat is slechts leesbaar voor personen met een normale kleurzin. Voor de kleurzingevoerden worden de cijfers onzichtbaar omdat de kleuren ervan niet worden onderscheiden van de achtergrond.
- 'Transformation-type': normale proefpersonen lezen een bepaald cijfer terwijl kleurzingevoerden hierin een ander cijfer herkennen. Dit komt doordat de symbolen samengesteld zijn enerzijds uit sommige kleuren die voor kleurzingevoerden met de achtergrond kunnen verward worden en anderzijds uit andere kleuren die ook bij dyschromatopsie duidelijk zichtbaar blijven.
- 'Hidden-digit-type': enkel kleurzingevoerden kunnen een cijfer herkennen doordat zowel symbool als achtergrond samengesteld zijn uit een mix van (voor normaal kleurzienden) verschillende kleuren. Kleurzingevoerden verwarren de kleuren van de achtergrond onderling en de kleuren van de cijfers onderling.
- 'Diagnostic' of 'classification-type': deze platen zijn ontworpen om een onderscheid te maken tussen protan- en deutan-afwijkingen. Het zijn platen van het *vanishing-type*, samengesteld uit twee cijfers waarvan één onzichtbaar is voor de protan-gestoorde waarnemers en het andere voor deutan-gestoorde waarnemers.

De platen van het *vanishing-, transformation en hidden-digit-type* zijn bedoeld als screeningsplaten, terwijl de *diagnostic- of classification-type* platen werden ontworpen om een meer specifieke diagnose te stellen.

Platen met slangetjes zijn minder goed gedocumenteerd, moeilijker te interpreteren en minder gevoelig voor het opsporen van kleurzinstoornissen. Andere aspecten zoals de motoriek kunnen ook een invloed hebben op de testuitslag.¹³

De handleiding van de Ishihara-test beveelt aan om de volgende cut-off waarden (aantal getolereerde fouten) te hanteren bij de volledige Ishihara-editie: het resultaat dient als normaal beschouwd te worden wanneer men minder dan 5 fouten op de 21 cijferplaten maakt, en als abnormaal vanaf 8 fouten. Volgens Ishihara zijn de personen die 5 à 7 fouten maken zeldzaam. In dit geval is een onderzoek met de anomaloscoop noodzakelijk om een onderscheid tussen normaal kleurzien en dyschromatopsie te kunnen maken.

Verkorte Ishihara-edities

Volgens Littlewood en Hyde is het gebruik van een verkorte versie van de Ishihara-test - die slechts één plaat van elk type bevat - te verkiezen boven de afname van de gehele test in het kader van screening naar kleurzinafwijkingen.¹⁴ Zo vermijdt men dat kleurzinstoornissen enerzijds ontmoedigd worden (bij falen op verschillende platen van hetzelfde type achter elkaar) en anderzijds dat ze compensatiemechanismen ontwikkelen (zoals herkenning van het juiste cijfer op basis van helderheid i.p.v. kleur). De Ishihara-handleiding bevestigt dat kortere Ishihara-tests beter geschikt zijn voor screeningsdoeleinden en beschrijft hoe men hiervoor een minimum aan 6 platen dient te selecteren. Volgens deze richtlijnen kunnen aldus zeer veel verschillende platencombinaties gebruikt worden. Hierbij dienen de verschillende types van platen vertegenwoordigd te zijn met uitzondering van de diagnostische platen - die bij screening niet hoeven getoond te worden.

Bij afname van een verkorte Ishihara-editie dient men een strengere cut-off waarde toe te passen. Bij de kortste 6-plateneditie wordt het kleurenzicht pas als normaal beschouwd bij foutloze uitslag. In geval van één of meerdere fouten wordt in de handleiding aanbevolen om de volledige reeks van 21 platen af te nemen alvorens te besluiten tot een kleurzinafwijking.¹⁵

De selectie van 13 platen aanbevolen in de standaard visus van de VVJ is gebaseerd op de zesde Ishihara-editie (1932) en bevat 13 platen met cijfers en 3 alternatieve platen met slangetjes.⁸

Gedocumenteerde validiteit van de verschillende Ishihara-edities

Validiteit is *“de mate waarin een onderzoek, een meetinstrument of meettechniek meet wat het beoogt te meten. Om de validiteit van een meetinstrument te bepalen wordt het vergeleken met een ander instrument, waarvan men zeker is dat dit het gewenste effect meet, de gouden standaard”*.¹⁶ Ten opzichte van deze gouden standaard kan men onder meer de sensitiviteit (gevoeligheid), de specificiteit, en de voorspellende waarden van een meetinstrument berekenen.

Tabel 1: Parameters om de intrinsieke waarden van een test te beschrijven ¹

PARAMETERS	
Sensitiviteit	Mate waarin de test erin slaagt een ziek individu als dusdanig te herkennen Hoe hoger de sensitiviteit, hoe kleiner het aantal fout-negatieven
Specificiteit	Mate waarin de test erin slaagt om gezonde mensen als dusdanig te herkennen Hoe specifiek de test is, hoe minder fout-positieven
Positief voorspellende waarde	Geeft de kans dat bij een positief testresultaat de ziekte ook echt aanwezig is Afhankelijk van de prevalentie van de ziekte en van de specificiteit van de test
Negatief voorspellende waarde	Geeft de kans dat bij een negatief testresultaat de ziekte ook echt afwezig is Afhankelijk van de prevalentie van de ziekte en van de sensitiviteit van de test

Vele studies hebben zich gebogen over de waarde van de Ishihara-test (volledige of verkorte versies) als screeningsinstrument. De meest recente gegevens komen uit studies opgezet om nieuw ontwikkelde kleurzintests te valideren. Hierbij fungeert de Ishihara-test als referentie en 'gouden standaard' voor screeningsdoeleinden. Wij weerhielden alle publicaties waarbij naast de Ishihara-test ook een onderzoek met de anomaloscoop werd uitgevoerd (bij wijze van gouden standaard voor de diagnose van kleurzinstoornissen).

Alle bruikbare gegevens over de testeigenschappen van de Ishihara-test die dit literatuuronderzoek leverde, vindt men samengevat in tabel 2. Hieruit blijkt dat de bekomen waarden voor sensitiviteit en specificiteit in de geciteerde studies in dezelfde grootteorde liggen, doch verschillen naargelang de gehanteerde cut-off waarden: hoe groter het aantal getolereerde fouten in de geciteerde studie, hoe lager de sensitiviteit en hoe hoger de specificiteit. In termen van validiteit (combinatie van hoge sensitiviteit en hoge specificiteit) scoort de verkorte 13-platenselectie beter dan de complete editie. Spijtig genoeg konden in de literatuur geen gegevens gevonden worden om de validiteit van zeer korte Ishihara-tests te documenteren.

