

6 Leren van motorische vaardigheden

6.1	De leercirkel: al doende leren	186
6.2	De rol van sensoriek	188
6.3	De KP-KR-discussie	193
6.4	Gevoelloos leren: deafferentatie	195
6.5	Drie theorieën over 'motorisch leren'	197
	Referenties	209

Samenvatting

Een stiefkindje binnen de psychologie; waarom is onduidelijk. Het beheersen van motorische vaardigheden is in ieders leven van belang: zingen, voetballen, aardappels schillen en breien. Iedere handeling heeft zijn eigen sensorische structuur: voor zingen is het gehoor van belang, voor fietsen in het verkeer het zien. De kinesthesie speelt bij alle motorische activiteiten een hoofdrol die niet gemakkelijk gemist kan worden. We leren iets doordat we feedback krijgen over het resultaat van onze bewegingspoging. Een therapeut of coach kan hieraan nog informatie toevoegen: *knowledge of performance* (KP) is informatie over de bewegingsuitvoering (voetafwikkeling, symmetrie van lopen enzovoort), *knowledge of results* (KR) is informatie over het bereikte einddoel (gelukt/niet gelukt, gehaalde punten enzovoort). Drie theorieën over motorisch leren hebben ieder hun eigen accent, maar vullen elkaar goed aan: de engramtheorie (de beweging moet in het hoofd komen zitten), de schematheorie (er vormen zich regels, de motorische grammatica) en de ecologische theorie (inspelen op de omgeving).

Een moderne, verantwoorde aanpak binnen de motorische revalidatie is mede gebaseerd op principes uit deze theorieën.

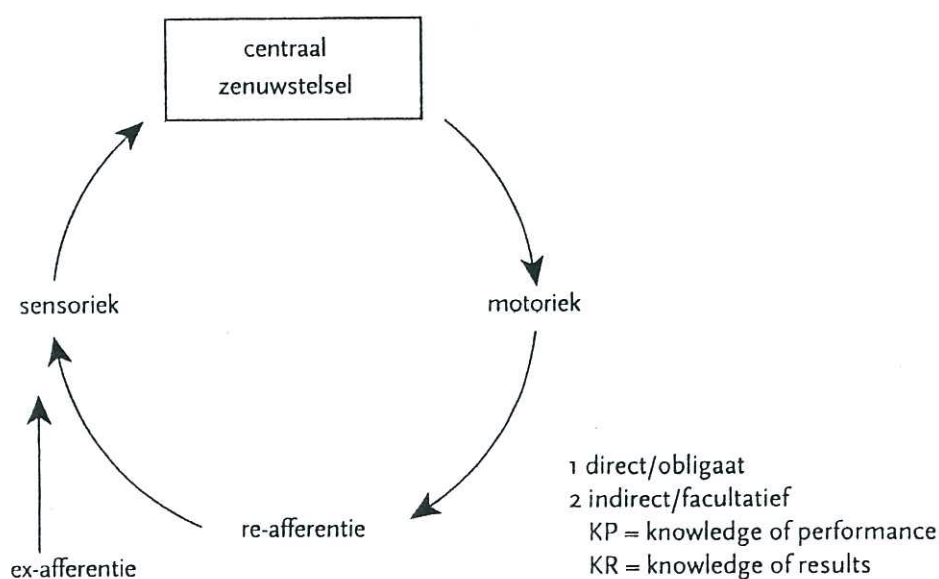
6.1 De leercirkel: al doende leren

Sensoriek en motoriek zijn onlosmakelijk verbonden. Een knoopje dichtmaken met een gevoelloze hand (handschoen!) is lastig, slecht zien bemoeilijkt het lopen over een bergpad. In deel 1 (hoofdstuk 9) werd uitgebreid aandacht besteed aan dit thema. Omdat de samenhang en wisselwerking tussen motoriek en sensoriek, de sensomotorische cirkel, een basis is voor iedere theorie over het leren van motorische vaardigheden, resumeren we hier de essentie.

