

Uit de schematheorie van Schmidt<sup>1</sup> volgt dat het verwerven van een motorische vaardigheid gebaat is bij variatie in het oefenen daarvan. In aanvulling daarop stelt het contextuele interferentie-model dat het verwerven van verschillende motorische vaardigheden wordt bevorderd door deze in random volgorde te oefenen. Maar is dat ook zo in de sport?

## Motorisch leren, een update

### Deel 5: Contextuele interferentie, een mythe?

#### Peter J. Beek

Motorische leerprocessen zijn afhankelijk van een zeer groot aantal factoren, samenhangend met het lerende individu, de gehanteerde leermethode, eventuele hulpmiddelen, de coach of trainer en de fysieke en sociale omgeving. Hierdoor is het geen eenvoudige taak om het oefenproces van motorische vaardigheden in de sport zo in te richten dat een zo goed mogelijk leereffect in termen van (lange) retentie en (hoge) transfer wordt bewerkstelligd. Toch is het van groot praktisch belang daarnaar te blijven streven. In de (top)sport wordt immers getraind om het prestatieniveau te verbeteren, vaak in competitief verband. De daarvoor beschikbare middelen (tijd, geld en energie) kunnen maar één keer worden ingezet. Dus is het zaak dat goed en verantwoord te doen. Binnen het onderzoek naar motorisch leren wordt dan ook druk gezocht naar factoren die het leereffect versterken, om deze vervolgens te implementeren in de sporttraining.

#### Combineren van oefeningen

Relatief veel aandacht is daarbij in de loop der jaren uitgegaan naar de

vraag hoe verschillende oefeningen het beste kunnen worden geordend. Het zogenoemde contextuele interferentie- of CI-effect, waaraan ik reeds in 2011 een *Sportgericht*-artikel<sup>2</sup> heb gewijd, vervult hierbij een hoofdrol. Ik onderstreepte destijds de potentiële waarde van het CI-model voor de sport, maar hield ook een slag om de arm omdat die waarde toen nog niet voldoende was aangetoond. Nu, 12 jaar later, is het nuttig om opnieuw de balans op te maken ten aanzien van de vraag of het CI-effect van waarde is voor de sport. Daarbij zijn herhalingen in de bespreking onvermijdelijk, maar dat mag gezien het onderwerp geen probleem zijn! Herhalingen komen, aldus het CI-model, immers het leerproces ten goede, mits de context maar voldoende afwisselend is.

#### Oorsprong in laboratorium-studies

Het CI-effect werd voor het eerst vastgesteld door Battig<sup>3,4</sup> in diens onderzoek naar het verwerven van verbale vaardigheden. Battig vergeleek het effect van twee verschillende oefenschema's, te weten een schema waarin meerdere vaardigheden in random volgorde werden geoefend en een schema waarin dezelfde vaardigheden achter elkaar in blokken werden herhaald, zonder tussen-

komst van andere vaardigheden. En wat bleek? Random oefenen leidde tot minder vooruitgang in de acquisitie- of oefenfase dan geblokt oefenen, maar tot betere resultaten op retentie- en transfertests. Omgekeerd leidde geblokt oefenen tot een sterkere vooruitgang tijdens de acquisitiefase, maar tot een slechter leerresultaat in termen van retentie en transfer. Battig noemde dit het CI-effect om aan te geven dat het omringen van een te leren vaardigheid (de 'tekst') door andere vaardigheden (de 'context') leidt tot verstoring ('interferentie') tijdens het oefenen, die het leren bevordert. Volgens Bjork en Bjork<sup>5</sup> is CI daarmee een 'desirable difficulty', dat wil zeggen een factor die het oefenen weliswaar bemoeilijkt, maar het leren bevordert en daarom wenselijk is.

#### CI en motorisch leren

In 1979 introduceerden Shea en Morgan<sup>6</sup> het CI-model in het onderzoeksveld van motorisch leren. Zij deden dat in een baanbrekende studie naar het leren van drie motorische taken, die eruit bestonden dat een zestal houten barrières in een voorgeschreven volgorde moeten worden omgestompt met een tennisbal in de hand. De resultaten van het onderzoek kwamen volledig overeen met de bevindingen van



**Figuur 1** | John B. Shea van Indiana University, die samen met Robyn L. Morgan voor het eerst het CI-effect aantoonde in een motorisch leerproces.