Tabel 2: Overzicht van literatuurgegevens over testeigenschappen van verschillende Ishihara-edities, met anomaloscopie als gouden standaard

Publicatie: Auteur (ref)	Studie- omvang	Samenstelling van onderzoekspopulatie	Geteste Ishihara-editie (afgenomen platen)	Gekozen cut-off waarde	Gevonden sensitiviteit	Gevonden specificiteit
Littlewood ¹⁷	N = 400	Volwassenen (voornamelijk mannen)	38-plateneditie (1-21)	≥ 5 fouten	99,0%	82,0%
Mantyjarvi ¹⁸	N = 283	Schoolgaande kinderen en studenten	38-plateneditie (1-21)	≥ 5 fouten	76,9%	100,0%
Birch ¹⁹	N = 879	471 normaal kleurziende mannen + 401 kleurzigestoorde mannen	38-plateneditie (1-21)	≥ 8 fouten	80,5%	100,0%
Birch ¹⁹	N = 879	471 normaal kleurziende mannen + 401 kleurzigestoorde mannen	38-plateneditie (1-21)	≥ 6 fouten	94,0%	95,4%
Birch ¹⁹	N = 879	471 normaal kleurziende mannen + 401 kleurzigestoorde mannen	38-plateneditie (1-21)	≥ 3 fouten	98,7%	94,1%
Aarnisal ²⁰	N = 150	100 normaal volwassenen + 50 kleurzigestoorde volwassenen	38-plateneditie (1-21)	≥ 1 fout	100,0%	67,0%
Mollon ²¹	N = 81	39 normaal kleurziende volwassenen + 42 kleurzigestoorde volwassenen	13-plateneditie (1-13)	≥ 1 fout	100,0%	100,0%
Cotter ²²	N = 62	41 normaal kleurziende volwassenen + 21 kleurzigestoordevolwassenen	13-plateneditie (1-13)	≥ 1 fout	100,0%	90,5%
Dain ¹³	N = 126	+ 68 normale ado's en volwassenen + 58 kleurzigestoorde ado's en volw.	13-plateneditie (1-13)	≥ 2 fouten	100,0%	98,0%

Invloed van leeftijd en type fouten op de interpretatie van de resultaten op de Ishihara-test

De hierboven aangegeven testeigenschappen voor de 13-platenselectie zijn veelbelovend en lijken de keuze van dit instrument voor screening in het CLB te bevestigen. Maar dit is zonder rekening te houden met het feit dat het CLB-onderzoek bij 6-jarigen plaatsvindt, terwijl de gepubliceerde gegevens allemaal gebaseerd zijn op studies uitgevoerd bij volwassenen.

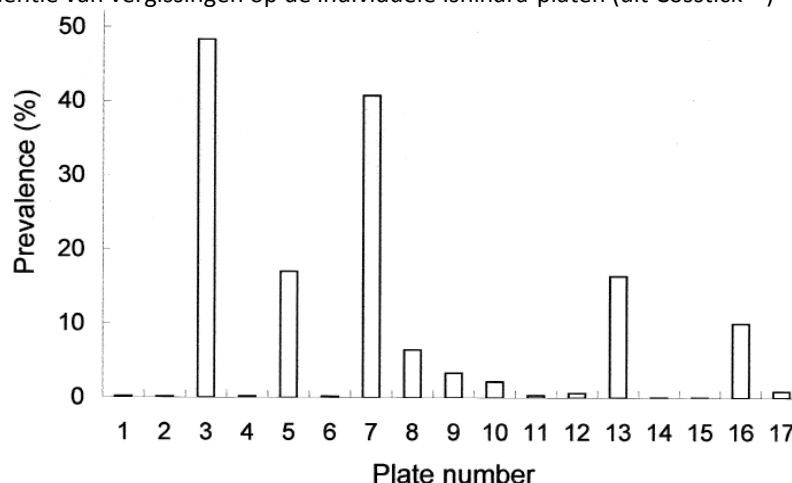
Sinds de implementatie van de standaard Visus in Vlaanderen (2003) blijkt de toepassing van de richtlijnen voor moeilijkheden te zorgen: CLB-medewerkers melden een bijzonder groot aantal fout-positieven en onbetrouwbare resultaten bij jonge kinderen. Volgens deze richtlijn is er sprake van een afwijkend testuitslag op de 13-platenselectie vanaf één foutgelezen plaat. Hierdoor zou het strikt toepassen van de aanbevolen criteria tot een groot aantal onnodige verwijzingen leiden, wat in de praktijk noch haalbaar noch wenselijk is.

Volgens Ishihara zijn fout-positieven bij volwassenen eerder zeldzaam en meestal te wijten aan onoplettendheid¹⁵. In de literatuur wordt wel aangegeven dat er **een onderscheid** kan gemaakt worden **tussen echte fouten en vergissingen** bij het lezen van de cijferplaten^{17;19;23-25}:

- Met echte fouten worden hier enkel bedoeld de fouten die typisch zijn voor kleurzingsstoorden, met andere woorden:
 - het niet kunnen lezen van ‘*vanishing-type*’ platen
 - het lezen van de verborgen cijfers in ‘*transformation-type*’ platen
 - het lezen van de verborgen cijfers in de ‘*hidden-digit-type*’ platen
- Andere fouten, die niet aan deze criteria beantwoorden, zijn niet typisch voor een kleurzinstoornis. Sommige auteurs pleiten ervoor om vrij tolerant om te gaan met deze specifieke vergissingen bij de interpretatie van de testuitslag. Volgens Birch zou men een cut-off van 6 fouten op 21 platen nog als normaal kunnen beschouwen op voorwaarde dat het niet gaat om typische fouten.¹⁹

De prevalentie van dergelijke vergissingen bij jonge kinderen werd voor het eerst in 2005 door Cosstick gedocumenteerd. De gepubliceerde gegevens zijn gebaseerd op een cross-sectionele studie uitgevoerd bij een grootschalige steekproef (van 1.735 zesjarigen) representatief voor de Australische populatie²⁵. Uit dit onderzoek blijkt dat 75,8% van de normaal kleurziende kinderen één of meerdere fouten maakte op de Ishihara 24-platen editie. De prevalentie van deze vergissingen vertoont echter een grote variatie naargelang de plaat, gaande van 0,2% tot 48,4% (!) met een opvallende piek voor de platen 3 en 7 (zie figuur 2 hieronder).

Figuur 2: Prevalentie van vergissingen op de individuele Ishihara-platen (uit Cosstick²⁵)



Het feit dat jonge kinderen opvallend veel vergissingen maken bij het lezen van de Ishihara-platen kan mogelijks verklaard worden door het feit dat ze niet vertrouwd zijn met het lezen van dubbele cijfers en met het verouderde lettertype van sommige Ishihara-cijfers (zo verwarren ze bijvoorbeeld gemakkelijk de cijfers 4 en 7 met 1, 5 met 6, en 6 met 8). Het meest vervelende hierbij is dat sommige van deze vaak gemaakte vergissingen overeenkomen met de fouten die net als typisch voor kleurzingestoorden dienen beschouwd te worden (vb. plaat 5, waarop kleurzingestoorden in het cijfer 4 het verborgen cijfer 1 herkennen, terwijl jonge kinderen zonder kleurzinstoornis het cijfer 4 in Ishihara-lettertype vaak ook net met een 1 verwarren).

De studie van Cosstick bevestigt en verklaart de grote discrepantie tussen enerzijds de uitstekende validiteit van de 13-platenselectie - zoals in de literatuur bij volwassenen gedocumenteerd - en anderzijds de praktijkervaring in het CLB sinds de implementatie van de nieuwe richtlijnen.

Besluit: een groot aantal vals-positieve resultaten heeft nadelige gevolgen voor de uitkomst van een screeningsprogramma. Daarom leek het aangewezen om de samenstelling van de verkorte Ishihara-test voor het CLB te herzien, en de nieuwe selectie van platen en cut-off waarden te baseren op recente onderzoeksgegevens bij jonge kinderen.