In de praktijk wordt het begrip 'sensomotoriek' vaak ten onrechte opgevat als 'stimuli die reacties uitlokken'. Figuur 6.1 laat zien dat het hier gaat om een gesloten cirkel: stimuli kunnen reacties uitlokken, acties kunnen weer stimuli geven. Het geheel van sensorische prikkels die door onze eigen actie worden veroorzaakt, noemt men *reafferentie*. Dit in tegenstelling tot *exafferentie*: de sensorische prikkels die hun oorzaak ergens in de omgeving hebben. Naar analogie van 'actie' en 'reactie', hadden we dus ook de termen 'stimulus' en 'restimulus' kunnen gebruiken.

Het onderscheid tussen re- en exafferentie is belangrijk in verband met het leereffect. Iemand die *naast* de bestuurder in een auto zit, ziet, hoort en voelt hetzelfde als de bestuurder. Toch leert de passagier hierdoor nauwelijks autorijden: er wordt geen actieve relatie gelegd tussen de eigen actie en de gevolgen ervan. Voor de bestuurder zijn de waarnemingen voor een groot deel refferent, voor de passagier voornamelijk exafferent (zie ook de klassieke experimenten van Richard Held met de poesjes: het actief bewegende poesje wordt veel 'handiger' dan het louter passief gestimuleerde poesje; zie deel 1, figuur 9.2).

In hoofdstuk 2 zagen we reeds dat ook in de neurowetenschappen tegenwoordig gesproken wordt van 'sensomotoriek' en 'sensomotorische schors': een geïsoleerde activatie van



Figuur 6.1 De sensomotorische cirkel. Sensoriek kan motoriek veroorzaken: motoriek als reactie op een stimulus (stimulus-responsmodel, respectievelijk reflexen). Motoriek veroorzaakt ook weer sensoriek: re-afferentie. De sensomotorische cirkel is een belangrijke basis voor het 'al doende leren'.

alleen motorische schors, zonder activatie van sensorische hersengebieden, komt eigenlijk alleen in kunstmatige, geïsoleerde situaties voor (bijvoorbeeld laboratoriumexperimenten). Het is dan ook niet verwonderlijk dat gebleken is dat sensorische informatie zeer direct ook motorische schorsgebieden bereikt en dat motorische afdalende banen deels ontspringen in sensorische schorsgebieden. De sterke scheiding die vroeger op diverse fronten werd aangebracht tussen motoriek en sensoriek, behoort hiermee tot het verleden.

We geven drie voorbeelden van sensomotoriek.

- 1 Akoestisch: het zingen van een lied. Bij het zingen van een lied hoort men zichzelf; hierdoor kan men een controle ontwikkelen over ritme, luidheid en toonhoogte. Een congenitaal dove kan niet leren zingen en niet leren spreken. Is de doofheid later of geleidelijk ontstaan, dan kan het zijn dat de vaardigheid al eerder verworven is; dat wil zeggen dat er geheugensporen in het brein aanwezig zijn, die gebruikt kunnen worden. Uiteindelijk zal echter een zanger die geleidelijk doof wordt, zijn rol in het koor niet meer kunnen handhaven.
- NB Men kan zich echter soms verbazen over mensen die ondanks slechthorendheid of zelfs complete doofheid toch in staat blijken duidelijk te spreken of zuiver viool te spelen; hebben zij geleidelijk geleerd geluid waar te nemen via tastzin of proprioceptie (trilling van botten?).
- 2 Visueel: zaalvoetbal. Bij het spelen van zaalvoetbal is het zien van de bal, de andere spelers en de doelen van cruciaal belang. Zaalvoetbal is niet geschikt voor blinden.
- 3 Kinesthesie en evenwicht: skiën. Bij skiën wordt een sterk beroep gedaan op deze zintuigen, bijvoorbeeld het steeds maar waarnemen van de 'verticaal' ondanks de wisselende hellingen.

Patiënten die door hersenbeschadiging bepaalde sensorische stoornissen hebben, zullen daar dus nadeel van hebben bij bepaalde handelingen. Dan is van belang:

- om welke handeling het gaat;
- hoe bedreven de patiënt was in die handeling.

Zo is het denkbaar dat een patiënt met een anesthesie van de rechterhand die echter zeer bedreven was in het schillen van aardappelen, deze vaardigheid toch kan verrichten ondanks de gevoelloze hand. Voor een patiënt die nog nooit aardappelen had geschild, zou het leren daarvan een onoverkomelijke moeilijkheid kunnen betekenen.