Battig en zijn theoretische interpretatie daarvan. Lee en Magill<sup>7</sup> introduceerden naast het geblokte en het random oefenschema uit het onderzoek van Shea en Morgan vervolgens een derde, zogenoemd serieel oefenschema, waarin de aan te leren

motorische vaardigheden elkaar in een vaste volgorde afwisselen. Serieel oefenen houdt daarmee het midden tussen geblokt en random oefenen en bevat elementen van beide: de voorspelbaarheid van geblokt oefenen en de afwisseling (interferentie) van random oefenen. Lee en Magill waren benieuwd of serieel oefenen meer lijkt op geblokt oefenen of op random oefenen; de resultaten wezen duidelijk op het laatste. Dit is praktisch relevant, omdat serieel oefenen zich in een groepstraining veel gemakkelijker laat organiseren (in de vorm van een oefencircuit) dan random oefenen. De studies van Shea en Morgan<sup>6</sup> en Lee en Magill<sup>7</sup> gaven aan de belangstelling voor de rol van variatie in motorische leerprocessen, die was ontstaan door Schmidts schematheorie, een tweede impuls vanuit een andere invalshoek (zie kader). Het CI-effect werd in tal van laboratoriumstudies bevestigd aan de hand van relatief simpele taken. Hierdoor raakten veel onderzoekers ervan overtuigd dat het effect reëel

is en dat het CI-model een belangrijk leerprincipe vertolkt.

### Verklaringen

Voor het tweeledige CI-effect - (1) tragere acquisitie en (2) betere retentie en transfer - zijn diverse verklaringen aangedragen, voornamelijk cognitieve. Het nadelige effect van CI tijdens random oefenen op de acquisitie is toegeschreven aan de overbelasting van het werkgeheugen die optreedt door meerdere motorische vaardigheden door elkaar heen te oefenen.<sup>9</sup> Een alternatieve 'verklaring', die minder nadruk legt op cognitieve processen en daarom de voorkeur geniet in de *constraints-led approach*<sup>10</sup>, is simpelweg te stellen dat CI het oefenproces bemoeilijkt. De belangrijkste verklaringen voor het voordelige effect van CI op het leren (retentie en transfer) zijn de bewerkingshypothese van Shea en Morgan<sup>6,11</sup> en de actieplan-reconstructie-hypothese van Lee en Magill<sup>7,12</sup>. Beide verklaringen heb ik beschreven in mijn eerste arti-

## Variaties in variabel oefenen: schematheorie en contextuele interferentie (CI)

Zoals toegelicht in het vorige artikel in deze reeks<sup>1</sup>, bestaat variabel oefenen volgens de schematheorie uit het aanbrengen van variatie in de uitvoering van één specifieke motorische vaardigheid met als doel het motorische responschema voor deze vaardigheid te versterken. Een sterker schema stelt de actor beter in staat het gegeneraliseerde bewegingsprogramma (GMP) voor de betreffende motorische vaardigheid om te zetten in een specifiek bewegingsprogramma met parameters ('responspecificaties') die zijn afgestemd op het gewenste doel en de vigerende begincondities. Variabel oefenen volgens de schematheorie komt anders gezegd neer op het herhaald oefenen van dezelfde motorische vaardigheid met verschillende parameters, waarbij de invariante, niet-variabele kenmerken van de bewegingsuitvoering vastliggen in het GMP.