NAAR EEN NIEUWE PLATENSELECTIE VOOR HET CLB

Uit het vorige komt duidelijk naar voren dat een verkorte Ishihara-selectie beter geschikt is voor screeningsdoeleinden en dat bepaalde platen te verkiezen zijn boven andere, vooral indien het screeningsprogramma zich richt naar jonge kinderen. Bij deze zoektocht naar de optimale samenstelling van een nieuwe verkorte Ishihara-test voor het CLB werd een zorgvuldige selectieprocedure toegepast, waarbij - naast het uitsluiten van de platen met de grootste designmoeilijkheden - rekening werd gehouden met:

- de richtlijnen van Ishihara zelf over aantal en type platen te gebruiken bij screening¹⁵
- de gedocumenteerde testeigenschappen van de individuele Ishihara-platen (zie samenvatting in tabel 3)
- Adviezen van enkele experts in de materie (Dr. Bart Leroy, oftalmoloog en de heer André Uvijs, kleurzindeskundige, Universitair Ziekenhuis en Universiteit Gent)

Dit leidde ons in eerste instantie tot de selectie van 6 platen (namelijk platen 1, 2, 4, 6, 8 en 10). Op expertadvies werd nog één extra plaat uit de groep "classificatie" toegevoegd (plaat 12).

Deze **verkorte Ishihara-versie met 7 platen** (zie afbeelding op figuur 3) werd vervolgens uitgetest in een pilootonderzoek dat werd opgezet in samenwerking met enkele CLB's. In het volgende hoofdstuk zullen de resultaten van deze studie voorgesteld worden. Vervolgens zullen we nagaan of deze test werkelijk een beter screeningsinstrument voor het CLB vormt dan de huidige 13-platenselectie.

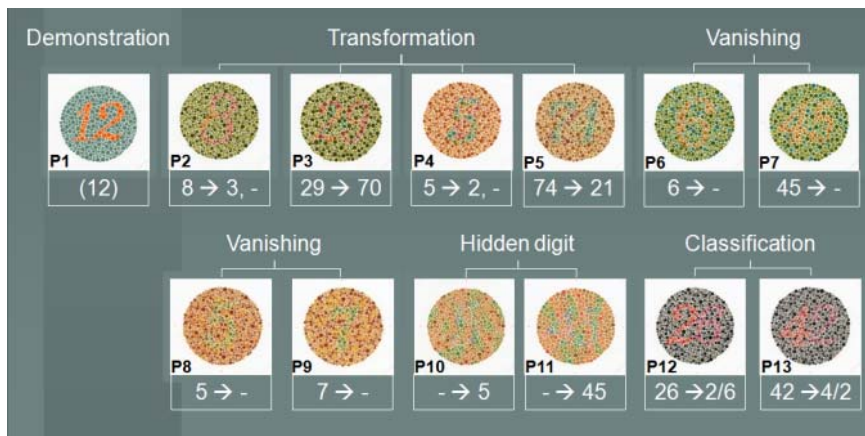
Tabel 3: Overzicht van gedocumenteerde testeigenschappen van individuele Ishihara-platen (13 plateneditie)

N°plaat (13platen -editie)	Type plaat	Gelezen bij normale kleurzin versus typische fouten bij kleurzinstoornis	Prevalentie van "typische fouten" (N=166+129) ²⁶	Prevalentie van "niet typische fouten" (N=166+129) ²⁶	Prevalentie van "vaak gemaakte fouten" (N=1735) ²⁵	Sensitiviteit per plaat (N=81+150) ^{20,21}	Specificiteit per plaat (N=81+150) ^{20,21}
P 1	Demo	(12)	0%	0%	0,2%	100%	100%
P 2	T	8 → 3	0,8 - 2,4%	0%	0,1%	70-83%	100%
P 3	T	29 → 70	6 - 24,8%	0,8 - 1,8%	48,4%	64-85%	100%
P 4	T	5 → 2	1,6 - 4,2%	1,2%	0,2%	86-93%	100%
P 5	T	74 → 21	48,1%	0,6 - 1,6%	40,8%	90-96%	94-100%
P 6	V	6 → -	4,2 - 7%	1,2 - 5,4%	6,5%	76-89%	100%
P 7	V	45 → -	5,4 - 8,5%	1,8 - 6,9%	3,4%	64-87%	100%
P 8	V	5 → -	2,3 - 4,2%	0,6 - 0,7%	2,2%	70-91%	100%
P 9	V	7 → -	3,9 - 4,2%	0 - 1,6%	0,4%	72-87%	100%
P 10	H	- → 5	0,8 - 1,8%	0 - 0,8%	- (*)	74%	99%
P 11	H	- → 45	2,4 - 4,7%	0 - 1,3%	- (*)	44%	98%
P 12	C	26 → 2, 6, -	6,6 - 14,7%	3,0 - 13,9%	10,1%	- (NVT)	100%
P 13	C	42 → 4, 2, -	2,3 - 4,2%	0 - 1,5%	0,9%	- (NVT)	100%

Legende:

- **Type plaat:** Demo = *Demonstratie* – T = *Transformatie* – V = *Vanishing* – H = *Hidden digit* – C = *Classificatie*
- **Vet omkaderde celgroepen** verwijzen naar de richtlijnen van Ishihara zelf voor de selectie van een beperkt aantal platen (één plaat van elke groep selecteren)
- (*): Niet getest; (NVT): Niet van toepassing
- **Achtergrondkleur:**
 - o **Geel:** plaat die weerhouden werd bij de selectie van 7 platen voor pilootonderzoek in het CLB
 - o **Wit:** plaat die niet weerhouden werd bij de selectie van 7 platen voor pilootonderzoek in het CLB
- **Opgelet!**: de prevalenties in sommige kolommen zijn afkomstig van verschillende studies, en hebben dus niet steeds betrekking op dezelfde steekproef en zijn daarom niet onderling vergelijkbaar

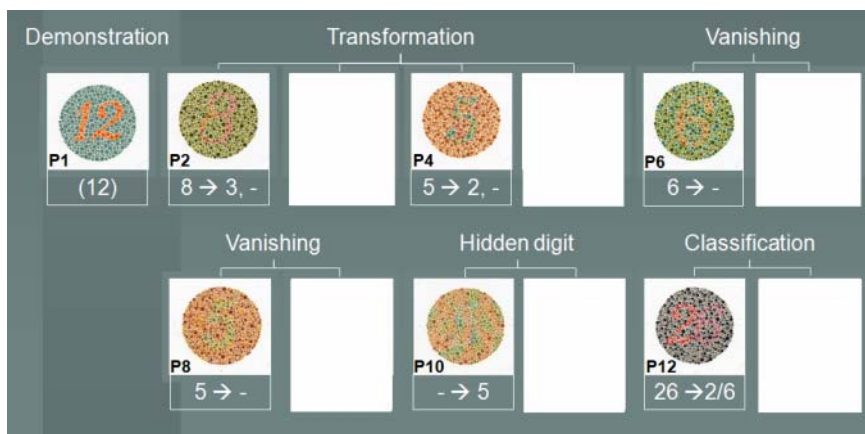
Figuur 3: afbeeldingen van de 13 platen uit de Ishihara-6° editie en van de geselecteerde 7 platen.