Voor een CVA-patiënt met een hemianopsie zal het kunnen reizen per openbaar vervoer in sterke mate afhangen van de pre-existente ervaring. Wanneer de stations, loketten, trappen, mededelingenborden enzovoort al in je hoofd zitten, weet je waar je moet kijken!

Een ander, nauw met sensomotoriek verbonden aspect is de *psychomotoriek*. Met (de nogal vage term) 'psychomotoriek' wordt hier bedoeld, dat menselijk handelen voor een groot deel door mentale, psychische factoren gestuurd wordt. Er is een 'wil', 'motivatie' tot handelen (zie ook hoofdstuk 2). Het al of niet aanwezig zijn van een handelingsmotivatie bepaalt of iemand tot actie overgaat; en dit bepaalt weer of refferente informatie ont-

vangen wordt. Iemand die niets doet, geen initiatief tot handelen heeft, zal ook geen ervaring opdoen en zal niets leren. Zoals al vaker gezegd: motivatie hangt af van arousal, emotie en cognitie: wakker zijn, willen en snappen. Terugkerend naar de genoemde drie voorbeelden:

- het zingen van een lied: daar moet de patiënt wel lol in hebben (emotie); eventueel is 'noten kunnen lezen' belangrijk (cognitie);
- zaalvoetbal: dat wordt niks als je te suf bent; een zekere alertheid is nodig (arousal). En je moet natuurlijk ook wel 'iets hebben' met voetbal (emotie) en de spelregels kennen (cognitie);
- skiën: de 'kick' om zo'n berg af te gaan, de angst om te vallen, het genieten van de beweging, de eventuele toeristenhaat enzovoort zijn uiteraard belangrijke emotionele factoren.

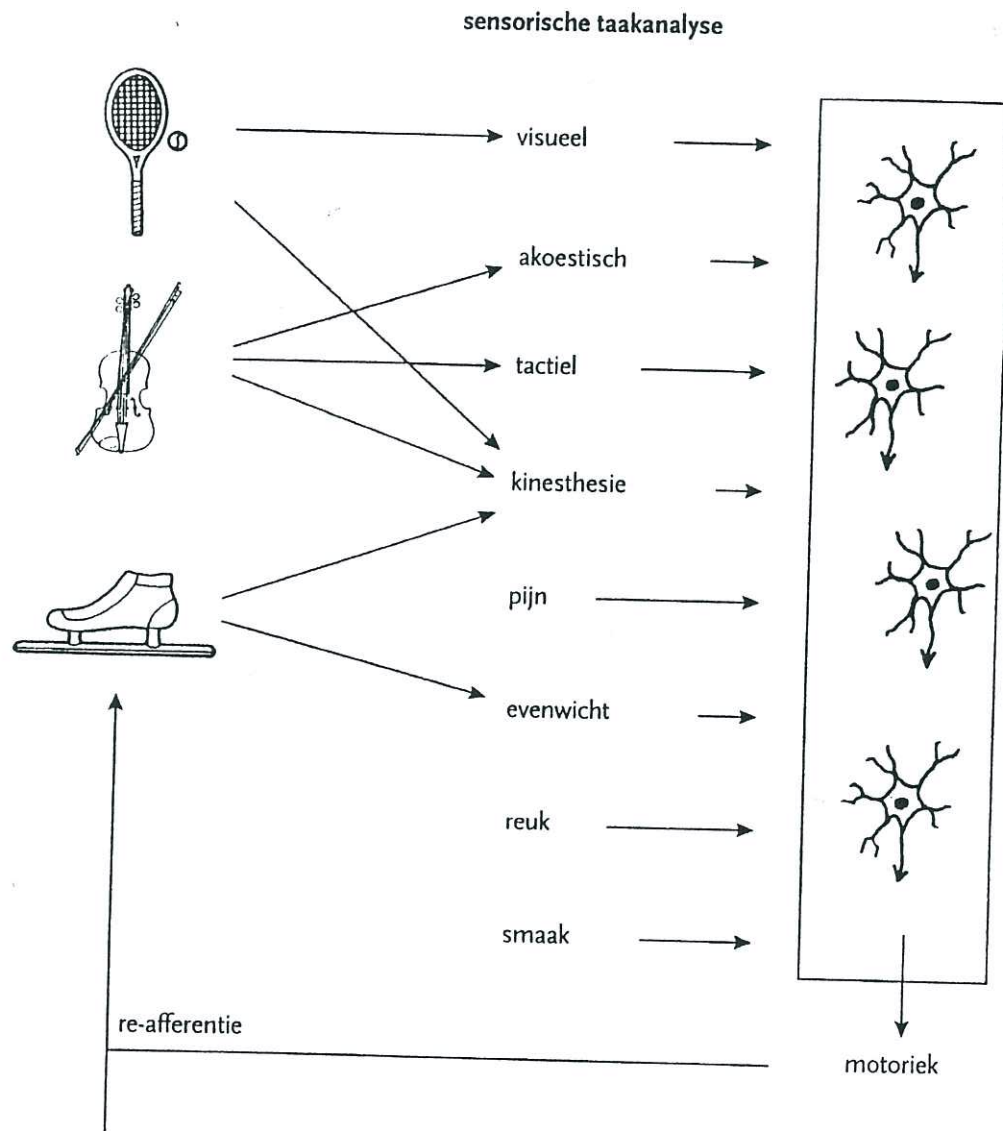
Een ander aspect van psychomotoriek is het 'mentale oefenen'. Dit kwam reeds in hoofdstuk 2 aan de orde en wordt in hoofdstuk 9 verder uitgewerkt.