Het CI-effect is gebaseerd op een ander, aanvullend type variatie in het oefenproces, namelijk op de volgorde waarin meerdere motorische vaardigheden in het oefenproces worden betrokken. Magill en Hall<sup>9</sup> definieerden het CI-effect als volgt: 'het effect op motorisch leren van de mate van interferentie die aanwezig is

in een oefensituatie waarin verschillende taken geleerd moeten worden en samen worden geoefend' (vertaling mijnerzijds). Daarbij wordt meestal aangenomen dat de betreffende taken of motorische vaardigheden betrekking hebben op verschillende GMPs, maar dat is, zoals Magill en Hall onderkennen, niet strikt noodzakelijk. De volgorde waarin meerdere motorische vaardigheden of -technieken uitgevoerd worden, is onafhankelijk van de vraag of die vaardigheden refereren aan hetzelfde GMP of aan verschillende GMPs. De schematheorie heeft betrekking op het aanbrengen van variatie binnen een GMP, en de mate van variatie (hoe meer variatie, des te beter het schema zich ontwikkelt), maar niet op de volgorde waarin die variatie tijdens het oefenen wordt aangebracht. Daar heeft het CI-model betrekking op. Andersom heeft het CI-model geen betrekking op de aard van de te oefenen motorische vaardigheden, maar alleen op de volgorde waarin deze het beste kunnen worden uitgevoerd. Naast dit kardinale verschil hebben de schematheorie en het CI-model een belangrijk uitgangspunt gemeen, namelijk dat de oefening erop gericht is de correcte bewegingstechniek met vooraf gedefinieerde, invariante kenmerken robuust onder de knie te krijgen. Met name in dit opzicht verschillen zij fundamenteel van Schöllhorns theorie over differentieel leren, die later in deze nieuwe reeks aan bod zal komen.

kel<sup>2</sup> over CI in *Sportgericht*, maar ik herhaal ze hier in andere bewoordingen omwille van mijn betoog en om onnodige naslagacties te voorkomen. Volgens de bewerkingshypothese bevordert CI motorisch leren omdat tijdens het oefenen alle bewegingstaken in het werkgeheugen gerepresenteerd blijven en daar voortdurend met elkaar worden vergeleken en bewerkt. Hierdoor wordt de verwerking van informatie verdiept, resulterend in scherpere representaties van de geoefende doeltaken. De actieplan-reconstructie-hypothese stelt hier tegenover dat het actieplan voor de voorgaande doeltaak steeds actief moet worden vergeten en vervangen door een nieuw actieplan voor de volgende doeltaak, dat actief moet worden geconstrueerd. Dit proces van actieve reconstructie van actieplannen voor elke doeltaak versterkt de representatie hiervan. Dit leidt tot een betere retentie en transfer dan bij geblokt oefenen, waarbij het actieplan voor de voorgaande poging of herhaling tot het einde van het blok bij elke volgende uitvoering opnieuw gebruikt kan worden. Hoewel wezenlijk verschillend, schrijven beide verklaringen het voordelige leereffect van CI toe aan een geïntensiverde vorm van informatieverwerking tijdens het oefenen, al valt hierover niet veel meer te zeggen dan reeds beschreven.

### Belofte voor de praktijk

Het inzicht dat het CI-effect een robuust en belangrijk leerprincipe reflecteert, leidde naast theorievorming tot hoge verwachtingen over de potentiële waarde ervan voor sport, revalidatie en lichamelijke opvoeding. Shea en Morgan<sup>6</sup> onderkennen dit belang al in hun pionierende onderzoek en schroomden niet om hun bevindingen direct te vertalen in een concreet advies aan de praktijk: betrek in oefen- en trainingssessies meerdere motorische vaardigheden en hussel die flink door elkaar, dat komt het aanleren van al deze vaar-

digheden ten goede. Toegepast op het volleybal zou dat advies uitgewerkt kunnen worden zoals in figuur 1, die ik gemakshalve heb overgenomen uit mijn eerdere artikel over CI in *Sportgericht*.<sup>1</sup> In dit figuur zijn drie oefenschema's weergegeven voor vier aan te leren volleybaltechnieken. In alle oefenschema's worden de vier technieken even vaak herhaald, maar de volgorde waarin dat gebeurt verschilt zodanig tussen de oefenschema's, dat de mate van CI - die overigens niet exact te kwantificeren valt - sterk verschilt: laag voor het geblokte oefenschema, hoger voor het seriële oefenschema en het hoogst voor het random oefenschema. Indien het CI-model in deze situatie van kracht is, dan zou dit betekenen dat de vier bewegingstechnieken tijdens het oefenen (acquisitie) het snelst verbeteren in het geblokte oefenschema, maar beter beklijven (retentie) en breder toepasbaar zijn (transfer) in het seriële en het random oefenschema. Mocht het CI-model inderdaad op het verwerven van motorische vaardigheden in de sport van toepassing zijn, dan zou het een uiterst waardevolle bouwsteen voor de techniektraining zijn. In dat geval zouden immers oefenschema's kunnen worden opgesteld waarmee het leren van

