

Repetitieve training: nog steeds de gouden standaard?

AUTEUR PAUWELS L.
REDACTEUR BLOEMEN D.
INSTITUUT Katholieke Universiteit Leuven, Faculteit Bewegings- en Revalidatiewetenschappen (FaBeR)

ABSTRACT

Repetition is the mother of skill. Ofwel: blijf de oefening herhalen (lees: erin drammen) tot je ze perfect beheerst. Iedereen kent het fenomeen, van op de schoolbanken tot op het sportveld. Tot op heden is deze aanpak nog steeds de gouden standaard in diverse disciplines, zowel binnen als buiten de motorische context. Maar is herhaling wel *the way to go*? Deze vraag houdt onderzoekers al meer dan dertig jaar bezig. Reden genoeg om een woordje uitleg te verschaffen over volgende zaken: Hoe kunnen we oefening organiseren? Wat bedoelt men met contextuele interferentie en het daarbij horende contextuele interferentie-effect? Wat zijn de onderliggende mechanismen? En vooral: hoe moeten we prestatie tijdens de aanleerfase interpreteren? Deze uiteenzetting biedt *géén* kant-en-klaar recept voor de organisatie van oefensessies, *wél* biedt het stof tot nadenken over de conventionele (repetitieve) oefenschema's.

Sleutelwoorden Motorisch leren, Contextuele interferentie, Trainingsinterventies

Datum 01/10/2014

Contactadres lisa.pauwels@faber.kuleuven.be

 @LisaPauw

Disclaimer: Het hierna bijgevoegde product mag enkel voor persoonlijk gebruik worden afgehaald. Indien men wenst te dupliceren of te gebruiken in eigen werk, moet de bovenvermelde contactpersoon steeds verwittigd worden. Verder is een correcte bronvermelding altijd verplicht!!!

Repetitieve training: nog steeds de gouden standaard?

1. De organisatie van oefening

Een basketbalcoach wil de techniek van zijn spelers verbeteren, meer bepaald de *layup*, *reverse layup* en *finger roll*. Hij heeft hiervoor één week de tijd (drie trainingen van 60 min). Hij kan dit op drie verschillende manieren doen (zie figuur 1). Een eerste optie is de ploeg gedurende de eerste training te laten oefenen op de *layup*, de tweede training op de *reverse layup* en de derde training op de *finger roll*. Een tweede optie is om de drie technieken aan bod te laten komen gedurende elke training, bv. twintig minuten *layup* gevolgd door twintig minuten *reverse layup* en twintig minuten *finger roll*. Een derde optie zou

zijn om de drie technieken in elke training aan bod te laten komen op een gerandomiseerde manier. Welke oefenstructuur is nu het meest geschikt om het leren en het onthouden (retentie) van de taak te bevorderen?

2. Wat is contextuele interferentie?

De hoofdvraag is: welk van deze drie oefenstructuren kan de coach het best aanbieden aan zijn spelers? Om dit te achterhalen moeten we de literatuur omtrent contextuele interferentie bespreken. De term *contextuele interferentie* is meer dan drie decennia geleden geïntroduceerd door Battig (1979) en verwijst naar de *interferentie*

	Training 1	Training 2	Training 3
Optie 1 Geblokte oefening	Layup (60 min)	Reverse layup (60 min)	Finger roll (60 min)
Optie 2 Serieel geblokte oefening	Layup (20 min) Reverse layup (20 min) Finger roll (20 min)	Layup (20 min) Reverse layup (20 min) Finger roll (20 min)	Layup (20 min) Reverse layup (20 min) Finger roll (20 min)
Optie 3 Gerandomiseerde oefening	Layup, reverse layup en finger roll random door elkaar (60 min)	Layup, reverse layup en finger roll random door elkaar (60 min)	Layup, reverse layup en finger roll random door elkaar (60 min)

Figuur 1. Soorten oefenstructuren.