Oorspronkelijke selectie van 13-platen

Legenda:

- Boven de gekleurde platen: vermelding van het type plaat
- Onder de gekleurde platen: Correct antwoord bij normale kleurzin en typische fouten bij kleurzinstoornis



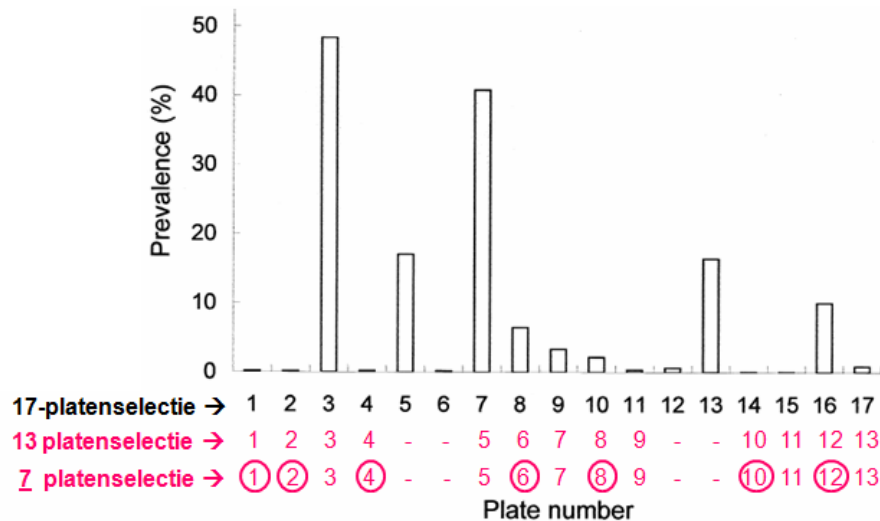
Nieuwe 7-platenselectie

Legenda:

- Boven de gekleurde platen: vermelding van het type plaat
- Onder de gekleurde platen: Correct antwoord bij normale kleurzin en typische fouten bij kleurzinstoornis

Figuur 4 toont een licht aangepaste versie van de grafiek afkomstig uit de studie van Cosstick, met onderaan de vermelding van de platen behorend tot de 13-platenselectie (cijfers in het rood) en de uitgekozen 7 platen (omcirkelde cijfers). Zodoende wordt - voor elke van deze platen - de prevalentie van vergissingen duidelijk afgebeeld.

Figuur 4: Prevalentie van vergissingen op de individuele Ishihara-platen (aangepast uit Cosstick ²⁵)



PILOOTONDERZOEK

Dit pilootonderzoek was bedoeld om de door ons geselecteerde 7 Ishihara-platen te evalueren en de waarde van dit verkorte screeningsinstrument voor kleurzinstoornissen in het CLB te bepalen in termen van bruikbaarheid en betrouwbaarheid. Hieronder worden de meest essentiële aspecten van dit onderzoek samengevat. Voor een gedetailleerde beschrijving van de studieopzet verwijzen we naar het werk van Els Desseyn.²⁷

Onderzoeksdesign (zie figuur 5)

De pilootstudie verliep in twee fasen:

- **Fase 1: Kleurzinonderzoek door het CLB**

Tussen september 2005 en januari 2006 werd - naar aanleiding van het preventieve consult op school in het 1^{ste} leerjaar - de gebruikelijke Ishihara-test (met 13 platen) afgenomen bij leerlingen uit 17 Gentse scholen (29 klassen). Volgende CLB hebben hun actieve medewerking bij dit onderzoek verleend: het Vrij CLB-Gent vestiging Marialand, het Vrij CLB-Gent vestiging Halve Maanstraat en het CLB van het Gemeenschapsonderwijs Gent.

Voor dit onderzoek werden de klassieke testomstandigheden als volgt aangepast:

- De platen werden in een andere volgorde afgenomen, beginnend met de 7 uitgekozen platen (om het effect van aandachtstekort bij jonge kinderen zoveel mogelijk te beperken)
- Er werd voor optimale belichtingsomstandigheden gezorgd (verlichtingssterkte ≥ 1500 lux, licht met een kleurtemperatuur van 5000 à 7500 Kelvin ⁸)
- Er werd een kaart ter beschikking gesteld met alle testcijfers erop vermeld, zodat kinderen die moeilijk cijfers kunnen benoemen zo nodig op de kaart het cijfer konden aanwijzen (matchen)

▪ **Fase 2: Vergelijking van het CLB-kleurzinonderzoek met een gouden standaard**

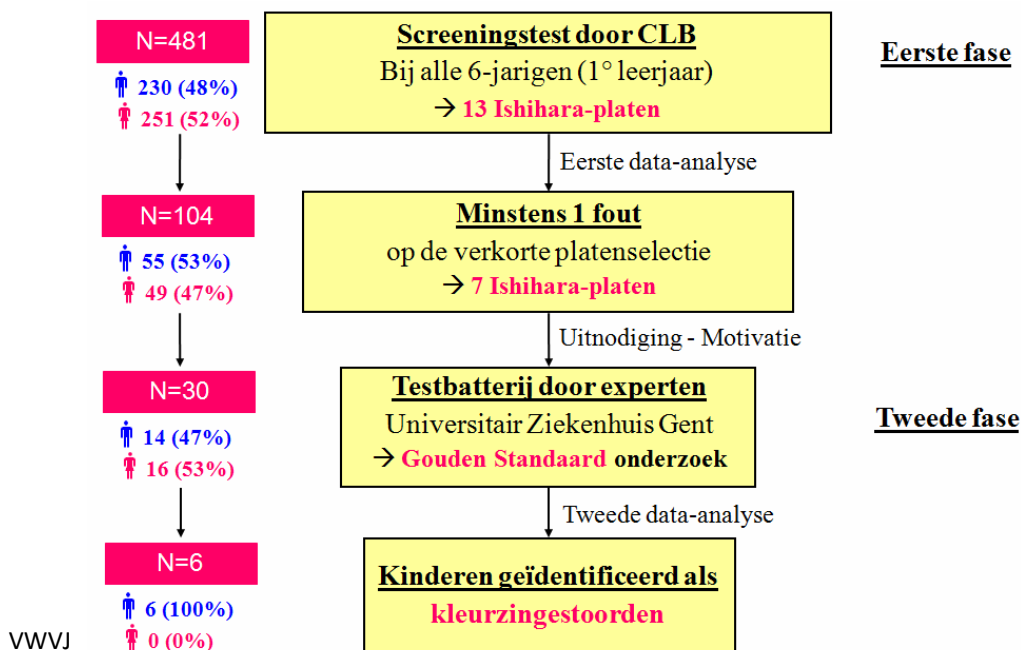
Alle kinderen met een afwijkend testresultaat op de 7-platenselectie (d.w.z. minstens 1 fout gelezen plaat, ongeacht het type fout) werden uitgenodigd voor deelname aan een bijkomend gespecialiseerd kleurzinonderzoek dat als gouden standaard geldt. De testbatterij omvat volgende kleurzintesten: pseudo-isochromatische platen van Ishihara (editie met 13 platen), Tritan plate van Farnsworth, American Optical Hardy-Rand-Rittler test (AO-HRR 1ste editie), Panel D-15 van Farnsworth en Nagel Anomaloscopie met de Oculus Anomaloscoop. Daarnaast gebeurde bij iedereen een oogonderzoek en een funduscopie (ongedilateerd).

Dit gouden standaardonderzoek gebeurde blind voor het CLB-onderzoeksresultaat (informatie over aantal en type fouten werd niet ter beschikking gesteld) en werd uitgevoerd door professionelen met ervaring in de uitvoering van een uitgebreid kleurzinonderzoek bij kinderen (dit onderzoek vond plaats op de dienst Oftalmologie van het Universitair Ziekenhuis Gent, onder leiding van Dr. Bart Leroy, oogarts-geneticus en Dhr. André Uvijls, kleurzindeskundige).