meerdere sportieve vaardigheden tegelijk kan worden bevorderd. Daarbij dient overigens wel beseft te worden dat het CI-model, zoals aangegeven in het eerdere kader, geen betrekking heeft op de aard en complexiteit van de aan te leren vaardigheden. In plaats van de vier volleybaltechnieken in figuur 1 had het oefenschema bij wijze van spreken even goed kunnen bestaan uit de volleybalservice, de badmintonbackhand, de hockeyflats en de radslag; het door het model voorspelde CI-effect zou hetzelfde zijn gebleven. Dat zou ook het geval zijn wanneer de aan te leren vaardigheden meer op elkaar zouden lijken, zoals het geval zou zijn bij het trainen van vier verschillende uitvoeringen van de set-up (voorwaarts, achterwaarts, zijwaarts en in een sprong). Dit lijkt niet erg plausibel, maar alvorens dit aspect nader te onderzoeken is het cruciaal om na te gaan of er überhaupt voldoende bewijs is om het CI-model in de sport toe te passen ter versterking van het trainingsproces.

### Gemengde bevindingen

Helaas is het CI-effect in (meer) toegepaste studies naar het leren van complexe, aan de sport ontleende vaardigheden een stuk minder ro-

Week	1		2		3		4	
Sessie	1	2	3	4	5	6	7	8
Geblokt	Service	Service	Set-up	Set-up	Smash	Smash	Blok	Blok
Seriëel	Set-up	Smash	Blok	Service	Set-up	Smash	Blok	Service
Random	Alle vier de vaardigheden worden in willekeurige volgorde even vaak geoefend	Alle vier de vaardigheden worden in willekeurige volgorde even vaak geoefend	Alle vier de vaardigheden worden in willekeurige volgorde even vaak geoefend	Alle vier de vaardigheden worden in willekeurige volgorde even vaak geoefend	Alle vier de vaardigheden worden in willekeurige volgorde even vaak geoefend	Alle vier de vaardigheden worden in willekeurige volgorde even vaak geoefend	Alle vier de vaardigheden worden in willekeurige volgorde even vaak geoefend	Alle vier de vaardigheden worden in willekeurige volgorde even vaak geoefend

**Figuur 2** | Drie oefenschema's (geblokt, seriëel en random) om variabel oefenen te organiseren (ontleend aan Beek<sup>2</sup>).



De meeste door Ammar et al.<sup>23</sup> geïncludeerde studies hadden betrekking op taken ontleend aan balsporten, waarbij volleybal en golf het meest voorkwamen.

buust gebleken dan in laboratoriumstudies, waarin veelal eenvoudigere, manuele taken werden gebruikt. In mijn vorige artikel over CI in *Sportgericht*<sup>2</sup> besprak ik vier studies,<sup>13-16</sup> waarin het CI-model werd bevestigd voor taken ontleend aan de sport, waaronder de badmintonservice, de honkbalslag, de golfputt en basketbalpasses. Ik tekende daarbij echter aan dat er in de (toenmalige) literatuur ook diverse soortgelijke studies met afwijkende resultaten te vinden waren, onder andere voor het leren van volleybal-, tennis- en frisbee-technieken. Ook haalde ik Brady<sup>17</sup> aan, die reeds op basis van dergelijke afwijkende resultaten had geopperd dat het CI-effect in toegepaste situaties mogelijk minder sterk was dan in het laboratorium. In een eerder door hem uitgevoerde meta-analyse<sup>18</sup> had hij op basis van 61 studies met in totaal 139 effecten de gemiddelde grootte van het CI-effect (de zogenoemde effectgrootte, een maat voor de sterkte van een statistisch verband) voor zowel laboratoriumstudies als meer toegepaste studies bepaald. Het verschil tussen beide bleek met een gemiddelde effectgrootte van 0.57 voor het laboratoriumonderzoek versus 0.19 voor het