In deze figuur zien we drie verschillende oefenstructuren (geblokt, serieel geblokt en gerandomiseerd) voor het inoefenen en optimaliseren van drie verschillende soorten basketbaltechnieken. De duur van één trainingssessie is voor de drie oefenstructuren gelijk (60 min). Op het einde van de week is elke techniek even lang aan bod geweest.

Repetitieve training: nog steeds de gouden standaard?

FaBeR – KU Leuven – oktober 2014

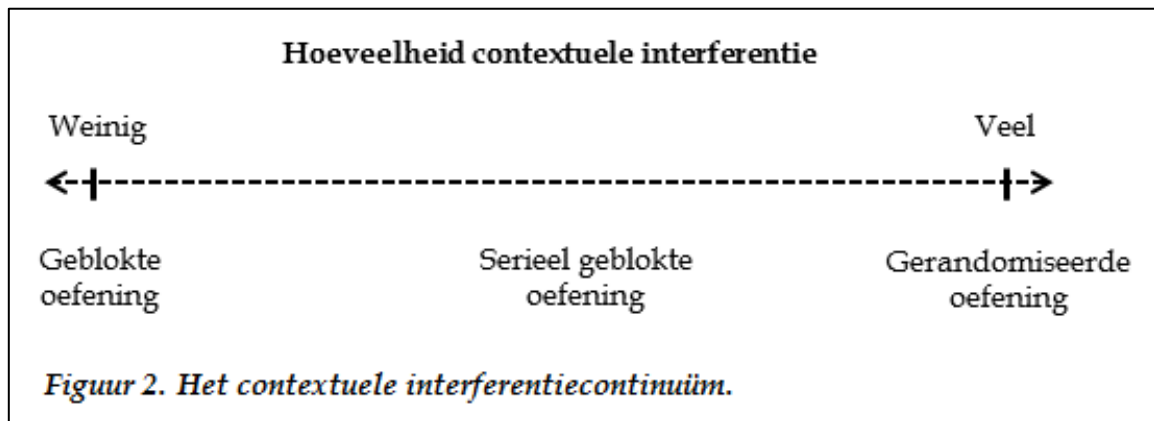
die voortkomt uit het inoefenen van verschillende taken of taakvarianten binnen de *context* van oefening. Interferentie wordt hier gebruikt als verwijzing naar het *verstoren* van prestatie. Afhankelijk van de oefenstructuur die men kiest, kunnen verschillende hoeveelheden van contextuele interferentie aangeboden worden. De basketbalcoach kan in dit geval de drie mogelijke oefenstructuren (geblokt, serieel geblokt en gerandomiseerd) op een *contextueel interferentiecontinuüm* plaatsen (zie figuur 2).

Zo staat de geblokte oefenvorm aan de ene extreme zijde van het continuüm met weinig contextuele interferentie. In deze oefenvorm wordt *elke taakvariant afzonderlijk* binnen één blok in de tijd geoefend. Aan de andere extreme zijde van het continuüm staat de

gerandomiseerde oefenvorm met veel contextuele interferentie. In deze oefenstructuur worden *alle taakvarianten op een gerandomiseerde manier* binnen één blok in de tijd geoefend. De serieel geblokte oefenstructuur zal ergens tussen de twee extremen op het continuüm staan.

3. Contextueel interferentie-effect

De basketbalcoach weet nu waar de verschillende oefenstructuren op het contextueel interferentiecontinuüm kunnen geplaatst worden. Welke oefenvorm kan hij nu best aanbieden aan zijn spelers? Battig (1979) was de eerste die aantoonde dat gerandomiseerde oefening (veel contextuele interferentie) een positief effect heeft op het leren van woordenlijsten en verbale associaties. Dit was opmerkelijk. Voordien dachten onderzoekers dat interferentie negatieve