6.2 De rol van sensoriek

Het belang van de sensoriek voor de motoriek is dus enorm: het leren van een motorische vaardigheid is nauwelijks denkbaar zonder sensoriek. Gelukkig hebben we meer zintuigen dan één! Horen, zien, voelen, smaak en reuk werken samen om ons een betrouwbaar beeld te geven van de omgeving en van wat wij daarin door onze acties aanrichten. Per handeling kan de rol van de zintuigen echter aanzienlijk verschillen. Dit is weergegeven in figuur 6.2. In deel 1 bespraken we deze figuur aan de hand van drie voorbeelden: vioolspelen, tennissen en schaatsen.

Nu nemen we drie voorbeelden die binnen de revalidatie van belang kunnen zijn: een boterham smeren, telefoneren, een slok koffie nemen uit een plastic bekertje.

- 1 *Boterham smeren*: bij deze handeling is het 'zien' tamelijk dominant. Daarnaast speelt, bijvoorbeeld bij het 'sturen' van de snij- en smeerbeweging met het mes, de kinesthesie een belangrijke rol. Gevoelstoornissen bemoeilijken deze handeling, maar kunnen (in zeer wisselende mate!) gecompenseerd worden via het zien. Geluid speelt nauwelijks een rol.
- 2 *Telefoneren*: de bediening van de toetsen is normaliter sterk visueel, maar kan met enige handigheid en aanpassing tactiel gecompenseerd worden. Daarna, tijdens het gesprek, is natuurlijk het gehoor essentieel. Het 'zien' van het metertje dat de kosten aangeeft, kan gemist worden.
- 3 *Bekertje koffie*: wanneer men dit plastic bekertje reeds in de hand heeft, kan men, theoretisch zuiver op gevoel, dit bekertje naar de mond brengen en een slok nemen. Een blinde zal dit zeker kunnen. Wanneer tastzin en/of kinesthesie gestoord zijn, is een grote visuele alertheid noodzakelijk om te verhinderen dat het bekertje scheef gehouden wordt, of naast de mond terechtkomt; de krachtdosering zal aanzienlijk bemoeilijkt zijn: aan de ene kant kan het bekertje tussen de vingers uit glijden (wordt niet gemerkt), aan de andere kant kan het bekertje door een te krachtige greep worden



Figuur 6.2 Sensorische taakanalyse. Bij iedere actie spelen specifieke sensorische informatiebronnen een rol. Tennissen: visuele informatie. Vioolspelen: akoestische en tactiele informatie. Schaatsen: vestibulaire informatie. Kinesthesie is bij vrijwel iedere motorische vaardigheid noodzakelijk. Zie tekst voor verdere uitleg.

ingedrukt. Het klakkende geluid van de indeuking geeft enige feedback, maar meestal is het dan al te laat.

Kortom: iedere handeling heeft haar sensorische structuur. Vandaar: *sensorische taakanalyse*. Soms is een compensatie via andere zintuigen mogelijk. Dit kan op verschillende manieren.

