

*Hoe belangrijk is variatie tijdens het oefenen voor het aanleren van motorische vaardigheden? Kunnen bewegingstechnieken het beste continu herhaald worden, zodat zij goed geautomatiseerd en 'ingeslepen' raken? Of is het effectiever om tijdens het oefenen juist veel variatie aan te brengen, zodat de sporter steeds te maken krijgt met nieuwe situaties en elke beweging 'opnieuw' moet plannen en uitvoeren? Hoeveel variatie is dan optimaal? En is de optimale variatie afhankelijk van het vaardigheidsniveau van de sporter?*

## **Nieuwe, praktisch relevante inzichten in techniektraining** Motorisch leren: het belang van contextuele interferentie (deel 4)

**Peter J. Beek**

'Practice makes perfect, repetition makes permanent', zo luidt een Amerikaans gezegde. Maar is dat wel zo? Perfectie is voor de Goden en kan alleen maar benaderd worden, en of het onder de knie krijgen van een motorische vaardigheid het meest gebaat is bij continue herhaling staat op voorhand zeker niet vast. Zoals alle coaches, trainers en leraren zullen onderkennen, vergen trainingen en lessen een zekere mate van variatie in oefenstof, anders gaan ze aan monotonie ten onder. De uitdaging is om precies die mate van variatie aan te brengen, die leidt tot het beste leerresultaat in termen van retentie en transfer van de geoefende bewegingstechniek.

### **Variabel oefenen**

Zoals in de eerdere delen van deze serie is gebleken, kan de effectiviteit van leermethoden beoordeeld worden aan de hand van uiteenlopende criteria. Een criterium dat in de dagelijkse

praktijk dikwijls wordt gehanteerd, is de mate waarin de prestatie toeneemt tijdens de training. Prestatieverbetering tijdens de training is echter noch een voldoende, noch een noodzakelijke voorwaarde voor leren; het maken van vorderingen tijdens de training geeft immers geen garantie dat de vorderingen ook 'worden meegenomen' naar de volgende training. Omgekeerd geldt dat een training tijdens welke weinig of geen prestatieverbetering valt waar te nemen, toch bij kan dragen aan een verbetering van de prestatie op langere termijn (zie deel 1). Retentietests moeten uitwijzen of er daadwerkelijk iets is geleerd. Bovendien geldt dat de training in de regel als doel heeft de wedstrijdprestatie te verbeteren; om dit te bepalen zijn transfertests vereist, of in elk geval objectieve gegevens over de wedstrijdprestatie. Ten slotte geldt nog dat het geleerde bestand moet zijn tegen de effecten van mentale en sociale druk (zie deel 3).

Veel factoren zijn van invloed op de uitkomsten van leerprocessen, zoals de gehanteerde leer methode, de gegeven instructies en feedback, het vaardigheidsniveau en de leerstijl van de pupil of sporter en de wisselwerking met diens coach of trainer. Ook de variatie in oefenvormen is een belangrijke factor gebleken bij het aanleren van motorische vaardigheden en is dan ook een kernthema in de literatuur over motorisch leren. De term variabel oefenen heeft enerzijds betrekking op de handelingen en bewegingen van het lerende individu en anderzijds op de omgeving en context waarin deze worden uitgevoerd.

De meeste theoretici benadrukken het belang van variabiliteit van oefenen, maar vanuit zeer uiteenlopende aannames en overwegingen. Volgens Richard Schmidt en diens schematheorie<sup>1</sup> wordt het succes van bewegingsprestaties in de toekomst in belangrijke mate bepaald door de mate van variabiliteit die het lerende individu ervaart tijdens het oefenen. Hoe gevarieerder de bewegingsuitvoering, des te sterker de interne representatie (het schema) voor de betreffende vaardigheid (of klasse van bewegingen) zich ontwikkelt. Schmidt refereert hierbij vooral aan variaties in bewegingsparameters binnen een bepaalde vaardigheid of bewegingstechniek, bijvoorbeeld een forehand in tennis die lang of kort geslagen wordt, cross of parallel, met of zonder effect, met een

zwaar racket of een licht racket, met een zachte spanning of een harde, enzovoort. Over dit aspect van variabel oefenen, het aanbrenge van variatie binnen de uitvoering van een bepaalde taak of vaardigheid, en de diverse theoretische perspectieven hierop, handelt het

volgende deel van deze serie.