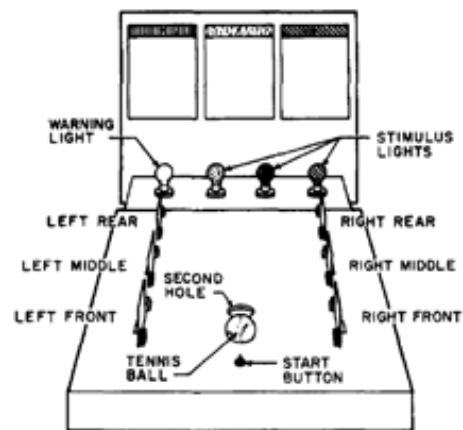


Repetitieve training: nog steeds de gouden standaard?

FaBeR – KU Leuven – oktober 2014

effecten had op het leren van taken. Deze redenering was niet onlogisch aangezien een grote hoeveelheid interferentie tijdens oefening een negatief gevolg heeft op de prestatie tijdens de oefenfase (acquisitiefase). Het is echter wel mogelijk dat onze hersenen bij gerandomiseerd oefenen meer uitgedaagd worden. Dat leidt tot het beter onthouden van de geleerde taak (retentie) en het beter generaliseren naar een andere, gerelateerde taak (transfer). Hiermee werd de traditionele gedachtegang met betrekking tot interferentie doorbroken. Het “contextueel interferentie-effect” werd geboren en wordt door onderzoekers als volgt gedefinieerd: *“The contextual interference effect is the learning benefit resulting from performing multiple skills in a high contextual interference practice schedule (e.g., random practice), rather than performing the skills in a low contextual interference schedule (e.g. blocked practice).”* - Magill (2011).

Kunnen we dit contextueel interferentie-effect generaliseren naar het leren van motorische taken? Ja. Shea en Morgan (1979) waren pioniers in dit domein. Proefpersonen in hun studie moesten drie taakvarianten leren volgens een geblokt of gerandomiseerd oefenschema. Het doel van de taak was een tennisbal te nemen met de rechterhand, met de bal in de hand een serie van houten balkjes om te duwen, en de bal op de juiste plaats weer neer te leggen (zie figuur 3).



Figuur 3. Voorstelling van de taak gebruikt in het experiment uitgevoerd door Shea en Morgan (1979).

Repetitieve training: nog steeds de gouden standaard?

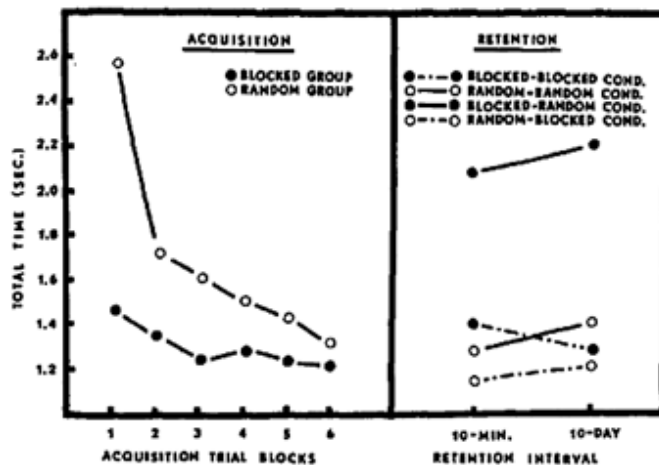
FaBeR – KU Leuven – oktober 2014

De volgorde van het omduwen van de serie houten balkjes was verschillend voor elke taakvariant. Elke proefpersoon kreeg 18 oefentrials per taakvariant gepresenteerd, wat resulteerde in een totaal van 54 trials. De onderzoekers toonden aan dat gerandomiseerd oefenen een nadelig effect heeft op de prestatie tijdens de oefenfase (acquisitiefase) (zie figuur 4). Nochtans bleek gerandomiseerde oefening een positief effect te hebben op het leren van de drie motorische taakvarianten (vastgesteld tijdens retentie, zie figuur 4) alsook op het generaliseren naar andere,

gerelateerde taakvarianten (transfer). Het contextueel interferentie-effect werd hier voor het eerst vastgesteld tijdens het leren van een motorische taak.

