

Hvordan foregår motorisk læring?

AF LARS OLESEN. CAND. SCIENT. I IDRÆT OG SUNDHED OG SAMFUNDSFAG. VEJLE IDRÆTSHØJSKOLE. E-MAIL: LOLESEN@GMAIL.COM

Indledning

Motorisk kontrol og motorisk læring hænger uadskilleligt sammen, men analytisk kan de behandles som to adskilte områder. Det er nødvendigt at vide, hvad der læres (et spørgsmål om motorisk kontrol), inden det er muligt at besvare hvordan det læres (Whiting et al., 1992). Men for at få en bedre forståelse af motorisk kontrol, er det en fordel at få indsigt i, hvordan færdigheder læres gennem øvelse og træning (Singer, 1990).

Motorisk kontrol er spørgsmålet om, hvilke principper der styrer de komplicerede bevægelser? Hvordan håndterer kroppen et system, der bl.a. består af hjernen, musklerne og ledene, og laver en koordineret bevægelse? Hvordan tager systemet højde for omgivelsernes omskiftelige karakter? Alt dette behandlede jeg i en tidligere artikel (Olesen, 2007). Udgangspunktet for denne artikel er motorisk læring. Motorisk læring er spørgsmålet om, hvordan den motoriske kontrol optimeres til at klare de udfordringer, kroppen stilles overfor. Kroppen møder nye og uvante situationer som kræver nye og uvante løsninger. Men kroppen er stødt ind i en masse situationer før og har derfor også behov for at skabe faste(re), effektive rutiner til at håndtere velkendte situationer og krav.

Jeg opfatter læring som en avanceret form for stimulus-respons-sammenhæng. Når kroppen sættes i en situation, den ikke umiddelbart har noget respons på, forsøger den at løse udfordringen. Udsættes organismen tilstrækkelig mange gange for lignende situationer udvikles mere eller mindre hensigtsmæssige respons-handlinger over tid. Læring af motoriske færdigheder er en proces over tid.

Hvordan var det nu det var med motorisk kontrol af hurtige bevægelser?

Her er en kort sammenfatning af den forståelse, der blev præsenteret i artiklen om motorisk kontrol (Olesen, 2007). Motorisk kontrol styres af præprogrammerede kommandoer, som er repræsenteret centralt. Der er et todelt kontrolsystem;

- et hukommelsesspor som indeholder tidligere erfaringer med bevægelsen, og som sætter udførelsen af færdigheden i gang
- et andet system der sammenligner den aktuelle bevægelse med den forventede bevægelse

En færdighed er repræsenteret i hjernen med en skitse for, hvordan bevægelsen ser ud: en topologisk repræsentation. Den topologiske repræsentation er suppleret af en kinæstetisk repræsentation, der gemmer fornemmelsen af bevægelsen. Disse repræsentationer betegner jeg som skemaer. Der tages i skemaet højde for erfaringer, omgivelser og tidligere oplevelser. Derfor kan nye fremkaldelser af skemaet for bevægelsen være anderledes end de tidligere fremkaldelser. Der tages i skemaerne højde for, at bevægelser er forskellige fra gang til gang, men at de også ligner hinanden. Skemaerne må altså tage højde for erfaringer og tidligere oplevelser, men samtidig være så åbne, at de kan opfylde målene på trods af omgivelsernes skiftende karakter. Fremkaldelsen af et skema bliver altså konfigureret lidt anderledes hver gang, det fremdrages.

Denne opfattelse af motorisk kontrol har den fordel, at den kan beskrive den fleksible måde vi bruger kroppen på, og den kan samtidig favne opfattelsen af, at koordination er en midlertidig samling af muskelkomplekser, som skal løse et bestemt bevægelsesproblem på et givent tidspunkt (Whiting et al., 1992), og samtidig skaber den plads til, at der kan ske læring i systemet.