- 1 Spontaan en automatisch: een patiënt met minder gevoel in zijn benen zal automatisch naar zijn voetstappen kijken (Luria 1963).
- 2 Compensaties kunnen expliciet geoefend worden, bijvoorbeeld kijken naar de gevoelloze rechterhand, blindenstok enzovoort (cross-modale/intersensorische plasticiteit, zie hoofdstuk 3).

- 3 Soms zijn compensaties niet mogelijk en moet men afzien van de handeling (bijvoorbeeld autorijden voor blinden, pianospelen voor doven) of de handeling aanpassen (bijvoorbeeld skiën voor blinden).

Samenvattend: het schema van figuur 6.2 kan gebruikt worden om:

- een *sensorische taakanalyse* van een handeling te maken (aardappel schillen, rolstoel rijden, breien);
- de gevolgen van *uitval* van een sensorisch kanaal te onderzoeken (anesthesie, anopsie, doofheid enzovoort);
- bij sensorische stoornissen na te gaan welke *compensaties* in aanmerking komen;
- gericht een bepaald sensorisch kanaal te *benadrukken* (door versterking van de prikkel, bijvoorbeeld gehoorapparaat, fluorescerende tennisbal; of door de aandacht gericht daarop te vestigen);
- met opzet een sensorisch kanaal *af te sluiten* om de patiënt te dwingen andere sensorische kanalen te gebruiken en daarmee beter te ontwikkelen (bijvoorbeeld geblinddoekte traplooptraining);
- het leerproces te ondersteunen met extra, kunstmatige feedback, bijvoorbeeld piepsignaaltes, spiegels, video enzovoort.

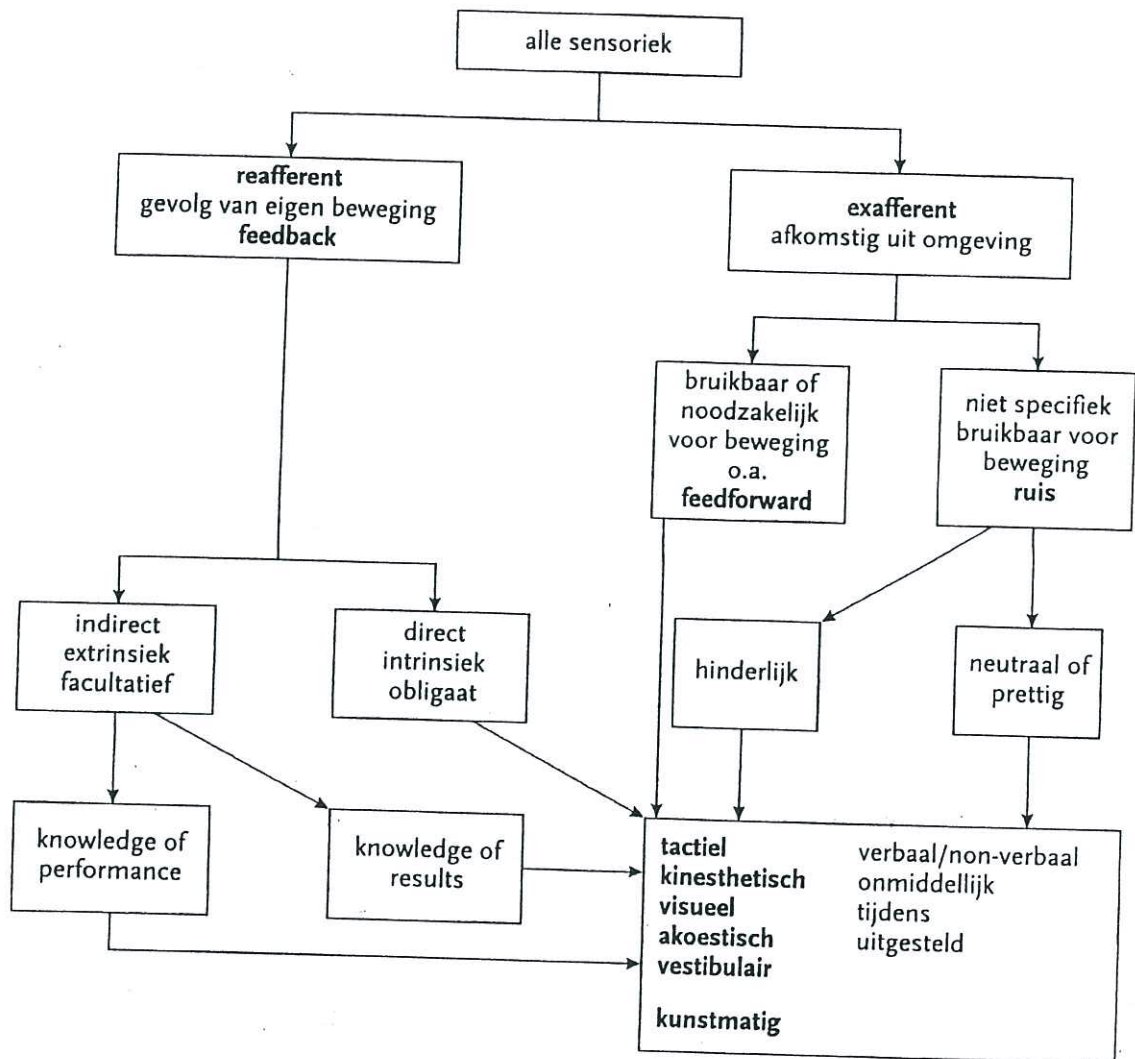
Figuur 6.3 geeft een zogeheten *taxonomie van de sensoriek*, gebaseerd op de indeling refferent (A)-exafferent (B). Het schema moet duidelijk maken dat termen als 'stimuleren' en 'feedback geven' tamelijk vage kreten zijn, wanneer niet precies wordt aangegeven wat wordt bedoeld. Onder 'feedback' kunnen we bijvoorbeeld verstaan 'EMG-feedback over spieractivatie', maar ook 'de patiënt op blote voeten laten lopen' (versterking tactiele refferentie van de voetzolen). Met 'stimulatie' kunnen we bedoelen: een stimulerende, gezellige omgeving (vrolijke muziek, aardig personeel), maar ook TENS (transcutane elektrostimulatie) ter pijnbestrijding. Het zal duidelijk zijn dat er een enorm scala van mogelijkheden bestaat om via de sensoriek het functioneren van de patiënt gericht te beïnvloeden. We geven van ieder blok een korte omschrijving en enkele voorbeelden.