4. Hoe verklaren we dit fenomeen?

Tot op heden zijn er twee theorieën die domineren: de *bewerkingshypothese* (elaboration hypothesis) en de *actieplan-reconstructie hypothese* (action-plan reconstruction hypothesis). De bewerkingshypothese werd voorgesteld door Shea en Morgan (1979). Het vertrekpunt van deze theorie is dat geheugenrepresentaties van alle taakvarianten in het werkgeheugen



Figuur 4. Resultaten Shea en Morgan (1979).

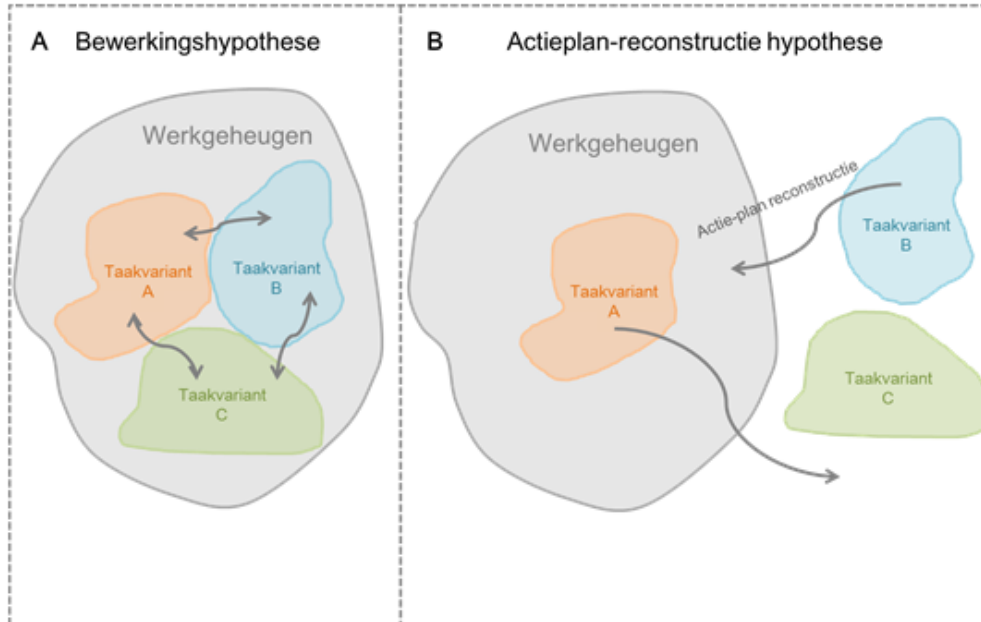
Een hogere waarde op de grafiek (seconden) betekent een zwakkere prestatie (trager). We zien dat gerandomiseerd oefenen (open bolletjes) een nadelig effect heeft op de prestatie tijdens de oefenfase (acquisitie). Echter, wanneer prestatie opnieuw gemeten wordt 10 minuten en 10 dagen na de oefenfase (retentie) zien we dat gerandomiseerde oefening (open bolletjes) tot betere prestatie leidt vergeleken met geblokte oefening (volle bolletjes). Dit effect is vooral duidelijk wanneer proefpersonen die geblokt hebben geoefend, de taakvarianten op een gerandomiseerde manier moeten uitvoeren tijdens retentie (volle bolletjes met ononderbroken lijn).

Repetitieve training: nog steeds de gouden standaard?