Forståelsen tager højde for eksterne kræfter og kan være med til at forklare, hvorfor en udøver pludselig kan have vanskeligt ved at klare en færdighed, som vedkommende tidligere har mestret. Desuden kan teorien give en plausibel forklaring på, hvordan mental træning kan virke i forbindelse med motoriske færdigheder. Et grundelement i mental træning er jo netop, at man ikke kan forbedre ens præstation uden at have nogen forkundskaber, men man teoretisk sagtens kan tænke sig at man kan styrke det allerede eksisterende

topologiske og kinæstetiske skema ved mental træning (Agerskov, 1994). Forståelsen kan også forklare, hvordan en spiller pludselig i en presset situation kan præstere en løsning på et motorisk problem, som egentlig ikke burde kunne lade sig gøre.

Det motoriske skema er en aktiv organisation, der fastholder det stabile og gentagne fra situation til situation og samtidig er åben for variable faktorer. Disse egenskaber findes i det motoriske hierarki (Gallistel, 1980):

1. Den motoriske enhed.
2. En muskel
(fx mm. quadriceps femoris), der udgør koordinationen af de motoriske enheder.
3. Muskelgruppe
(fx en fleksorgruppe ved knæledet).
4. Organniveau (fx koordinationen af et ben).
5. Organsystem
(fx begge ben under gang og løb).
6. Kroppen som helhed.

Det motoriske hierarki er nervesystemets anticipation af, hvad der kræves for at udføre en færdighed - og denne anticipation virker helt ned på muskelgruppeniveau. Derved bliver hierarkiet et udtryk for nervesystemets erfaringer. De parametre, hierarkiet fungerer under, udtrykker skemaets åbenhed. I det motoriske hierarki tillades de underliggende niveauer kun at være aktive inden for visse rammer og grænser for, hvordan det er mest hensigtsmæssigt at reagere i den pågældende situation. Det kaldes selektiv potentiering og udtrykker, hvad nervesystemet forventer kan ske - og derved forbereder sig på (læs mere i Agerskov, 1994; Olesen, 2007). Kun på niveau 6 er vi bevidste om, hvad der sker. Det er niveauet for taktik og refleksion, som vi ofte godt kan forklare. Vi kalder kroppens viden tavs, fordi den i selve bevægelserne organiserer sig selv gennem det motoriske hierarki og ikke er bevidst.

Motorisk læring

Hvor motorisk kontrol er et spørgsmål om organiseringen af bevægeapparatet her-og-nu,

” Individet styrker efter al sandsynlighed master kopien af bevægelsen i langtidshukommelsen, men bliver også bedre til at lave en aktiv kopi af det motoriske skema, som passer bedst muligt til de skiftende kræfter i omgivelserne. Det er derfor ikke ligegyldigt, hvordan eleven bruger tid med indholdet...

”



så er motorisk læring et spørgsmål om, hvordan sådan en organisering overhovedet bliver mulig og optimeres. Denne artikel giver et bud på, hvordan det motoriske kontrolsystem optimeres under læringsprocessen af hurtige processer.

Jeg tror ikke, at der hersker tvivl om at nogle mennesker har en bedre kropsbeherskelse end andre, og derfor sikkert lettere vil kunne lære forskelligartede færdigheder. Forskelle i kropsbeherskelse kan skyldes enten forskelle i erfaring eller i evner, men man er ikke nødvendigvis dygtig til et boldspil med hænderne, selvom man er dygtig til fodbold. At beherske kroppen er at være dygtig til at lave nye koordinationsmønstre og tilknytte de rette kontrolparametre til koordinationsmønstrene.

Efter min mening er det ikke sandsynligt, at alle motoriske programmer er til stede fra fødslen. Det er sandsynligt at alle mennesker uden fysi(ologi)ske skavanker har potentialet til at udføre langt de fleste færdigheder, men dette potentiale kan efter min mening bedst forklares ud fra et dynamisk perspektiv. Når jeg skriver de fleste færdigheder, er det fordi nogle færdigheder efter al sandsynlighed kræver nogle særlige evner. Fx kan springeren lettere lave en dobbelt strakt salto, hvis han ikke er alt for høj (antropometriske karakteristika) og han har hurtige muskelfibre i afsætsmuskulaturen (evner).