toegepaste onderzoek fors en significant te zijn. Dit resultaat strookt met het eerder in de literatuur geuite inzicht dat het CI-effect afhankelijk is van de complexiteit van de aan te leren vaardigheden en minder sterk is voor complexe vaardigheden (waaronder sportieve vaardigheden) dan voor relatief eenvoudige vaardigheden (zoals meestal gebruikt in het laboratoriumonderzoek).<sup>19</sup> Brady vond tevens een fors en significant verschil in de gemiddelde effectgrootte tussen oudere en jongere deelnemers, te weten 0.50 versus 0.10. Ook dit resultaat is in lijn met eerder in de literatuur geuite suggesties, namelijk dat de grootte van het CI-effect afhangt van het ervaringsniveau en de leeftijd van de deelnemers.<sup>20</sup> Bij onervaren deelnemers en kinderen is het CI-effect in de regel minder sterk dan bij ervaren en volwassen deelnemers. Het CI-effect is ook afhankelijk van de vraag of de aan te leren bewegingsvaardigheden betrekking hebben op meerdere GMPs of in feite (parametrische) variaties betreffen van dezelfde vaardigheid binnen één GMP;<sup>8</sup> indien het laatste het geval is, is het CI-effect minder sterk of geheel afwezig.<sup>21</sup>

Tot slot is het CI-effect afhankelijk van de duur van de acquisitiefase en het interval tussen de acquisitiefase en de retentie- en transferfase. Hoe langer de acquisitiefase, des te sterker het effect,<sup>22</sup> maar hoe langer het interval tussen de acquisitiefase en de retentie- en transferfase, des te zwakker het effect. Er zijn dus heel wat factoren van invloed op het CI-effect, waaronder het ervaringsniveau van de beweger en de complexiteit van de doeltaken. De vraag of het CI-effect nu wel of niet opgaat in de sport vergt daarom een grondige statistische aanpak, waarin deze invloeden op een solide en betrouwbare wijze worden geanalyseerd, oftewel een meta-analyse.

### De genadeklap

Recent is een omvattende systematische review en meta-analyse van Ammar et al.<sup>23</sup> verschenen (met Schöllhorn als laatste auteur), die specifiek tot doel had vast te stellen of het CI-effect generaliseerbaar is naar de sportpraktijk. In de betreffende studie werden op basis van een uitgebreide speurtocht in vijf elektronische databestanden uiteindelijk 37 studies voor nadere analyse geïncludeerd. Een vergelijkbaar aantal studies (35) werd geëxcludeerd om methodologische redenen, waaronder het ontbreken van een garantie dat de controlegroep en de experimentele groep(en) voorafgaande aan de leerinterventies niet van elkaar verschilden. De voornaamste inclusiecriteria waren 1) dat de onderzoeken waren verricht met gezonde deelnemers, 2) dat ze betrekking hadden op het onder de knie krijgen van één of meer vaardigheden of taken ontleend aan een sport, en 3) dat de verschillen tussen geblokt en random oefenen werden onderzocht aan de hand van uitkomstmaten, zoals bepaald met post-acquisitie-, retentie- en transfertesten. De meeste geïncludeerde studies (27 van de 37) hadden betrekking op taken ontleend aan balsporten,