FaBeR – KU Leuven – oktober 2014

blijven tijdens het gerandomiseerd oefenen, waardoor ze op continue wijze vergeleken en gecontrasteerd worden met elkaar (zie figuur 5A). Op deze manier worden geheugenrepresentaties van taakvarianten aangepast of bewerkt. Dit leidt tot een duidelijker onderscheid tussen geheugenrepresentaties van verschillende taakvarianten. Bij geblokte oefening is dit niet mogelijk aangezien

er telkens maar één taakvariant in het werkgeheugen aanwezig kan zijn, tot in het volgende blok een andere taakvariant wordt gepresenteerd. Lee en Magill (1985) vonden echter dat deze hypothese de slechte prestatie tijdens gerandomiseerde oefening (in de acquisitiefase) niet kon verklaren. Deze onderzoekers stellen dat als gerandomiseerde oefening de



Figuur 5. Schematische voorstelling van random oefening volgens de bewerkingshypothese (A) en de actieplan-reconstructie hypothese (B).

(A) Volgens de bewerkingshypothese is gerandomiseerde oefening voordelig omdat alle taakvarianten (A, B en C) in het werkgeheugen aanwezig blijven, waardoor ze continu met elkaar vergeleken kunnen worden. Dit leidt tot een duidelijker onderscheid tussen geheugenrepresentaties van de verschillende taakvarianten. Omdat bij geblokte oefening altijd dezelfde taakvariant wordt gepresenteerd binnen één blok van oefening is er telkens maar één taakvariant in het werkgeheugen aanwezig. (B) Rechts zien we een schematische voorstelling van gerandomiseerde oefening volgens de actieplan-reconstructie hypothese. Omdat door de interveniërende trials telkens het actieplan van de vorige trial vergeten wordt, moet telkens het volgende actieplan opnieuw gereconstrueerd worden. In dit geval gaat taakvariant A het werkgeheugen verlaten en moet het actieplan van taakvariant B gereconstrueerd worden wanneer deze het werkgeheugen betreedt.

Repetitieve training: nog steeds de gouden standaard?

FaBeR – KU Leuven – oktober 2014

aanwezigheid van alle taakvarianten in het werkgeheugen impliceert, de prestatie tijdens gerandomiseerd oefenen gelijk moet zijn aan geblokt oefenen. Omdat dit niet het geval is, geven deze onderzoekers de voorkeur aan een alternatieve hypothese: de actieplan-reconstructie hypothese. Deze hypothese impliceert dat gerandomiseerde oefening een voordelig effect zou hebben op het leren omdat een individu bij elke volgende trial (voor elke taakvariant) een nieuw actieplan moet reconstrueren. Dit is een gevolg van het feit dat het actieplan dat gegenereerd werd voor de vorige trial, gedeeltelijk (of volledig) vergeten wordt omwille van de interveniërende trial (van een andere taakvariant) (zie figuur 5B). Bij geblokte oefening echter, wordt telkens dezelfde taakvariant gepresenteerd, en is reconstructie dus niet nodig omdat het actieplan van de vorige trial gebruikt kan worden.

Beide theorieën worden nog steeds vooropgesteld maar er is nog geen uitsluitsel betreffende welke het fenomeen daadwerkelijk zou verklaren. De theorieën zouden wel een gemeenschappelijke factor hebben,

namelijk verhoogde cognitieve belasting en informatieverwerking bij gerandomiseerd oefenen vergeleken met geblokt oefenen.

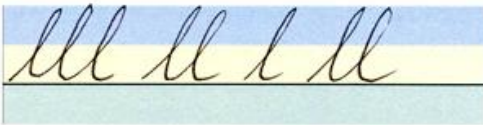
5. Prestatie versus leren

Beide theorieën ondersteunen het principe dat verhoogde cognitieve belasting positief zou zijn voor het leren van een bepaalde taak. Met andere woorden: we maken oefening moeilijker en dus worden onze hersenen meer uitgedaagd. Maar waarom zouden we de dingen moeilijker maken dan ze zijn? Waarom zouden we gerandomiseerd oefenen in plaats van geblokt als we weten dat de prestatie tijdens het aanleerproces hieronder lijdt en dus moeizamer verloopt? Tot op heden voelt het voor sommige leraren of coaches nog steeds niet intuïtief aan om oefening zo te organiseren dat de prestatie van de leerling tijdens het oefenen hieronder lijdt. Repetitieve (geblokte) training is nog steeds de gouden standaard in vele disciplines zowel binnen als buiten de motorische context. Denk maar aan voetballers die bij een penaltytraining herhaaldelijk de bal in de linkerbovenhoek van het doel moeten trappen of het herhaaldelijk schrijven van de letter 'l' tussen twee lijnen voor