Dit deel gaat in op de principes en inzichten die een trainer, coach of leraar kan hanteren om het opdoen van variabele ervaringen binnen een oefensessie zo te organiseren dat een optimaal leereffect wordt bewerkstelligd. Dit organisatieprobleem laat zich het beste illustreren aan de hand van een voorbeeld (vrij naar Magill<sup>2</sup>). Stel een volleybaltrainer wil aan het begin van het nieuwe seizoen bij de spelers van zijn team vier verschillende vaardigheden op een hoger plan brengen: de service, de set-up, de smash en het blok. Het team traint vier weken lang twee keer per week een uur. Hoe kunnen de oefeningen het beste verdeeld worden over en binnen de acht trainingssessies? Eén optie (zie figuur 1) is om eerst twee trainingen te wijden aan de service, dan twee aan de set-up, vervolgens twee aan de smash en ten slotte twee aan het blok. Dit staat bekend als geblokt oefenen. Een tweede mogelijkheid is om elke training alle vier de volleybalvaardigheden geblokt te oefenen, dus een kwartier voor elk van de te verbeteren vaardigheden. Dit is een vorm van serieel, ofwel lokaal-geblokt, oefenen. Een derde optie is om nog kortere episodes (bijvoorbeeld van 5 minuten) aan de bewegingstechnieken te besteden en deze wil-

Figuur 1. Drie oefenschema's (geblokt, serieel en random) om variabel oefenen te organiseren.

Week	1		2		3		4	
Sessie	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Geblokt</b>	Service	Service	Set-up	Set-up	Smash	Smash	Blok	Blok
<b>Serieel</b>								
<b>Random</b>	24 x 5 min. oefenen in willekeurige volgorde; alle vaardigheden zes keer		24 x 5 min. oefenen in willekeurige volgorde; alle vaardigheden zes keer		24 x 5 min. oefenen in willekeurige volgorde; alle vaardigheden zes keer		24 x 5 min. oefenen in willekeurige volgorde; alle vaardigheden zes keer	

lekeurig af te wisselen met als enige beperking dat per training (of per twee trainingen, zoals in figuur 1) even veel tijd besteed wordt aan elke techniek. Dit heet random oefenen.

### Het contextuele-interferentie-effect

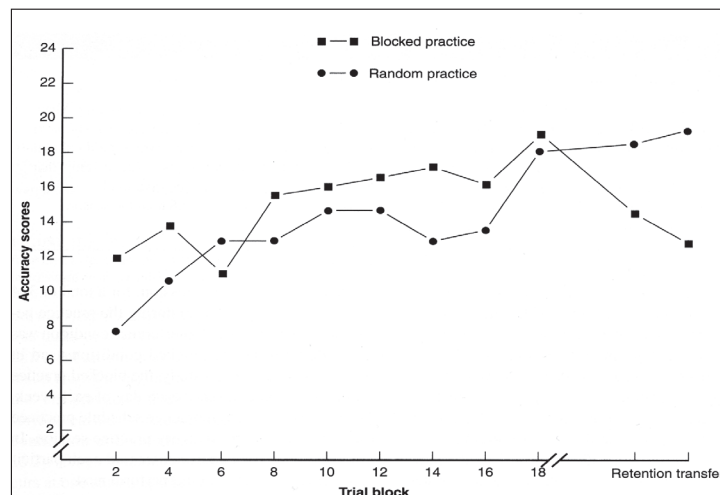
Welke van deze oefenschema's leidt tot het beste leerresultaat in termen van retentie en transfer? Die vraag is niet te beantwoorden zonder nadere theoretische overwegingen of - beter nog - empirische gegevens. Veel trainers en coaches zullen waarschijnlijk opteren voor een oefenschema met meer of minder sterk geblokte herhalingen. Ze zullen geneigd zijn te denken dat sporters op die manier het meeste kunnen leren van hun fouten, omdat ze onmiddellijk bij de volgende poging de kans hebben een eventuele fout in de uitvoering te corrigeren, of dat de continue herhaling ertoe leidt dat de bewegingstechniek beter wordt 'ingeslepen'. Het is echter ook voorstelbaar dat het aanleren van de vier volleybaltechnieken gebaat is bij meer afwisseling in de volgorde, zoals bij het random oefenen. Immers, in dit geval moeten de volleyballers het motorische probleem waarmee ze worden geconfronteerd steeds opnieuw oplossen, zonder dat zij zich kunnen laten leiden door de wijze waarop ze dat vlak daarvoor deden. De vier te oefenen volleybaltechnieken staan nu op gespannen voet met elkaar en zorgen als het