Onderzoekspopulatie en deelname aan de verschillende onderzoeksfases (zie figuur 5)

- **Fase 1:** In totaal werden in de vermelde periode en in de drie CLB's 481 leerlingen onderzocht, waarvan 230 (47,8%) jongens en 251 (52,2%) meisjes. De gemiddelde leeftijd van de leerlingen was 6j 8m (standaarddeviatie: 6m). Honderd en vier (21,6%) van hen maakten minstens één (al dan niet typische) fout op de 7 platen die ons interesseerden. Deze 104 kinderen (waarvan 52,9% jongens) vormen de doelpopulatie van het onderzoek fase 2.
- **Fase 2:** Al deze 104 kinderen - die aan het vooropgestelde inclusie criterium beantwoordden, met name minstens 1 fout gelezen plaat op de 7-platenselectie - werden uitgenodigd voor een gratis en gespecialiseerd kleurzinonderzoek. Het feit dat ouders zich hiervoor naar het universitaire ziekenhuis van Gent met hun kind moesten verplaatsen, bleek echter een aanzienlijke drempel te vormen. Uiteindelijk werden de ouders van 30 kinderen (zijnde 28,9% van de steekproef) bereid gevonden hun kind hieraan te laten deelnemen. Hieruit identificeerden de experts slechts 6 kinderen (allemaal jongens) als kleurzingestoorden.

Figuur 5: Overzicht van onderzoeksopzet en deelname aan de verschillende onderzoeksfases



Samenvatting van de onderzoeksresultaten

FASE 1

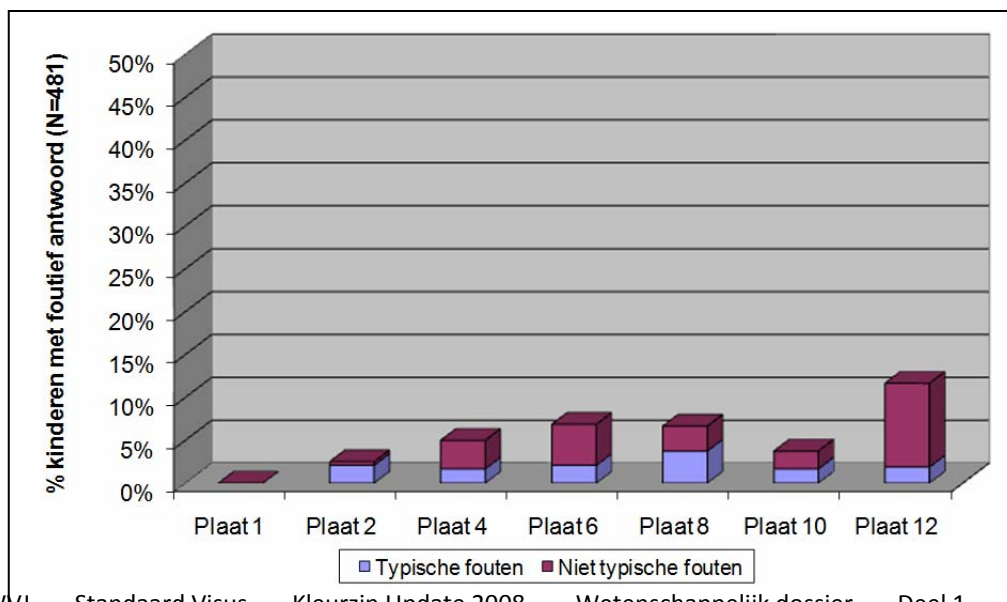
- Ishihara 13-plateneditie: in tabel 4 wordt de foutendistributie per plaat weergegeven. Er is een opvallend grote proportie van leerlingen die de platen 3, 5 en 7 niet correct herkennen (respectievelijk 44%, 65% en 24%). Ook de proportie van typische fouten per plaat is zeer variabel (gaande van 12% tot 94%). Deze resultaten bevestigen dus dat de selectie van 13-platen - die momenteel in het CLB wordt gebruikt – problemen stelt bij afname op jonge leeftijd.

Tabel 4: Aantal (en %) kinderen met foutief antwoord op de 13-platenselectie en proportie van typische fouten per plaat

Plaat	Aantal (en %) kinderen met foutief antwoord (N=481)	Aantal (en %) kinderen met typische fout (N=481)	Proportie typische fouten t.o.v. totaal aantal fouten
P 1	0 (0,0%)	0 (0,0%)	-
P 2	12 (2,5%)	10 (2,1%)	83,3%
P 3	212 (44,1%)	190 (39,5%)	89,6%
P 4	24 (5,0%)	8 (1,7%)	33,3%
P 5	312 (64,9%)	293 (60,9%)	93,9%
P 6	33 (6,9%)	10 (2,1%)	30,3%
P 7	116 (24,1%)	14 (2,9%)	12,1%
P 8	32 (6,7%)	18 (3,7%)	56,3%
P 9	29 (6,0%)	14 (2,9%)	48,3%
P 10	18 (3,7%)	8 (1,7%)	44,4%
P 11	18 (3,7%)	4 (0,8%)	22,2%
P 12	56 (11,6%)	9 (1,9%)	14,2%
P 13	20 (4,2%)	4 (0,8%)	20,0%

- De foutendistributie op de 7-platenselectie vertoont een veel minder grote dispariteit dan bij de 13-plateneditie (figuur 6). Enkel de laatste (diagnostische) plaat lijkt minder goed te scoren, met 11,6% van de kinderen die hierop een foutief antwoord geven (dat in 85,8% van gevallen te wijten is aan een vergissing).

Figuur 6: Foutendistributie op de 7 platenselectie (% kinderen met foutief antwoord en proportie van typische fouten per plaat)



- Uitslag op de test met 7 platen:

Tabel 5 toont een overzicht van de testresultaten voor het geheel van de 7 platen, uitgedrukt enerzijds in aantal fouten, en anderzijds in aantal typische fouten per kind. Hieruit blijkt dat 377 (78,4%) kinderen de 7 platen foutloos konden lezen. Wanneer we echter enkel rekening houden met typische fouten stijgt het aantal kinderen dat foutloos leest tot 450 (93,5%).

Tabel 5: Testresultaten op de 7-platenselectie rekening houdend met enerzijds het totaal aantal fouten (linker tabel), en anderzijds alleen de typische fouten (rechter tabel).

Aantal fouten op 7-platenselectie	Aantal kinderen (N=481)	% kinderen
Geen fout	377	78,4%
1 fout	73	15,2%
2 fouten	14	2,9%
3 fouten	4	0,8%
4 fouten	4	0,8%
5 fouten	6	1,2%
6 fouten	3	0,6%
7 fouten	0	0,0%

Aantal typische fouten op 7-platenselectie	Aantal kinderen (N=481)	% kinderen
Geen fout	450	93,5%
1 fout	18	3,7%
2 fouten	4	0,8%
3 fouten	3	0,6%
4 fouten	3	0,6%
5 fouten	2	0,4%
6 fouten	1	0,2%
7 fouten	0	0,0%

- Foutendistributie naargelang het geslacht:

Rekening houdend met het gekende verschil in prevalentie van aangeboren kleurzinstoornissen naargelang het geslacht (8% bij jongens en 0,4% bij meisjes) kan de vergelijking van testuitslagen tussen jongens en meisjes in onze studie een onrechtstreeks beeld geven van de specificiteit van de test.