Repetitieve training: nog steeds de gouden standaard?

FaBeR – KU Leuven – oktober 2014

schoonschrift in de basisschool (zie figuur 6). Waarschijnlijk kunnen nog vele andere voorbeelden aangehaald worden van verschillende soorten repetitieve trainingen die je in je leven al hebt ondergaan.



Figuur 6. Voorbeeld repetitieve oefening basisschool.

Zulke repetitieve training leidt ertoe dat de leerling de handeling quasi perfect kan uitvoeren in een korte tijdspanne. Hoe dan ook, het doel van coaches en leraren is om met bepaalde instructies *leren* te faciliteren. Het leereffect stelt men pas vast *na* de instructies of oefening. Dit is belangrijk en mag niet verward worden met *prestaties* die kunnen gemeten en geobserveerd worden *tijdens het oefenen*. Belangrijk is dus dat een coach of leraar *korte-termijn prestatie* niet interpreteert als een indicatie voor *lange-termijn leren*. Het is bijgevolg mogelijk dat de voetballer die de penalty training gedurende 10 trappen oefende, de bal perfect in de linkerbovenhoek kan plaatsen maar dat hij tijdens een echte wedstrijd hier in

faalt. Het is zelfs zo dat condities die de meeste fouten veroorzaken tijdens oefening vaak tot het beste leereffect leiden. Onderzoekers noemen dit fenomeen "*the learning-performance distinction*". In dit opzicht introduceerde Bjork (1994) de term '*desirable difficulties*' en stelde hiermee dat het toevoegen van moeilijkheden wenselijk kan zijn, in die zin dat dit voordelig is voor lange-termijn retentie, ook al leidt dit tot slechtere prestaties tijdens het leerproces.

6. In de praktijk

Sinds het Shea en Morgan (1979) experiment is het contextueel interferentie-effect herhaaldelijk bewezen in eenvoudige, gecontroleerde experimenten met onder andere: multi-segment taken, reiktaken, volgtaken, bewegingspatroon taken, ... Met andere woorden: het contextueel interferentie-effect bleek een robuust fenomeen te zijn in de literatuur van het motorisch leren. Echter, omdat vele dagelijkse handelingen of sportvaardigheden meer complex zijn, beschreven Wulf en Shea (2002) de problematiek rond de generaliseerbaarheid van zulke trainingsinterventies naar het leren van meer complexe taken. Hoe dan ook, het

Repetitieve training: nog steeds de gouden standaard?

FaBeR – KU Leuven – oktober 2014

contextueel interferentie-effect bleek ook op te gaan voor meer toegepaste situaties, zoals voor het leren van sportvaardigheden. Zo onderzochten Goode en Magill (1986) het effect van contextuele interferentie bij het aanleren van drie soorten badmintonservices. Proefpersonen in deze studie waren studenten zonder enige ervaring. Tijdens de aanleerfase werden de drie soorten opslagvarianten ofwel volgens een geblokt (weinig contextuele interferentie), ofwel volgens een gerandomiseerd oefenschema (veel contextuele interferentie) ingeoeffend (3x/week gedurende 3 weken). De opslagen werden enkel langs de rechterkant van het opslagvlak aangeleerd. De onderzoekers toonden aan dat de prestatie na random oefenen beter was, zowel voor de geleerde opslagvarianten (retentie) als voor de transfer vanaf de linkerkant van het servicevlak. Ook Wrisberg en Liu (1991) vonden positieve effecten van gerandomiseerd oefenen bij het aanleren van badmintonservices. In deze studie werden de verschillende oefenschema's geïmplementeerd in de lessen lichamelijke opvoeding. Het contextueel interferentie-effect werd ook bij andere

disciplines vastgesteld, zoals bijvoorbeeld bij het aanleren van eskimoteren in kayak (Smith en Davies, 1995). Niettegenstaande zijn er ook studies waar geen verschillen tussen geblokt en random oefenen zijn gevonden.