waarbij volleybal (7) en golf (4) het meest voorkwamen. In 25 van de 37 studies waren de deelnemers onervaren en in (slechts) 5 van de 37 studies ervaren; in de overige 7 studies bestonden de deelnemers uit beginners of gevorderden of een mix van ervaren en onervaren. Daarnaast verschilden de studies in tal van andere opzichten, zoals de duur van de acquisitiefase, het aantal oefensessies, de duur daarvan en andere kenmerken van het studie-design. De kwaliteit van de studies werd geëvalueerd met een daartoe geëigend instrument (de zogenoemde PEDRO-schaal); 27 studies bleken van goede kwaliteit te zijn en de resterende 10 van redelijke kwaliteit. Vervolgens werd op verschillende manieren onderzocht in hoeverre de resultaten van de 37 geselecteerde studies in overeenstemming waren met de beide onderdelen van de CI-hypothese, te weten een tragere acquisitie maar een betere retentie en transfer voor random oefenen versus geblokt oefenen. Hiertoe werd eerst onderzocht hoeveel uitkomstmaten in de verschillende testfases (acquisitie, retentie en transfer) significante verschillen vertoonden tussen geblokt en random oefenen. De resultaten van deze analyse zijn opgenomen in tabel 1, waarin het aantal significante effecten in overeenstemming met de CI-hypothese in groen is weergegeven en het aantal significante effecten in strijd met de CI-hypothese in rood. Zoals uit de tabel direct valt op te maken, leverde deze analyse voor beide onderdelen van de CI-hypothese uiterst weinig steun op. In elke testfase werd in de meerderheid van de uitkomstmaten geen verschil gevonden tussen geblokt en random oefenen en stond tegenover een beperkt aantal significante effecten ten gunste van de CI-hypothese een beperkt aantal significante effecten in strijd met de CI-hypothese (zij het iets geringer in aantal). Meta-analyses van alle stu-

testfase	aantal significante uitkomstmaten ten faveure van geblokt oefenen	aantal significante uitkomstmaten ten faveure van random oefenen	aantal uitkomstmaten zonder significant verschil tussen geblokt en random oefenen
acquisitie	18 (17%)	8 (8%)	77 (75%)
retentie	12 (14%)	19 (23%)	53 (63%)
transfer	5 (13%)	6 (16%)	27 (71%)

**Tabel 1** | Aantal uitkomstmaten dat de voorspellingen van het CI-model ondersteunt ten aanzien van acquisitie, retentie en transfer (ontleend aan Ammar et al.<sup>23</sup>).

dieresultaten tezamen brachten dan ook geen statistisch significante verschillen tussen geblokt en random oefenen aan het licht in enige van de drie testfases. In aanvullende subgroepanalyses werd slechts één significant resultaat gevonden ten gunste van de CI-hypothese: tussen de 20 en 24 jaar oude individuen bleken een inferieure voortgang tijdens de acquisitiefase te vertonen en een superieure retentie, maar geen superieure transfer. Andere subgroepanalyses gebaseerd op ervaring, vaardigheid, type sport en testprotocol leverden geen significante resultaten op. Kortom, van het vermeende voordeel van CI in de sport blijft in deze systematische review en meta-analyse bar weinig over. Niet voor niets noemen de auteurs dit vermeende voordeel in de titel van hun artikel een mythe, een mythe die zij met hun studie om zeep hebben geholpen.

### Conclusie en discussie

De conclusie van de studie van Ammar et al.<sup>23</sup> is dat het CI-effect alleen optreedt onder zeer specifieke omstandigheden, zoals aan de orde in laboratoriumstudies, en niet generaliseerbaar is naar het leren van complexe sportgerelateerde vaardigheden. Een meta-analyse van de resultaten van alle goed uitgevoerde studies naar het CI-effect bij het verwerven van dergelijke vaardigheden leverde geen significante verschillen op tussen geblokt

en random oefenen in acquisitie-, retentie- en transfertests. Slechts in enkele deelanalyses werd steun voor de CI-hypothese gevonden, waaronder de bevinding dat het tweeledige effect van verminderde acquisitie en betere retentie alleen optreedt bij jong volwassenen.