Læring har fundet sted, hvis man efter træning kan noget, man ikke kunne før. Når individet bliver dygtigere til en færdighed, er der sket læring. Læring kan foregå, når individet øver sig. Individet behøver ikke nødvendigvis øve sig med det formål at blive bedre, men hvis man gentager en eller anden færdighed, så vil man sikkert på en eller anden måde blive bedre til at udføre færdigheden. Motorisk læring er transformationsprocesser, der relativt permanent ændrer individets præstationspotentiale. Læring er altså ikke en uafhængig størrelse, der kan tilegnes eller overføres, men en stadig skabelse og genskabelse af færdigheden; en intern proces i udøveren som et resultat af gentagelser, øvelse og træning

FOTO: SPORTSFOTO.APS

(Christina, 1997; Schmidt og Wrisberg, 2000; Magill, 2001). Læring kan altså ikke direkte observeres, men må udledes ud fra individets præstationer.

Fremgang, gentagelser og træning

Jeg antager, at undervisningens formål ved øvelse af motoriske færdigheder er at opnå et højt færdighedsniveau; udøveren skal mestre færdigheden. Jeg bruger det lidt upræcise mestre, da denne betegnelse både kan bruges til de æstetisk og funktionalistisk optimerede bevægelser. Derved undgår jeg at dømme om det teknisk korrekte, da det teknisk korrekte kan være forskelligt fra person til person, idet man nødvendigvis også må inddrage udøverens antropometriske karakteristika, færdighedsniveau og evner. Der vil fx være forskel på, hvordan en lille og en høj håndboldspiller vil have mest succes med et skud i en kampsituation, og alle vil ikke få noget ud af at svinge nøjagtigt som Tiger Woods, da hans sving netop passer til den måde han er skruet (godt) sammen på. Læring er en dannelsesproces, der forudsætter gentagelser. Evidensen for at træning forbedrer den enkeltes præstation er relativt robust (Silverman et al., 1999; Silverman, 1994). Når en elev bruger tid på at lære et særligt indhold, lærer eleven mere, fordi det motoriske skema manifesteres. Først efter omkring 10.000 gentagelser har udøveren en nogenlunde motorisk repræsentation, som dog stadig kan forbedres yderligere (Charman, 1998, side 93). Tabel 1 viser hvor mange gentagelser, der er nødvendige i forskellige sportsgrene, før man kan siges at mestre en færdighed:

Tabel 1: Hvor mange gentagelser er nødvendige for at mestre specifikke færdigheder
(Charman, 1998, side 93)

Sportsudøver	Gentagelser
Professionel quarterback	800.000-1.000.000
Baseball pitcher	1.600.000
Basketball i nettet fra alle vinkler	1.000.000

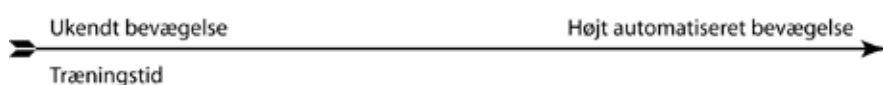
Selvom tallene i tabel 1 indeholder en række metodiske problemer og sikkert i nogen grad er spekulative, så er tallene nok relativt pålidelige i estimatet af, hvor mange gentagelser der kræves, før udøveren har gennemgået en udvikling fra fravær af effektiv motorisk adfærd til effektiv motorisk adfærd.

Stadier for færdighedstilegnelse

I det følgende ridser jeg kort op, hvilke koordinations- og kontrolmæssige aspekter den enkelte lærer under motorisk træning. Lærings-

processen kan beskrives som et kontinuum, hvor udøveren i den ene ende stifter bekendtskab med en ukendt bevægelse til den anden ende af skalaen, hvor bevægelsen er højt automatiseret (skitseret i figur 1). Det handler om at tilegne sig den topologiske skabelon og forbedre den kinæstetiske repræsentation. Jeg ser i det følgende bort fra den emotionelle repræsentation af en bevægelse; det at man sikkert også kommer til at forbinde en bestemt følelse med en bevægelse alt efter, hvordan det tidligere er gået med at udføre bevægelsen.