Naast taakcomplexiteit zou ook vaardigheidsniveau of ervaring een invloed hebben op het contextueel interferentie-effect (Magill en Hall, 1990). In dit opzicht zouden ervaren sportbeoefenaars meer gebaat zijn met oefenschema's die meer uitdaging (veel contextuele interferentie) bieden. Beginners daarentegen zouden pas *na enige mate van ervaring* de voordelen van contextuele interferentie ondervinden. Echter, zoals in de studies juist beschreven, zijn er verschillende onderzoeken die wél positieve effecten van contextuele interferentie aantonen bij beginnende sporters.

Volgens Shea, Kohl en Indermill (1990) zou de effectiviteit van contextuele interferentie ook afhankelijk zijn van de hoeveelheid oefening die aangeboden wordt tijdens de aanleerfase. Zo stelden deze onderzoekers vast dat het effect van contextuele interferentie meer

Repetitieve training: nog steeds de gouden standaard?

FaBeR – KU Leuven – oktober 2014

uitgesproken is wanneer een grotere hoeveelheid trials aangeboden wordt. Met andere woorden: hoe meer oefening we aanbieden, hoe groter het voordeel van contextuele interferentie zal zijn.

7. Conclusie

Op basis van de literatuur kunnen we aannemen dat de toevoeging van contextuele interferentie extra uitdaging biedt voor de uitvoerder. Die extra uitdaging is *in zekere mate* (afhankelijk van taakcomplexiteit en vaardigheidsniveau) wenselijk en verhoogt het potentieel leereffect. De toevoeging van contextuele interferentie zal ertoe leiden dat de geleverde prestatie tijdens oefening zwakker zal zijn maar uiteindelijk tot een beter leereffect leidt (retentie en transfer), wat duidt op een duidelijk onderscheid tussen *prestatie tijdens de aanleerfase* en *lange-termijn leren*.

We kunnen stellen dat coaches en leraren de conventionele methode van repetitieve of geblokte oefening in vraag moeten stellen. Verder onderzoek moet verricht worden om de precieze grenzen van het contextuele interferentie-effect te bepalen.

8. Referenties

1. Battig WF. 1979. The flexibility of human memory. In *Levels of processing in human memory*, (ed. LS Cermak, FIM Craik), pp. 23-44. Erlbaum, Hillsdale, NJ.
2. Bjork RA. 1994. Memory and metamemory considerations in the training of human beings. In *Metacognition: Knowing about knowing*, (ed. J Metcalfe, A Shimamura), pp. 185-205. MIT Press, Cambridge, MA.
3. Goode S, Magill RA. 1986. Contextual interference effects in learning 3 badminton serves. *Research quarterly for exercise and sport* **57**: 308-314.
4. Lee TD, Magill RA. 1985. Can forgetting facilitate skill acquisition? In *Differing perspectives in motor learning, memory, and control*, (ed. D Goodman, RB Wilberg, IM Franks), pp. 3-22. Elsevier, Amsterdam.
5. Magill RA. 2011. *Motor learning and control: Concepts and applications*. McGraw-Hill, New York.
6. Magill RA, Hall KG. 1990. A review of the contextual interference effect in motor skill acquisition. *Human movement science* **9**: 241-289.
7. Shea CH, Kohl R, Indermill C. 1990. Contextual interference: Contributions of practice. *Acta psychologica* **73**: 145-157.