A Reafferentie

Het geheel van sensorische informatie die het gevolg is van het eigen bewegen (feedback). Dit kan zeer direct zijn, zoals het horen van de eigen stem, of meer indirect, bijvoorbeeld een coach die op fouten wijst, applaus van de tennistribune.

A.1 Directe refferentie

De feedbackinformatie die niet weg te denken is, vandaar: *obligaat*. Iedere beweging veroorzaakt kinesthetische informatie die naar de hersenen gevoerd wordt. De patiënt zelf veroorzaakt zijn eigen feedback. Meestal zijn we ons hiervan nauwelijks bewust, maar op het moment dat we daarop gewezen worden of dat we dat willen, kan kinesthetische informatie bewust worden. Bijvoorbeeld de schaatscoach die zegt: 'Let op het volledig uitstrekken van het been' of de therapeut die zegt 'Let op het buigen van uw knie' maken ons daarmee bewust van deze refferente informatie. Het horen van de eigen stem (akoës-



Figuur 6.3 Taxonomie van sensoriek. Basis van deze taxonomie is de indeling in reafferent (gevolg van eigen beweging) en exafferent (afkomstig uit de omgeving). Zie tekst voor verdere uitleg.

tisch), het voelen van iedere voetstap (druk op voetzool: tactiel) zijn andere voorbeelden van obligate feedback. De obligate feedback kan geaccentueerd worden, bijvoorbeeld op blote voeten lopen (meer tactiele voetzool-reafferentie, meer contact met de bodem) (NB: de schaatser zit met blote voeten in zijn schaatsschoen: meer contact met het ijs?).

A.2 Indirecte refferentie

Dit is feedbackinformatie die extra gegeven kan worden, maar dat is niet per se noodzakelijk, vandaar: *facultatief*. Bij deze vorm van feedback is de patiënt zelf niet bepalend voor de informatie die hij ontvangt, maar iets in de omgevingsstructuur. Hierbij kunnen personen een rol spelen: coach, trainer, leraar, therapeut, of voorwerpen/apparaten: spiegel, stopwatch, video, cassetteband enzovoort.