Figur 1: Illustration af et læringskontinuum



For at analysere læringen tager jeg udgangspunkt i Gentiles stadiummodel for færdighedstilegnelse (beskrevet hos Magill 2001), som er velegnet til at beskrive, hvad målet er for udøveren på de forskellige tilegnelsesstadier. Gentile foreslår, at individet under motorisk læring gennemgår to stadier. Til at beskrive udøverens adfærd gennem læringsprocessen inddrager jeg Paul Fitts' og Michael Posners teori (beskrevet hos Magill 2001). Det er nyttigt for underviseren at kunne afkode, hvor langt udøveren er i sin læringsproces. Endelig beskriver jeg udøverens metoder til at opnå et højere færdighedsniveau med Bernstein (1984a,b).

Første stadium: Få en ide om bevægelsen Udøverens mål. På det første stadium er den lærendes mål ifølge Gentile at få en ide om bevægelsen (eng: getting the idea of the movement). Det er altså et spørgsmål om at finde ud af, hvad målet med færdigheden er og tilegne sig en hensigtsmæssig koordination af bevægelsesmønstret. Først skal den lærende tilegne sig det rette topologiske skema (se også Whiting et al., 1992).

Det er nødvendigt at etablere en 'reference of correctness' (da: reference for korrekthed) for

færdigheden hos udøveren, hvis vedkommende skal lære noget. Udøveren skal vide, hvad opgaven går ud på (Hodges og Franks, 2004; Feigenberg, 1998; Whiting et al., 1992), eller udøveren skal have information om, hvornår målet for en given opgave er opnået (Schmidt og Wrisberg, 2000) for at kunne formulere en motorisk opgave. Referencen kan etableres ved at instruere i opgaven eller demonstrere den. Der er evidens for, at visuel information er lettere at tilegne sig end verbal information, hvilket har fået flere forskere til at konkludere, at demonstrationer er verbale in-

struktioner overlegen, når underviseren ønsker at skabe en 'reference of correctness' hos eleven. Verbale stikord (eng: cueing) kan dog være med til at forbedre genkaldelsen af de motoriske færdigheder. Disse undersøgelser er dog hovedsageligt lavet på at huske dansesekvenser, men det er sandsynligt, at en kobling mellem et verbalt udsagn og den hurtige, komplicerede bevægelse gør, at udøveren hurtigt kan tilrette sin bevægelse ud fra det verbale stikord (Hodges og Franks, 2004).

Samtidig er det tvivlsomt om man kan lære noget som helst uden en viden om, hvordan ens forsøg gik (Schmidt og Wrisberg, 2000; Magill, 2001). Tilbagemeldingen om resultatet af ens anstrengelser kan ligge implicit i opgaven eller være en tilbage melding fra læreren. Demonstrationer alene er kun effektive ved relativt simple færdigheder. Når færdighederne bliver mere komplekse, har udøveren brug for supplerende fejlinformation, hvis vedkommende skal lære færdigheden gennem egen fejlhåndtering (Hodges og Franks, 2004).

Et eksempel kan være basketballspilleren, som får demonstreret, hvordan han skal skyde. Selve skuddet er en kompleks bevægelse, og han kan få supplerende fejlinformation på to måder.

Han kan se, om bolden går i, eller den ikke går i. Ud fra den information vil han næste gang kunne justere sit skud, indtil han rammer hver gang. En underviser kan også give ham supplerende information under demonstrationen, fx ved at give verbale stikord. Når han udfører skuddet, kan underviseren komme med yderligere informationer om udførelsen af opgaven. Disse efterfølgende instruktioner kalder vi feedback. Denne 'reference of cor-

rectness' kan udøveren bruge som 'image of the act' - et topologisk skema - de første gange vedkommende prøver en færdighed. Hvis vi anerkender at den topologiske repræsentation af en handling er et billede (og ikke informationer om muskelinnervation) af bevægelsen og en fornemmelse for, hvordan bevægelsen bør være, så er denne forklaring på hvordan en den motoriske repræsentation af en ny bevægelse skabes.

På det første stadium skal den lærende også blive i stand til at skelne mellem de regulerende og ikke-regulerende egenskaber ved omgivelserne. Det er det, Bernstein kalder eksterne kræfter, som netop gør, at udførelsen af en færdighed ikke er ens fra gang til gang. Ligesom feedforward er nødvendig, hvis vi skal kunne anticipere, så er feedback nødvendig, hvis der skal ske læring i et system. Spørgsmålet er i hvor høj grad man har mulighed for at påvirke eller opbygge et motorisk hierarki? Ifølge Gallistel er det nederste niveau, hvor der kan foregå korrektioner på muskelgruppeniveau (niveau 3). Vi kan opdrage hierarkiet, så det kan fungere autonomt på muskelgruppeniveau i en indlært færdighed ud fra nogle definerede parametre. Læringen i hierarkiet foregår på niveau 1 primært ved, at den selektive potentiering af muskelfiberbundter bliver bedre (Agerskov, 1994).