- In fase 1 hebben 104 (21,6%) leerlingen **één of meerdere fouten gemaakt op de 7 platenselectie**, waarvan 55 van de 230 jongens (hetzij 23,9%) en 49 van de 251 meisjes (hetzij 19,5%). Dit criterium blijkt dus nog te weinig specifiek voor een screeningsprogramma naar aangeboren kleurzinstoornissen.
- Wanneer we nu enkel met de typische fouten rekening houden, zien we dat 31 leerlingen (6,4%) **één of meerdere typische fouten op de 7 platen** maakten, waarvan 23 van de 230 jongens (10,0%) en 8 van de 251 meisjes (3,2%). Die resultaten liggen al dicht in de buurt van de gekende prevalenties van congenitale kleurzinstoornissen bij jongens en meisjes, hetgeen wijst op een betere specificiteit.

FASE 2

- Beschrijving van de onderzochte populatie:

Tabel 6 toont het testresultaat op de 7-platenselectie van de 104 leerlingen die uitgenodigd werden voor fase 2, en de proportie van leerlingen die effectief hieraan deelnamen. Hieruit blijkt dat in vergelijking met de totale doelpopulatie voor fase 2, onze kleine onderzoeksgroep van 30 aanwezige leerlingen een ongelijke verdeling vertoont ten opzichte van het aantal fouten op de 7 platen (kinderen met bvb 4 fouten zijn zelfs helemaal niet vertegenwoordigd).

Tabel 6: Frequentieverdeling van aantal fouten op 7-platenselectie voor de leerlingen uitgenodigd of respectievelijk deelnemend aan fase 2 (met proportie aanwezigen t.o.v. aantal uitgenodigde leerlingen)

Aantal fouten op 7 platen	Aantal leerlingen uitgenodigd voor fase 2	Aantal leerlingen aanwezig op fase 2	Proportie aanwezigen t.o.v. aantal uitgenodigde leerlingen
1	73	21	28,8%
2	14	2	14,3%
3	4	1	25,0%
4	4	0	0,0%
5	6	4	66,7%
6	3	2	66,7%
Totaal	104	30	28,8%

In het inclusiecriteria voor fase 2 werd bewust geen onderscheid gemaakt tussen ‘typische’ en ‘niet typische’ fouten. De bedoeling was om aan de hand van het gouden standaard onderzoek na te gaan of sommige leerlingen met een bevestigde kleurzinstoornis enkel ‘niet typische’ fouten op de screeningstest zouden maken, en bijgevolg een vals-negatief Ishihara-testresultaat zouden hebben. Zoals hierna uit tabel 7 blijkt, gaat het in bijna twee derde van deze groep om kinderen die geen enkele typische fout op de 7 platen hebben gemaakt. Bijgevolg is het aantal kinderen met enkel niet typische fouten goed vertegenwoordigd in onze kleine onderzoeksgroep voor fase 2.

- **Uitslag naar aanleiding van het Gouden Standaard onderzoek:** Van de 30 leerlingen onderzocht in fase 2 werden er uiteindelijk 6 (20%) kleurgestoord bevonden. Volgens beide experts gaat het om: 4 deuteranomalen, 1 deuteranooop en 1 met een congenitale rood-groenstoornis waarschijnlijk van het deuteranomale type. Dit waren alle 6 jongens (tabel 7).
- **Uit de vergelijking van de resultaten van beide fasen** komt opnieuw het belang van de typische fouten naar voor. Op volgende pagina toont tabel 7 een overzicht van de testresultaten per kind voor fase 1 (7-platenselectie) en fase 2 (Gouden Standaard onderzoek). Hierbij werden de data gesorteerd volgens afnemend aantal typische fouten op de 7 Ishihara-platen.

Alle 6 leerlingen die door experts als kleurgestoord werden bevonden, maakten meer dan één typische fout op de 7-platenselectie (met een minimum van 2). Hiervan maakten de twee leerlingen met de meest ernstige kleurzinstoornis (1 deuteranooop en 1 extreem deuteranomaal) zelfs respectievelijk 5 en 6 typische fouten. Dit bevestigt de bevindingen van Lakowski met name: ernstige kleurzinafwijkingen geven veel fouten.²³ Volgens hem kunnen personen met een matige tot lichte afwijking zeer veel of zeer weinig fouten maken. Bij ons onderzoek had de leerling met de lichte deuteranomalie 3 fouten op de 7 platen, waarvan 2 typische fouten.

Bij onze kleine onderzoeksgroep in fase 2 werd geen enkele van de 6 leerlingen met een unieke typische fout als kleurzinstoornis bevonden door de experts.

Ook geen enkele van de 18 leerlingen zonder typische fout (d.w.z. met enkel ‘niet typische fouten’) werd door de experts als kleurzinstoornis bevonden.

Tabel 7: Vergelijking van de resultaten in fase 1 (7 Ishihara-platen) en in fase 2 (Gouden Standaard onderzoek) bij de 30 onderzochte leerlingen (gesorteerd naar afnemend aantal typische fouten op de 7 Ishihara-platen)

Leerling Id-N°	Aantal fouten op 7 platen	Aantal typische fouten op 7 platen	Platen met typische fouten	Uitslag naar aanleiding van Gouden Standaard onderzoek
H20	6	6	P2 - P4 - P6 - P8 - P10 - P12	Extreme Deuteranomalie
H45	5	5	P2 - P4 - P6 - P8 - P12	Deuteranopie
B32	4	4	P4 - P6 - P8 - P12	(Anomaloscoop moeilijk) Deuteranomalie
C34	5	3	P2 - P6 - P8	Congenitale Deuteranomalie
B26	5	2	P8 - P12	(Anomaloscoop moeilijk) Cong. Defect - wschl Deuteranomalie?
E4	3	2	P8 - P10	Lichte Deuteranomalie
B44	5	1	P2	Normaal
A35	2	1	P12	Normaal
H47	1	1	P8	Normaal
H7	1	1	P8	Normaal
G3	1	1	P10	Normaal
I1	1	1	P6	Normaal
B36	2	0	Geen	Normaal
A16	1	0	Geen	Normaal
B40	1	0	Geen	Normaal
C12	1	0	Geen	Normaal
C22	1	0	Geen	Normaal
C26	1	0	Geen	Normaal
C3	1	0	Geen	Normaal
C4	1	0	Geen	Normaal
C7	1	0	Geen	Normaal
D10	1	0	Geen	Normaal
D54	1	0	Geen	Normaal
D59	1	0	Geen	(PD15 moeilijk)-Normaal
D62	1	0	Geen	Normaal
G23	1	0	Geen	Normaal
H25	1	0	Geen	Normaal
I19	1	0	Geen	Normaal
L12	1	0	Geen	Normaal
G1	1	0	Geen	Normaal

Legende voor achtergrondkleur:

- Licht grijs: kind zonder typische fout bij 7-Ishihara-platen en met normaal kleurzin volgens Gouden Standaard onderzoek
- Donker grijs: kind met één typische fout bij 7-Ishihara-platen en met normaal kleurzin volgens Gouden Standaard onderzoek
- Wit: kind met 2 of meer typische fouten bij 7 Ishihara-platen en met kleurzinstoornis volgens Gouden Standaard onderzoek