Vanzelfsprekend hebben deze resultaten consequenties voor de voorgestelde theoretische verklaringen van het CI-effect. De reikwijdte daarvan wordt door de resultaten danig ingeperkt. De verklaringen zijn alleen nog relevant voor de laboratoriumstudies waarin het CI-effect wel werd gevonden, maar niet voor de techniektraining in de sport. Wetenschappelijk gezien vereist een dergelijke situatie dat de randvoorwaarden gespecificeerd worden waaronder de geboden verklaringen van kracht zijn. Dat zal niet snel gebeuren, maar het is wel nuttig om stil te staan bij de vraag waarom het CI-effect in het laboratoriumonderzoek zo robuust is, terwijl daar in het toepassingsgerichte onderzoek weinig tot niks van overblijft. Hoe is dat mogelijk?

Het ligt voor de hand het antwoord op die vraag te zoeken in het verschil in complexiteit tussen de relatief eenvoudige, fijnmotorische vaardigheden in het laboratoriumonderzoek en de ingewikkelde sportgerelateerde motorische vaardigheden in het op toepassing gerichte onderzoek. Veel vaardigheden in deze laatste categorie vergen

dynamische balanshandhaving van het gehele lichaam terwijl de armen en benen complexe, meerledige bewegingen uitvoeren, vaak in interactie met een voorwerp of omstandigheden in de omgeving, waarbij dan ook nog eens in korte tijd beslissingen moeten worden genomen. Het is goed voorstelbaar dat de fysieke en mentale eisen die aan sportieve of sportgerelateerde vaardigheden worden gesteld in zichzelf al een hoge mate van interferentie met zich meebrengen. Als dat inderdaad het geval is, dan is het vervolgens goed mogelijk dat de interferentie die gecreëerd wordt door random te oefenen weinig tot niets toevoegt en anderszins in de intrinsiek aanwezige interferentie, waardoor het leervoordeel van random oefenen verloren gaat. Albaret en Thon<sup>24</sup> toonden reeds een kwart eeuw geleden aan dat het CI-effect minder sterk wordt naarmate de experimentele taak (in hun studie een schrijftaak) toeneemt in complexiteit en hogere eisen aan het geheugen stelt. Dit is een van de redenen waarom principes die zijn vastgesteld in onderzoek naar het verwerven van eenvoudige vaardigheden zich niet goed laten genera-

liseren naar het leren van complexe vaardigheden.<sup>19</sup> Onderzoekers doen er dan ook verstandig aan dit niet te doen.

Terugblikkend kan gesteld worden dat Shea en Morgan<sup>6</sup> al te voorbarig waren met het belichten van de praktische implicaties van hun ontdekking. Zoiets kan de praktijk veel schade doen. Gelukkig valt dat in het onderhavige geval mogelijk mee omdat uit de meta-analyse van Ammar et al.<sup>23</sup> blijkt dat over al het onderzoek heen geblokt oefenen en random oefenen niet voor elkaar onder doen voor wat betreft acquisitie, retentie en transfer. Moet de conclusie dan zijn dat het in de sportpraktijk niet uitmaakt in welke volgorde oefeningen van vaardigheden worden aangeboden? Nee, dat ook niet. Wat uit het onderzoek blijkt is dat acquisitie, retentie en transfer het resultaat zijn van het samenspel tussen ervaring, vaardigheidsni-

veau, taakcomplexiteit en oefenvolgorde, dat alleen op individueel niveau valt te optimaliseren. Waar de ene sporter juist gebaat is bij het geblokt oefenen van complexe taken, omdat die al voldoende uitdagend zijn, kan een andere sporter juist gebaat zijn bij random oefenen, om voor een extra prikkel in de informatieverwerking door het brein te zorgen. Welke mix van ingrediënten het beste past bij welke sporter, is een vraag voor de coach of trainer; de wetenschap is vooralsnog niet bij machte die te beantwoorden. Om tot inzichten te komen met een grotere praktische toepasbaarheid doen wetenschappers er verstandig aan het onderzoek meer te richten op het individu, dan wel op groepen van individuen met vergelijkbare kenmerken. Middeling van meetgegevens over veel individuen zal vaker wel dan niet tot nulresultaten leiden.

### Over de auteur

Prof. dr. **Peter J. Beek** is hoogleraar Coördinatie-dynamica bij de afdeling Bewegingswetenschappen van de Vrije Universiteit Amsterdam, waar hij 12 jaar de functie van decaan heeft vervuld. Sinds 2017 fungeert hij als coördinator van de wetenschappelijke ondersteuning van het zwemmen bij InnoSportLab De Tongelreep en de KNZB.