Hvis vi tager et eksempel med håndbold, og en spiller der skal lære at lave et hopskud, så vil spilleren etablere et mønster, der indeholder nogle oplysninger om, hvilket ben der bruges til afsæt og hvilken hånd der skal kastes med. Disse ting skal så koordineres mhp. at skabe den mest effektive centralbevægelse, og derved sørge for at hånden i skudøjeblikket har maksimal fart. Bernsteins påstand er, at spilleren skal have etableret et topologisk billede af færdigheden. Regulerende betingelser for hopskuddet kan eksempelvis være afstanden til afsættet, boldens størrelse og målmandens bevægelse. Ikke regulerende betingelser kan fx være farven på bolden eller hallens størrelse.

Udøverens adfærd. Fitts og Posner opererer med tre stadier. Fitts og Posner karakteriserer det første stadium som det kognitive stadium. Begynderen bruger mange kræfter på at søge svar på spørgsmål om, hvor langt armen skal flyttes, og om fødderne står korrekt ift. hvor armen er nu. Begynderen laver mange fejl, og præstationerne er inkonsistente. Begynderen ved ofte, hvad vedkommende gør forkert, men ved ikke hvad de skal forbedre for at blive bedre. For at opnå målet med dette første stadium prøver den lærende sig frem. Den lærende op-

lever, hvad der virker, og hvad der ikke virker særlig godt - og fortsætter så træningen med den løsning, der virkede bedst. Når den lærende har nået slutningen af dette stadium, har den lærende opnået en bevægelseskoordination, der gør vedkommende i stand til at opnå målet. Dog ikke altid lige konsistent og efficient. Den lærende har imidlertid etableret en læringsramme.

Udøverens strategi. Bernstein opererer også med tre stadier i hans beskrivelse af, hvilke metoder udøveren bruger til at tilegne sig

” En væsentlig pointe hos Bernstein er at det ikke er gentagelsen af færdigheden, som er i fokus, men forfinelsen og justeringen af den. ”

færdigheder. Ved indlæring af nye færdigheder kan man ofte iagttage, at udøveren reducerer mængden af frihedsgrader til et minimum (Bernstein, 1984a, side 354-357). Niveau 6 i det motoriske hierarki er fremtrædende, fordi de underliggende niveauer ikke er i stand til at agere autonomt, da kontrollen - altså parameterfastsættelsen - ikke er lært endnu. For ikke at overbebyrde de enkelte niveauer, fastfryser individet nogle frihedsgrader (freezing), hvilket resulterer i at bevægelsen virker stiv og anspændt.

Andet stadium: Stabilitet og fleksibilitet for færdigheden

Udøverens mål. Hvor det på første stadium gjaldt om at få etableret koordinationsmønstret, gælder det på andet niveau om at forfine og justere koordinationsmønstret.

Den lærendes har ifølge Gentile tre mål: Det første mål er at gøre færdigheden fleksibel, så den kan bruges i de skiftende omgivelser. Det andet mål er at opnå en større stabilitet i færdigheden. Det tredje mål er at færdigheden bliver så energioekonomisk som muligt.

Det er et spørgsmål om at styrke masterkopien og evnen til at fremdrage en aktiv kopi af skemaet. Studier tyder også på, at den kinæstetiske repræsentation betyder stadig mere, når udøverne bliver mere øvede. Ud fra en specificitetshypotese om træning kan man forudsige, at øvede er mest afhængige af, at

de har de samme sensoriske informationer tilgængelige, fordi al deres træning er foregået med dem. Forsøg med gymnaster og styrkeløfter i squat har imidlertid vist, at øvedes præstation påvirkes mindst af, at de bliver blindet (se Khan og Franks, 2004, for en kritisk gennemgang). Dette kunne tyde på, at det kinæstetiske skema indeholder flere forskellige oplysninger, og at det godt kan fungere selvom udøveren kommer i en uvant situation. Det er imidlertid muligt, at de øvede klarer sig bedre end begynderne, fordi de allerede tidligere i deres træning har øvet sig med øjnene lukket. Fx kan gymnasterne have øvet sig i at gå på balancebommen med øjnene lukket for at styrke de proprioceptive sanser.