ware voor interferentie (verstoringen) op de korte termijn. Deze interferentie kan ertoe leiden dat ze tijdens het oefenen minder goed worden uitgevoerd dan tijdens geblokt oefenen. Daar staat echter tegenover dat de hersenen meer 'uitgedaagd' worden om actief oplossingen

te genereren, waardoor het leerresultaat beter behouden blijft (retentie) en beter overdraagbaar is naar andere situaties dan de oefensituatie (transfer). Een dergelijk effect werd als eerste aangetoond door Battig<sup>3</sup> in zijn onderzoek naar het leren van woordenlijsten en verbale associaties. Het staat bekend als het contextuele-interferentie-effect (CI-effect), naar de term contextuele interferentie die hij introduceerde voor de interferentie die ontstaat door taken of vaardigheden binnen een oefensessie sterk af te wisselen. Het CI-effect is in verschillende leerdomeinen robuust gebleken, waaronder het leren van relatief eenvoudige bewegingstaken, zoals het door een serie houten barrières bewegen met de hand.<sup>4</sup> Vervolgens is het CI-effect ook onderzocht bij het leren van complexere bewegingen, zoals in de sport (zie hieronder), het bewegingsonderwijs en de revalidatie. Het CI-effect bewijst dat interferentie niet noodzakelijk nadelig is voor leerprocessen, zoals men aanvankelijk aannam, maar deze zelfs kan bevorderen, waarbij het voordeel zich pas openbaart in de retentiefase. Het verschaft daarmee een principe voor het organiseren van variabel oefenen in lessen en trainingen. Immers, de genoemde oefenscenario's kunnen geordend worden op een continuüm dat loopt van lage contextuele interferentie (geblokt oefenen), via middelmatige contextuele interferentie (serieel oefenen) naar hoge contextuele interferentie (random oefenen).

## Verklaring

De precieze oorzaak van het CI-effect is nog onbekend. Eén verklaring is dat een grotere diversiteit aan taken leerlingen in staat stelt de meest relevante informatie voor een bepaalde taak te destilleren, omdat de irrele-



Figuur 2. De effecten van geblokte en random oefenschema's voor het leren van drie badmintonservices op acquisitie, retentie en transfer (figuur ontleend aan: Goode & Magill<sup>7</sup>).

vante informatie bij een hoge contextuele interferentie sterker varieert dan bij een lage contextuele interferentie. Verder kan random oefenen sterker aanzetten tot het bewerken van geheugenrepresentaties dan geblokt oefenen, omdat voortdurend meerdere variaties in taken en vaardigheden in het werkgeheugen zijn geactiveerd. Deze uitleg staat bekend als de bewerkingshypothese. Daartegenover staat de actie-plan-hypothese<sup>5</sup>, die oppert dat het leervoordeel van random leren veeleer is gelegen in het feit dat het lerende individu bij elke poging een nieuw actieplan moet opstellen, omdat eerdere actieplannen voor soortgelijke pogingen geheel of gedeeltelijk verloren zijn gegaan door de contextuele interferentie. Deze hypothese is consistent met de bevindingen van een recente studie naar de neurale achtergronden van variabel en constant oefenen, waaruit bleek dat variabel oefenen vooral betrekking had op de prefrontale cortex (waar bewegingen gepland worden) en constant oefenen vooral op de motorische cortex (waar bewegingen worden uitgevoerd).<sup>6</sup> Ten slotte kan het random leren van complexe bewegingen worden opgevat als een

vorm van impliciet leren, waarbij de opgedane kennis stevig verankerd wordt in het brein.