1. Beek PJ (2023). Motorisch leren, een update. Deel 4: Variabel oefenen volgens de schematheorie. *Sportgericht*, 77 (3), 2-9.
2. Beek PJ (2011). Nieuwe, praktisch relevante inzichten in techniektraining. Motorisch leren: het belang van contextuele interferentie (deel 4). *Sportgericht*, 65 (5), 2-6.
3. Battig WF (1966). Facilitation and interference. In EA Bilodeau (Ed.), *Acquisition of skill* (pp. 215-244). Academic Press.
4. Battig WF (1979). The flexibility of human memory. In LS Cermak & FIM Craik (Eds.), *Levels of processing in human memory* (pp. 23-44). Erlbaum.
5. Bjork RA & Bjork EL (2020). Desirable difficulties in theory and practice. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 9 (4), 475-479.
6. Shea JB & Morgan R (1979). Contextual interference effects on the acquisition, retention, and transfer of motor skill. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 5, 179-187.
7. Lee TD & Magill RA (1983). The locus of contextual interference in motor-skill acquisition. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 9, 730-746.
8. Magill RA & Hall KG (1990). A review of the contextual interference effect in motor skill acquisition. *Human Movement Science*, 9, 241-289.
9. Gentile AM (1998). Movement science: implicit and explicit processes during acquisition of functional skills. *Scandinavian Journal of Occupational Therapy*, 5 (1), 7-16.
10. Davids K, Button C & Bennett S (2008). *Dynamics of skill acquisition: a constraints-led approach*. Human Kinetics.
11. Shea JB & Zimny ST (1983). Context effects in memory and learning movement information. *Advances in Psychology*, 12, 345-366.
12. Lee TD & Magill RA (1985). Can forgetting facilitate skill acquisition? In D Goodman, RB Wilberg & IM Franks (Eds.), *Differing perspectives in motor learning, memory and control* (pp. 3-22). Amsterdam: North-Holland.
13. Goode SL & Magill RA (1986). The contextual interference effect in learning

- three badminton services. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 57, 308-314.
14. Wrisburg CA & Liu Z (1991). The effect of contextual variety on the practice, retention, and transfer of an applied motor skill. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 62, 406-412.
15. Hall KG, Domingues DA & Cavazos R (1994). Contextual interference effects with skilled basketball players. *Perceptual and Motor Skills*, 78, 835-841.
16. Porter JM & Magill RA (2010). Systematically increasing contextual interference is beneficial for learning sport skills. *Journal of Sports Sciences*, 28, 1277-1285.
17. Brady F (2008). The contextual interference effect and sport skills. *Perceptual and Motor Skills*, 106, 461-472.
18. Brady F (2004). Contextual interference: a meta-analytic study. *Perceptual and Motor Skills*, 99, 116-126.
19. Wulf G & Shea CH (2002). Principles derived from the study of complex skills do not generalize to complex skill learning. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9 (2), 185-211.
20. Hebert EP, Landin D & Solomon MA (1996). Practice schedule effects on the performance and learning of low- and high-skilled students: an applied study. *Research Quarterly for Exercise & Sport*, 67, 52-58.
21. Wulf G & Lee TD (1993). Contextual interference in movements of the same class: differential effects on program and parameter learning. *Journal of Motor Behavior*, 25 (4), 254-263.
22. Vera JG, Alavarez JCB & Medina MM (2008). Effects of different practice conditions on acquisition, retention and transfer of soccer skills by 9-year old schoolchildren. *Perceptual and Motor Skills*, 106 (2), 447-460.
23. Ammar A et al. (2023). The myth of contextual interference learning benefit in sports practice: a systematic review and meta-analysis. *Educational Research Review*, 39, 100537.
24. Albaret JM & Thon B (1998). Differential effects of task complexity on contextual interference in a drawing task. *Acta Psychologica*, 100 (1-2), 9-24.