Gentile laver ikke yderligere skelnen for færdigheder, der er indlært. Individets færdigheder i anden fase forbedres, bliver mere stabile og vedholdende og endelig bliver mere fleksible (Magill, 2001). Men udover at tilegne sig færdighederne er målet med færdigheds- eller tekniktræning også at bringe færdighederne op på et automatiseret niveau, som vi bl.a. så i figur 1. Læringsprocessen er altså også en automatiseringsproces, som også er en mere præcis beskrivelse af udøverens mål for dette stadium.

Der er ifølge Bernstein to aspekter i automatiseringsprocessen.

- For det første er de hensigtsmæssige bevægelsesmønstre indlært før den gennemtræning med mange gentagelser bliver automatiseret.
- For det andet er træningen med til at finjustere og udvikle bevægelseskoordinationen, så udførelsen bliver så hensigtsmæssig som muligt.

En væsentlig pointe hos Bernstein er at det ikke er gentagelsen af færdigheden, som er i fokus, men forfinelsen og justeringen af den (Bernstein, 1984a; Agerskov, 1994). I praksis foregår automatiseringsprocessen som en kombination af de to aspekter i det Bernstein (1984a, side 362) kalder "repetition without repetition". Træning er både en gentagelsesproces, men også en justeringsproces. I automatiseringsprocessen stræber systemet efter at øge bevægelsernes effektivitet og mindske redundante bevægelser (Latash, 1998).

Hvis man vil lære en færdighed, skal man gentage den flere gange. Hvis vi accepterer at to bevægelser aldrig er helt ens, og at den motoriske kontrol bygger på afferente signaler, så er gentagelserne væsentlige, så udøveren søger på flere niveauer i det motoriske hierarki efter den mest effektive måde at kontrollere

færdigheden på. Herunder skaber individet en kontrolmatrice med information om nødvendige sensoriske korrektioner (Latash, 1998). Individet styrker efter al sandsynlighed master kopien af bevægelsen i langtidshukommelsen, men bliver også bedre til at lave en aktiv kopi af det motoriske skema, som passer bedst muligt til de skiftende kræfter i omgivelserne. Det er derfor ikke ligegyldigt, hvordan eleven bruger tid med indholdet (se også Lee og Simon 2004). Træningen skal være ordentligt organiseret og eleven skal naturligvis vise engagement og være motiveret for at lære indholdet. Men det er også meget vigtigt, at træning ikke er gentagelse af noget tidligere, men det skal være problemløsning (Bernstein, 1984a).

Automatisering af færdigheder kan altså forstås som en modificering eller reorganisering af den centrale motoriske kontrol med det formål at eliminere de redundante elementer i den neurale proces, der ligger til grund for konstruktionen af færdigheden. Processer der er knyttet til elimineringen af redundans foregår på alle niveauer af kontrolhierarkiet (Latash, 1998). Automatisering betyder altså i hierarkiet, at de underliggende niveauer kan agere autonomt i forhold til de overliggende niveauer. Hvis en færdighed er automatiseret, behøver bevidstheden ikke at blande sig.

Den automatiserede færdighed er en hurtig bevægelse, fordi den ikke kræver kognitiv indblanding. Samtidig er bevægelsen effektiv og energiøkonomisk, fordi alle overflødige medbevægelser er sorteret fra. Det er sandsynligt, at dette netop er kriteriet for kroppens selvorganisation. Endelig er en automatiseret bevægelse også en helstøbt bevægelse, som kan være vanskelig at rette på. Hvis først man har etableret et motorisk skema for en færdighed, og kroppen har optimeret den på alle niveauer i hierarkiet, så skal der meget til at rette på den. Kroppen vælger de mest hensigtsmæssige bevægelser ud fra sensoriske input fra omgivelserne og erfaringen, men når man har været i en situation mange gange, bliver man bedre til at anticipere hvilke bevægelser, der er mest hensigtsmæssige. Det er formentlig denne anticipation, der blokerer for at man bare uden videre kan rette på en automatiseret færdighed. Magill (2001, side 190-191) rapporterer om et forsøg med en simpel færdighed, at der skal 180 forsøg til, inden man kan ændre bevægelsesmønsteret fra et bevægelsesmønster til et andet. Af mere anekdotisk karakter afsatte Tiger Woods 18 måneder til at omlægge sit sving.