## Het CI-effect in de sport

Eén van de eerste demonstraties van het CI-effect in de sport betrof een studie<sup>7</sup> naar het leren van korte, lange en drive badmintonservices door studentes zonder enige badmintonervaring.

De drie services werden, uitsluitend vanaf de rechterkant van het servicevlak, gedurende drie weken geoefend (drie sessies per week, 36 pogingen per sessie, dus in totaal  $3 \times 3 \times 36 = 324$  pogingen). De services werden door één groep in een geblokte volgorde geoefend (één type service per training, alle drie servicetypen in één week; lage contextuele interferentie) en door een andere groep in een random volgorde (de drie servicetypen willekeurig door elkaar heen gemengd tijdens elke training; hoge contextuele interferentie). De experimentele resultaten (zie figuur 2) lieten een duidelijk CI-effect zien: hoewel de serveerprestatie van beide groepen zich grofweg op dezelfde wijze ontwikkelde over de trainingssessies, presteerde de groep die de services random had geoefend significant beter op zowel de retentietest als de transfertest (serveren vanaf de linkerkant van het servicevlak) dan de groep die het geblokte oefenregime had doorlopen. In essentie dezelfde resultaten werden gevonden in een studie<sup>8</sup> met een nog hogere 'ecologische validiteit' naar het leren van de drie services als vast onderdeel van de reguliere gymnastieklessen. Ook voor het aanleren van vaardigheden uit andere sporten, zoals volleybalservices, basketbalworpen en ground strokes in tennis, werd in soortgelijke studies bij beginners het CI-effect gevonden.

Toch zijn er in de literatuur ook diverse studies met afwijkende resultaten te vinden, waaronder studies naar het leren van volleybalvaardigheden en van forehand- en backhandtechnieken in tennis en frisbee. In de meeste van deze studies verschilden de scores op de retentietest voor de verschillende experimentele groepen (niveaus van contextuele interferentie) niet significant van elkaar. In deze gevallen leidde een hoge mate van contextuele interferentie dus niet tot een beter leerresultaat, maar ook niet tot een slechter. In enkele studies leidde geblokt oefenen zelfs tot een beter resultaat op de retentietest dan random oefenen. Resultaten als deze noopten Brady<sup>9</sup> tot de conclusie dat het CI-effect in toegepaste situaties minder robuust is dan in het laboratorium en daarom mogelijk ook van beperkte waarde voor de praktijk. Die laatste conclusie doet echter onvoldoende recht aan de vele studies waarin wel duidelijke effecten werden gevonden. Het is daarom productiever om te zoeken naar de factoren die ten grondslag liggen aan de verschillen in de resultaten en daar rekening mee te houden bij het vormgeven van variabel oefenen in de praktijk.

**Invloed van vaardigheidsniveau**  
Afgezien van de mogelijkheid dat vaardigheden in de sport vaak complexer zijn dan laboratoriumtaken en daarom langer geoefend moeten worden om überhaupt een CI-effect te kunnen detecteren, kan de sterkte van het effect afhankelijk zijn van het vaardigheidsniveau van het individu. Deze mogelijkheid is consistent met Brady's conclusie dat het CI-effect minder sterk is bij beginners en dat oefenschema's met een lage contextuele interferentie bij kinderen betere leerresultaten neigen te geven. Overwegingen als deze hebben geleid tot de hypothese dat het aanleren van bewegingstechnieken het meest gebaat is bij een geleidelijke ontwikkeling van oefenschema's met

een lage contextuele interferentie naar oefenschema's met een hoge contextuele interferentie.

In het licht van deze mogelijkheden is het van belang om na te gaan hoe sterk het CI-effect is bij ervaren, vaardige proefpersonen. Helaas is het aantal studies naar deze vraag beperkt. Een uitzondering is een studie<sup>10</sup> naar het effect van de mate van contextuele interferentie op het leren slaan van op verschillende wijzen toegeworpen honkballen. De honkballers ontvingen zes weken lang twee keer per week een extra slagtraining, bestaande uit slagacties op 45 ballen (15 fastballs, 15 curveballs en 15 change-up pitches), die ofwel geblokt ofwel random werden toegeworpen.