BESPREKING EN CONCLUSIES

Na grondige analyse werden deze onderzoeksresultaten besproken met de experts. Naar aanleiding hiervan - en rekening houdend met gegevens uit onze voorafgaande literatuurstudie - kwamen we tot volgende conclusies:

Aantal platen en keuze van de afkappunt

- De verkorte selectie van 7 Ishihara-platen is een meer specifiek instrument voor screening naar kleurzinstoornis bij jonge kinderen dan de 13 plateneditie (het geeft veel minder vals-positieve resultaten).
- Voor de interpretatie van de testresultaten bij deze doelgroep is het verantwoord om enkel met de typische fouten rekening te houden. Dit verhoogt nog in grote mate de specificiteit van de screening.
- Bij de interpretatie van het testresultaat lijkt de toepassing van een cut-off waarde van “2 of meer typische fouten” hoog-predictief voor een werkelijke kleurzinstoornis.
- Een probleem is echter dat ons onderzoek slechts een klein aantal kinderen bevat die op de grens van deze cut-off waarde zitten: de twee leerlingen met 2 typische fouten werden licht deuteranomaal bevonden terwijl geen enkele van de 6 leerlingen met een unieke typische fout als kleurgestoord werd geïdentificeerd. Het is mogelijk dat er bij een grotere groep kinderen sprake zou zijn van een overlap tussen normalen en licht kleurgestoorden qua aantal fouten. Volgens Lakowski: “Bij een laag aantal fouten is er een continuüm aan waarschijnlijkheden of de persoon al dan niet normaal is”.²³ Om deze redenen wordt gekozen om het resultaat ‘één typische fout’ als ‘twijfelachtig’ te beschouwen.
- Uit onze gegevens blijkt dat de laatste plaat van de reeks (plaat 12) de minst performante resultaten levert. Het gaat hier om een zogenaamde ‘diagnostische plaat’ waarvan Ishihara zelf het nut voor screeningsdoeleinden betwijfelde. Het is alleszins de enige plaat die een dubbel cijfer voorstelt. Dit zorgde voor moeilijkheden bij 11,6% van onze jonge leerlingen. In 83,9% van de gevallen gaat het echter om een atypische fout.
- Wanneer we deze diagnostische plaat uit onze verkorte Ishihara-testset weglaten, bekomen we een testuitslag op 6 platen. Dan maakt nog slechts 15,6% (in plaats van 21%) van de leerlingen één of meerdere fouten op deze 6 resterende platen. Wanneer we dan nog enkel naar de typische fouten kijken, dan komen slechts 6,2% van de leerlingen in aanmerking, waarvan respectievelijk 9,5% en 3,2% van de onderzochte jongens en meisjes. Het enige kind dat enkel op deze diagnostische plaat een typische fout maakte, was een jongen die ook aan fase 2 van het onderzoek deelnam, en die door de experts als normaal kleurziend werd bevonden. De gedetailleerde testresultaten - enkel rekening houdend met typische fouten op deze 6 platen - zijn in tabel 8 weergegeven.
- Bij gezamenlijke bespreking van al deze onderzoeksgegevens verklaarden de experts zich akkoord om geen diagnostische plaat op te nemen bij ons screeningsinstrument voor het CLB en de Ishihara-selectie tot 6 platen te beperken.

Tabel 8: Testresultaten op de 6-platenselectie, enkel rekening houdend met typische fouten.

Aantal typische fouten op 6-platenselectie	Aantal kinderen (N=481)	% kinderen
Geen fout	451	93,8%
1 fout	19	3,9%
2 fouten	3	0,6%
3 fouten	4	0,8%
4 fouten	3	0,6%
5 fouten	1	0,2%
6 fouten	0	0,0%

Leeftijd en testomstandigheden

- Uit onze literatuurstudie blijkt het een belangrijke opdracht voor het CLB om kleurzinstoornissen bij het begin van de schoolloopbaan op te sporen. Hierbij moet echter een compromis gevonden worden tussen enerzijds de voordelen van vroegtijdige opsporing en anderzijds de lagere validiteit van de screening wanneer de test te moeilijk is of in slechte omstandigheden afgenomen wordt.
- Conform de wettelijke bepalingen inzake kleurzinonderzoek in het CLB wordt de screeningstest standaard afgenomen bij leerlingen uit het 1^{ste} leerjaar. Bij deze leeftijdsgroep (gemiddeld 6 jaar oud) zou de 6-platenselectie een beter screeningsinstrument vormen dan de huidige 13-platenselectie wegens de kortere testafname, de lagere moeilijkheidsgraad voor de kinderen en de hogere specificiteit van de testresultaten.
- Er stelt zich echter het bijkomend probleem dat het CLB-consult in het 1^{ste} leerjaar meestal op school plaatsvindt. In deze omstandigheden is er vaak onvoldoende belichting om een goede betrouwbaarheid van het kleurzinonderzoek te kunnen verzekeren (minimale voorwaarden inzake belichting voor pseudo-isochromatische platen: verlichtingssterkte ≥ 1500 lux, licht met een kleurtemperatuur van 5000 à 7500 Kelvin ⁸). In de praktijk is het voor CLB-medewerkers niet haalbaar om een adequate lichtbron (TL-lamp gemonteerd op een statief) op verplaatsing van school tot school mee te nemen.
- In een voorafgaand onderzoek - uitgevoerd in 2005 in het CLB - werden de 13 Ishihara-platen in optimale omstandigheden afgenomen bij 295 leerlingen uit het 5^{de} leerjaar (waarvan 144 jongens en 151 meisjes).²⁶ De gemiddelde leeftijd van deze leerlingen was 10j 7m (standaarddeviatie: 6m). Wanneer we bij deze oudere leeftijdsgroep de testuitslag op onze verkorte selectie van 6 platen berekenen, blijkt 96,6% van de leerlingen geen typische fout te hebben gemaakt (hetzij 2,8% meer dan bij de groep van zesjarigen). Tien (3,4%) leerlingen maakten minstens één typische fout, waarvan respectievelijk 6,2% en 0,7% van de onderzochte jongens en meisjes (voor gedetailleerde resultaten en vergelijking met de groep leerlingen uit het 1^{ste} leerjaar, zie tabellen 9 en 10).

Tabel 9: Aantal typische fouten op de 6-platenselectie, enerzijds bij 481 leerlingen uit het 1^{ste} leerjaar (linker tabel) en anderzijds bij 295 leerlingen uit het 5^{de} leerjaar (rechter tabel).

Aantal typische fouten op 6-platenselectie in het 1 ^{ste} leerjaar	Aantal kinderen (N=481)	% kinderen	Aantal typische fouten op 6-platenselectie in het 5 ^{de} leerjaar	Aantal kinderen (N=295)	% kinderen
Geen typische fout	451	93,8%	Geen fout	285	96,6%
1 fout	19	3,9%	1 fout	2	0,7%
2 fouten	3	0,6%	2 fouten	3	1,0%
Meer dan 2 fouten	8	1,7%	Meer dan 2 fouten	5	1,7%
waarvan: 3 fouten	4	0,8%	waarvan: 3 fouten	2	0,7%
4 fouten	3	0,6%	4 fouten	3	1,0%
5 fouten	1	0,002%	5 fouten	0	0,0%
6 fouten	0	0,0%	6 fouten	0	0,0%

Tabel 10: Proportie leerlingen met minstens één typische fout op de 6-platenselectie en verdeling naargelang het geslacht, enerzijds bij 481 leerlingen uit het 1^{ste} leerjaar (linker tabel) en anderzijds bij 295 leerlingen uit het 5^{de} leerjaar (rechter tabel).