Udøverens adfærd. Fitts' og Posners andet stadium, det associative stadium, kan tolkes som overgangsstadium mellem Gentiles første og andet stadium. På dette stadium har spilleren lært at identificere nøglepunkter i omgivelserne og knytte dem sammen med den nødvendige bevægelse. Spilleren laver færre fejl, og bliver i stand til at kunne se, hvad vedkommende gør forkert. Spilleren er blevet i stand til at sætte sin egen præstation i forhold til 'reference of correctness' - eller spilleren

bliver i stand til at knytte koordinationsproblemet 'image of the act' sammen med kontrolproblemet 'image of achievement'. Når udøveren har automatiseret bevægelserne, udviser udøveren en adfærd, der kan beskrives af Fitts' og Posners autonome stadium. Spillere på det autonome stadium kan selv identificere fejl og lave de nødvendige korrektioner. Fitts og Posner mener ikke nødvendigvis, at alle kan opnå det autonome stadium. Overgangen mellem Fitts og Posners tre sta-

dier skal tænkes som et kontinuum fra den kognitive stadium og til det autonome stadium; et kontinuum man bevæger sig på, når man øver sig. Det er umuligt at sige, hvornår den enkelte har opnået det højst opnåelige niveau (Laszlo, 1992, side 50). Fitts og Posners model for færdighedstilignelse har en del til fælles med en model udformet af Dreyfus og Dreyfus (1991). For dem handler eksperter intuitivt (Stelter, 1999).

Udøverens strategi. Hvor individet ved indlæring af nye færdigheder kan iagttage, at udøveren reducerer mængden af frihedsgrader til et minimum, vil individet senere i færdighedsindlæringen gradvist involvere flere frihedsgrader, indtil bevægelsen er helt flydende, og bevægelsesudførelsen ser let og ubesværet ud med en "flydende aktivering hen over de forskellige involverede muskelgrupper, så overgangene er helt bløde" (Agerskov, 1994, side 11). Denne proces starter med en proces, som Bernstein kalder frigørelse (freeing). Med automatiseringen lærer udøveren så småt at udnytte de reaktive kræfter i bevægelserne (exploiting), så bevægelsesøkonomien også her er størst mulig. Dette svarer til det højeste niveau i automatiseringsprocessen (se også Agerskov, 1994; Bernstein, 1984a).

Konklusion

Det tidlige stadium for færdighedstilignelse består primært i at tilegne sig de passende topologiske karakteristika for kroppen. Øvelse er derefter med til at forfine den nødvendige skalering af det generelle skema. Her er det værd at bemærke, at Bernstein mener, at træning af færdigheder er gentagelse uden gentagelse. Udøveren gentager ikke bare den tidligere bevægelse, men forsøger i stedet at løse et motorisk problem, som er præsenteret på en måde, der er raffineret fra gang til gang (Whiting et al., 1992). Læring af nye færdigheder foregår sikkert ikke som en decideret fejlsøgning, men netop nok snarere som en optimering og justering af de eksisterende sammenhænge mellem de autonome enheder i kroppen.

Det er hierarkiet, der justeres og optimeres, når man øver sig. Den kinæstetiske repræsentation er til stede på alle niveauer, og det er gennem denne tætte knytning af de sensoriske og motoriske områder, at individet bliver bedre til at udnytte den sensoriske feedback - og derved også bliver bedre til at anticipere, hvilket motoriske respons, der er mest hensigtsmæssig.