Repetitive training: nog steeds de gouden standaard?

FaBeR – KU Leuven – oktober 2014

8. Shea JB, Morgan R. 1979. Contextual interference effects on the acquisition, retention, and transfer of a motor skill. *J Exp Psychol Hum Learn Mem* **5**: 179-187.
9. Smith PJ, Davies M. 1995. Applying contextual interference to the pawlata roll. *Journal of sports sciences* **13**: 455-462.
10. 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.
11. Wulf G, Shea CH. 2002. Principles derived from the study of simple skills do not generalize to complex skill learning. *Psychonomic bulletin & review* **9**: 185-211.

How learning is like working on a construction site

SUSAN PINKER

Special to The Globe and Mail

Published Wednesday, Oct. 20 2010, 12:15 PM EDT

Last updated Thursday, Sep. 06 2012, 3:58 PM EDT

What is the best way to learn something new? Most of us think repetition is the ticket: drills and practice, and a blizzard of PowerPoint slides on a single subject. The more condensed the training, the more information will be burned into the brain. That's the accepted wisdom, as intoned by parents, piano teachers and hockey coaches.

It also infuses much of workplace training, as well as workplace architecture. One spot is usually set aside for training, often a dimly lit conference room with a pull-down screen. The idea is for trainees to stick to one topic and not budge until new material is mastered.

But can true learning - the ability to hold on to new ideas and apply them in a variety of contexts - really happen when instruction occurs at a single session, or at a conference once-a-year?

The answer is no. Just watch eager young people as they acquire new information or ramp up on new software; they shift frequently between subjects and tasks. This peripatetic approach may seem inefficient, but it more accurately reflects new evidence about how learning and memory really work.

Variety and contrast, not predictability, are what drive long-term retention, according to studies from the Bjork

Repetitive training: nog steeds de gouden standaard?

FaBeR – KU Leuven – oktober 2014

Learning and Memory Lab at UCLA. Trying to learn new material at one sitting, or by repetition, just doesn't work. New information should be spaced out, with other material and activities thrown in to create contrasts. That's how our brains handle new information in the real world.

It's also the way most young people learn, according to a 2008 study by Nate Kornell, a Williams College psychology professor, and Professor Robert Bjork. This year, they and their colleagues published a study that examined how older learners form new concepts. The researchers presented university students and older adults with examples of one painter's work, testing how best to foster understanding of the artist's style. Should they intersperse Rembrandt's paintings with other Dutch masters to distinguish his unique features from those of other artists? Or is it better to group multiple Rembrandts, to emphasize his style?

The researchers expected that the latter teaching method - known as blocking, or massing- would work best with older learners. They were surprised to find that both age groups learned best when several artists' works were intermixed. People need the challenge provided by varying examples, spaced out over time, to build a new concept that will persist in their memories.

Yet, as Prof. Bjork notes, blocking is the most common approach to training.

Presenting one topic at a time makes intuitive sense; the problem is that blocking facilitates short-term memory, but at the expense of long-term recall. "Everywhere in the world, people block [when teaching] They think, 'I'll just go over this until people capture it and then I'll start something else.'" But our results really suggest that all instruction should be varied," Prof. Bjork told me.

Though some of the best minds in cognitive science have spent their careers investigating how new memories are assigned to neural networks, the precise mechanisms have been hard to pin down. What we do know is that our memories are more like construction sites than they are like tape recorders: Work happens gradually, one layer at a time.

"The molecular processes underlying memory take time to complete, one step strengthening the next," Alcino Silva, a professor of neuroscience at UCLA (who was not involved in the study), told me. "Massing training results in weak molecular changes that can easily fade away, while spacing training triggers more robust molecular changes that then result in stronger and more stable memories."

So if your goal is to help people learn new skills or material, then you should space out training sessions and mix in contrasting material. That's how people will retain it, not only on the day they learn it, but when they need to know it.