De random-groep presteerde beter dan de geblokte-groep op zowel de random als de geblokte transfertest die aan het einde van de trainingsperiode werd afgenomen. Ten opzichte van de pretest was de prestatie van de random groep met 56.7% toegenomen tegen 24.8% in de geblokte groep en 6.2% in de controlegroep, die geen extra training had ontvangen. Deze resultaten tonen aan dat het CI-effect robuust is en tot voordeel strekt bij ervaren sporters.

De hypothese dat de optimale mate van contextuele interferentie als het ware toeneemt met het vaardigheidsniveau van het individu werd recent onderzocht door Porter en Magill.<sup>11</sup> Zij vergeleken de effecten van een oefenschema waarin de mate van contextuele interferentie toenam met het bereikte vaardigheidsniveau met die van geblokt en random oefenen op het aanleren van bewegingstechnieken uit twee verschillende sporten, te weten het putten van een golfbal en drie verschillende basketbalpasses (borst,

over het hoofd, enkele arm). Uit de retentietest bleek dat de bewegingstechnieken in kwestie het beste behouden blijven indien werd geoefend met het nieuwe oefenschema met toenemende contextuele interferentie. Bovendien bleek dit oefenschema in het geval van de basketbalpasses ook tot een betere transfer te leiden.

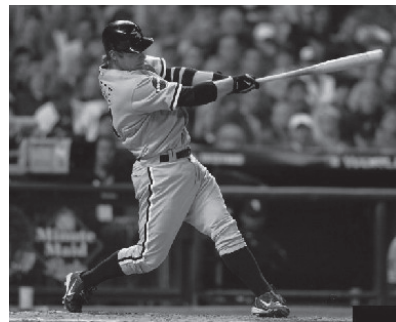
### Afsluitende overwegingen

Op basis van de huidige evidentie lijkt het gerechtvaardigd te concluderen

dat oefenen met een hoge contextuele interferentie in veel situaties een geschikt middel is om de effectiviteit (d.w.z. retentie en transfer) van motorische leerprocessen te bevorderen.

Deze conclusie

lijkt vooral van toepassing op ervaren sporters, hoewel ook bij beginnende sporters dikwijls positieve effecten zijn gevonden. De resultaten van het onderzoek suggereren dat sporters veel baat kunnen hebben bij de introductie van sterk variabele oefenschema's en de daarbij behorende intrinsieke feedback, daar waar in veel praktijksituaties nog dikwijls gebruik gemaakt wordt van conventionele (geblokte) oefenschema's en sterk voorschrijvende vormen van instructie. Terecht kan men tegenwerpen dat het onderzoek nog niet dusdanig ver gevorderd is dat hieruit expliciete richtlijnen voor het inrichten van trainings- en oefenschema's kunnen worden afgeleid. Hetzelfde argument is echter ook van toepassing op meer conventionele oefenschema's. Het is een goede zaak dat er in de literatuur nieuwe, meer geavanceerde oefenschema's opkomen, die zowel het onderzoek als de praktijk verder kunnen brengen. Vooral de hypothese dat de optimale mate van contextuele interferentie een functie is



van het vaardigheidsniveau lijkt een beloftevolle insteek te geven voor vervolgonderzoek en voor het inrichten van oefen- en trainingssessies. Net als voor de eerder in deze reeks besproken onderwerpen geldt dat er veel behoefte is aan nader longitudinaal onderzoek bij specifieke sporten, waarin ook de cognitieve leerstijlen van de sporters worden verdisconteerd. De resultaten van dat onderzoek hoeven echter niet te worden afgewacht om alvast te gaan experimenteren met het toepassen van de hier besproken inzichten om zo te komen tot effectievere oefenschema's dan de nu gangbare.

#### Referenties

1. Schmidt RA (1975). A schema theory of discrete motor skill learning theory. *Psychological Review*, 82, 225-260.

2. Magill RA (2004). *Motor learning and control. Concepts and applications* (7th edition). New York: McGraw-Hill.

3. Battig WF (1979). The flexibility of human memory. In LS Cermak & FIM Craik (Eds.), *Levels of processing in human memory* (pp. 23-44). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

4. Shea JB & Morgan RL (1979). Contextual interference effects on the acquisition, retention, and transfer of a motor skill. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 5, 179-187.