	1^{ste} leerjaar: Proportie leerlingen met minstens één typische fout op de 6-platenselectie (N=481 - Sex ratio=0,92) [95% betrouwbaarheidsinterval]		Verwachte prevalentie van kleurzinstoornissen	5^{de} leerjaar: Proportie leerlingen met minstens één typische fout op de 6-platenselectie (N=295 - Sex ratio=0,95) [95% betrouwbaarheidsinterval]	
Jongens	9,5%	[6,2% - 14,2%]	8,0%	6,2%	[3,1% - 11,9%]
Meisjes	3,2%	[1,5% - 6,4%]	0,4%	0,7%	[0,0% - 4,1%]
Hele groep	6,2%	[4,3% - 8,9%]	4,2%	3,4%	[1,7% - 6,3%]

- Tabel 10 toont de resultaten naargelang het geslacht bij toepassing van het criterium ‘minstens één typische fout op de 6-platenselectie’ in beide leeftijdsgroepen. Na vergelijking met de verwachte prevalentiecijfers van kleurzinstoornissen in de algemene bevolking blijkt de 6-platenselectie een hogere specificiteit te hebben bij leerlingen uit het 5^{de} leerjaar (cf. kleinere proportie van meisjes met een afwijkend resultaat). Mogelijks kan dit verklaard worden enerzijds door lagere moeilijkheidsgraad van de test bij oudere leerlingen, en anderzijds door optimale belichtingsomstandigheden, met als gevolg een verlaging van het aantal vals-positieve resultaten.
- Om deze redenen wordt ervoor gekozen om de kinderen met afwijkende testuitslag (d.w.z. minstens 1 typische fout) in het 1^{ste} leerjaar aan een controleonderzoek onder optimale belichtingsomstandigheden te onderwerpen. Dit kan ofwel naar aanleiding van het CLB-consult in het 5^{de} leerjaar (dat op het centrum plaatsvindt), ofwel op een eerder tijdstip, wanneer de individuele situatie het wenselijk maakt (vb. op vraag van ouders of leerkrachten). Bij dit controleonderzoek wordt hetzelfde afkappunt als in het 1^{ste} leerjaar gehanteerd (met name vanaf één typische fout). Pas wanneer het afwijkende resultaat bevestigd wordt bij deze tweede screeningstest, wordt een uitgebreid gespecialiseerd kleurzinonderzoek aanbevolen om type en ernst van de kleurzinstoornis te bepalen.

Voortvloeiend uit deze conclusies werd een nieuw voorstel van screeningsprogramma voor het CLB uitgewerkt. In het volgende hoofdstuk worden deze nieuwe richtlijnen uitgebreid toegelicht.

BIBLIOGRAFIE

- (1) Broeckaert K, Guérin C, Hoppenbrouwers K. Standaard Visusonderzoek bij 3- tot 18-jarigen in het CLB. Leuven: Vlaamse Wetenschappelijke Vereniging voor Jeugdgezondheidszorg; 2003.
- (2) Vaandrager GJ. Screeningsonderzoek. Handboek Jeugdgezondheidszorg. 1994. C6-1-C6-4.
- (3) Wilson JM, Jungner YG. Principles and practice of screening for disease. Public health papers [34]. 1968. Geneva, WHO.
- (4) Eylenbosch W, Vuylsteek K, Depoorter A. Screening: definitie, principes en methodologische aspecten. Topics uit de sociale geneeskunde. ACCO; 1984.
- (5) National Screening Committee Policy Position. Wat is screening? The criteria for appraising the viability, effectiveness and appropriateness of a screening programme. 2001.
- (6) Whitby LG. Screening for disease-definitions and criteria. The Lancet 1974; 2:819-821.
- (7) Deeb S. Molecular genetics of colour vision deficiencies. Clin Exp Optom 2004; 87(4-5):224-229.
- (8) Uvijls A. Kleurenzien en kleurzinstoornissen voor de practici. Kugler Publications, 's-Gravenhagen - Nederland: 1998.
- (9) Wissinger B, Sharpe LT. New aspects of an old theme: the genetic basis of human color vision. Am J Hum Genet 1998; 63:1257-1262.
- (10) Cumberland P, Rahi JS, Peckham CS. Impact of congenital colour defects on occupation. Arch Dis Child 2005; 90:906-908.
- (11) Steward SM, Cole BL. What do colour vision defectives say about everyday tasks? Optom Vis Sci 1989; 66:288-295.
- (12) Snijder CR. The psychological implications of being color blind. The Journal of Special Education 1973; 7:51-54.
- (13) Dain SJ. Clinical colour vision tests. Clinical and Experimental Optometry 2004; 87(4-5):276-293.
- (14) Littlewood R, Hyde F. A new way to use the Ishihara test. J Neurol 1992; 239:451-454.
- (15) Ishihara S. Album-test pour la recherche des dyschromatopsies congénitales. Editions complète 38 planches. Tokyo. Japon: 1917.
- (16) Minerva verklarende woordenlijst voor Evidence Based Medicine. Beschikbaar op http://www.minerva-ebm.be/articles/nl/woordenlijst/woordenlijst_ebm_26-4-04.htm#LV. 31-1-2008.
- (17) Littlewood R, Hyde F. Screening for congenital colour vision defects. A comparison between the Ohkuma and Ishihara plates. Aust NZJ Ophthalmol 1993; 21(1):31-35.
- (18) Mäntyjärvi M, Karppa T, Karvonen P. Comparison of six colour vision tests for occupational screening. Int Arch Occup Environ Health 1986; 58:53-59.
- (19) Birch J. Efficiency of the Ishihara test for identifying red-green colour deficiency. Ophthalmic Physiol Opt 1997; 17(5):403-408.
- (20) Aarnisalo E. Screening of red-green defects of colour vision with pseudoisochromatic tests. Acta Ophthalmologica 1979; 57:397-408.
- (21) Mollon JD, Pokorny J, Knoblauch K. Normal and defective color vision. Oxford, England: Oxford University Press; 2003.
- (22) Cotter S, Lee DY, French AL. Evaluation of a new color vision test: "Color Vision Testing Made Easy". Optom Vis Sci 1999; 76(9):631-636.
- (23) Lakowski R. Theory and practice of colour vision testing: a review. Part2. Brit J Industr Med 1969; 26:265-288.
- (24) Hackman R. Predicting Farnsworth lantern success with a six-plate series of the Ishihara pseudo-isochromatic plates. Military Medicine 2001; 166(12):1046-1048.
- (25) Cosstick M, Robaei D, Rose K. Numerical confusion errors in Ishihara testing: Findings from a population-based study. Am J Ophthalmol 2005; 140(1):154-156.
- (26) Verlooy M. De Ishihara-test in het kader van de screening naar kleurzinafwijkingen in het CLB. Eindverhandeling in het kader van de Interuniversitaire GGS-Opleiding Jeugdgezondheidszorg. Promotoren: K.Hoppenbrouwers; C.Guérin. 2005.
- (27) Desseyn E. Onderzoek naar de waarde van een verkorte Ishihara-test bij de opsporing van kleurzinafwijkingen bij kinderen van het eerste leerjaar. Eindverhandeling in het kader van de Interuniversitaire GGS-Opleiding Jeugdgezondheidszorg. Promotoren: K.Hoppenbrouwers; C.Guérin. 2006.