5. 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.

6. Kantak SS, Sullivan KJ, Fisher BE, Knowlton BJ & Winstein CJ (2010). Neural substrates of motor memory consolidation depend on practice and structure. *Nature Neuroscience*, 13, 923-925.

7. Goode SL & Magill RA (1986). The contextual interference effect in learning three badminton serves. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 57, 308-314.

8. Wrisberg 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.

9. Brady F (2008). The contextual interference effect and sport skills. *Perceptual and Motor Skills*, 106, 461-472.

10. Hall KG, Domingues DA & Cavazos R (1994). Contextual interference effects with skilled baseball players. *Perceptual and Motor Skills*, 78, 835-841.

11. Porter JM & Magill RA (2010). Systematically increasing contextual interference is beneficial for learning sport skills. *Journal of Sports Sciences*, 28, 1277-1285.

#### Over de auteur

Prof. dr. Peter J. Beek is hoogleraar Coördinatie dynamica aan de Faculteit der Bewegingswetenschappen van de Vrije Universiteit in Amsterdam. Hij is tevens decaan van deze Faculteit.

(Advertentie)



## INTERNATIONAL INSTITUTE FOR TRAINING

I.I.T.VOF OUDE BAAN 19 5854 PJ NIEUW BERGEN (L) NEDERLAND TEL 0031-(0)485 34 34 26  
E-MAIL [info@toinevandegoolberg.nl](mailto:info@toinevandegoolberg.nl) HOMEPAGE [www.toinevandegoolberg.nl](http://www.toinevandegoolberg.nl)

### ALLROUND CONDITIE / HERSTELTRAINER

- Erkend door het NGS (35 studiepunten) en Korps Mariniers, Atletiekunie (8 studiepunten)
- 12 avonden van 19.30 – 22.30 uur, ca. 50% praktijk
- Hoofdt thema's zowel voor individuele sport als teamsport:
  - Revalidatie, conditieopbouw, kracht-, snelheid- en uithoudingsvermogen volgens De Rehaboom® en trainingsprogramma's schrijven
- Cursus start woensdag 16 november 2011
- Cursus start maandag 30 januari 2012
- Cursus start dinsdag 6 maart 2012
- Locatie NSC Papendal te Arnhem
- Cursusprijs € 875,00

### CURSUS FYSIEKE TRAINER VOETBAL

- Erkende methode Betaald Voetbal
  - NEC-Nijmegen 1ste team
  - Feyenoord-Rotterdam 1ste team
- 4 dagdelen:
  - Dag 1 14.00 – 21.00 uur
  - Dag 2 09.00 – 16.00 uur
- Hoofdt thema's:
  - Opbouw loopvermogen
  - Opbouw kracht
  - Transfer naar voetbal
- Cursusdata of/of:
  - Cursus A 01 + 02 juni 2012
  - Cursus B 08 + 09 juni 2012
  - Cursus C 10 + 11 augustus 2012
- Locatie NSC Papendal Arnhem
- Cursusprijs € 375,00

### WORKSHOPS

- Duur: 3 uur op locatie
- Deelnemers: maximaal 12
- Datum, tijdstip en groepsgrootte in overleg

Keuze uit de thema's (accreditatie KNGF in aanvraag):

- Rug Revalidatie Systeem (RRS)
- Kracht Revalidatie Systeem (KRS)
- Aeroob Revalidatie Systeem (ARS)
- Heart Rate System (HRS) / Polar Team2 System
- Free-Weight System (FWS) / FitroDyne

Groeps prijs per workshop € 600,00

### DOCENT

#### TOINE VAN DE GOOLBERG, IIT

- Fysieke trainer 1ste team Feyenoord Rotterdam seizoen 2009-2012
- Kerndocent Masteropleiding Sportfysiotherapie Avans+ te Breda / NPi



**U kunt voor aanvullende informatie ook contact opnemen:**

Telefoon 0485-34 34 26 [www.toinevandegoolberg.nl](http://www.toinevandegoolberg.nl)  
Fax 0485-53 09 54 E-mail  
Mobiel 06-53 33 2678 [info@toinevandegoolberg.nl](mailto:info@toinevandegoolberg.nl)