Ved nye færdigheder foregår megen procesering på niveau 6, og derfor bliver informationsbehandlingen langsom og ineffektiv set i forhold til automatiserede færdigheder. Den øvede har en tættere forbindelse mellem perception, bevidsthed og motorik. Med træning bliver det motoriske hierarki justeret, så det kan fungere så hensigtsmæssigt og selvstændigt som muligt. Informationsbehandlingen flyttes fra niveau 6 ned på de relevante niveauer i hierarkiet.

Der kan som tidligere skrevet ske korrektioner i det motoriske hierarki ned til niveau 3 (muskulgruppeniveau). For den øvede kan korrektioner på fx et uventet opspring i skemaet ske hurtigt, fordi de er lagt ind i skemaet som en 'triggered reaction'. Den øvede udvikler også en evne til at anticipere, hvad der sker i omgivelserne (jf. Cauraugh og Janelle, 2002). Begynderen må ved uventede kræfter i omgivelserne altid sende informationerne op til niveau 6, inden vedkommende kan korrigere - og derfor kan begynderen sommetider komme til at se klunget ud, når der sker noget uventet. De fremlagte teorier om motorisk læring har det udgangspunkt, at færdighedstilignelse foregår gennem små forbedringer, men det behøver ikke altid at være tilfældet (Dickinson et al., 2004). Forståelsesrammen for den motoriske kontrol, tænker imidlertid den motoriske repræsentation som en helhed, og derved åbnes der for mulighed for springvise forbedringer. Teoriens største udfordringer er den empiriske understøttelse. Det er metodisk vanskeligt at måle læring, da den ikke kan observeres direkte, men skal vurderes ud fra præstationsparametre.

Samtidig har jeg dog ikke kunnet finde studier, der kan afvise præmisserne i teorien, så den kan være et godt udgangspunkt for yderligere drøftelse af motorisk kontrol og læring. Kroppen er på rigtig mange punkter selvorganiserende og arbejder som en helhed. Hvis man ønsker at lære noget, har man imidlertid også brug for tilbagemelding. Men hvordan kan denne tilbagemelding så se ud. Som underviser bruger vi ofte den verbale feedback, og det vil jeg i en senere artikel diskutere ud fra min forståelsesramme af motorisk kontrol og læring.

Litteratur

- Agerskov, H. (1994). Mental træning og motorisk kontrol. Specialeafhandling, Københavns Universitet. Idræt.
- Bernstein, N. (1984a). Some emergent problems of the regulation of motor acts. I Whiting, H. T. A., redaktør, Human Motor Actions. Bernstein Reassessed, kapitel IV, side 343-372. North-Holland.
- Bernstein, N. (1984b). The problem of the interrelation of co-ordination and localization. I Whiting, H., redaktør, Human Motor Actions. Bernstein Reassessed, kapitel II, side 77-170. North-Holland.
- Cauraugh, J. H. og Janelle, C. M. (2002). Visual search and cue utilisation in racket sports. I
- Davids, K., Savelsbergh, G., Bennett, S. J. og Van der Kamp, J., redaktører, Interceptive Actions in Sports, kapitel 3, side 64-89. Routledge.
- Charman, R. A. (1998). Motor learning. I Trew, M. og Everett, T., redaktører, Human Movement. An Introductory Text, kapitel 5. Churchill Livingstone.
- Christina, R. W. (1997). Concerns and issues in studying and assessing motor learning. Measurement in Physical Education and Exercise Science, 1(1):19-38.
- Dickinson, J., Weeks, D., Randall, B. og Goodman, D. (2004). One-trial motor learning. I Williams, A. M. og Hodges, N. J., redaktører, Skill Acquisition, kapitel 4, side 63-83. Routledge.
- Dreyfus, H. L. og Dreyfus, S. E. (1991). Intuitiv Expertise. Den bristede drøm om tænkende maskiner. 1. Nysyn - Munksgaard, 1. udgave.
- Feigenberg, J. M. (1998). The model of the future in motor control. I Latash, M. L., redaktør, Progress in Motor Control. Volume One. Bernstein's traditions in Movement Studies, bind 1. Human Kinetics.
- Gallistel, C. R. (1980). The Organisation of Action: a new Synthesis. Lawrence Erlbaum Associates Publishers, Hillsdale, New Jersey.
- Hodges, N. J. og Franks, I. M. (2004). Instructions, demonstrations and the learning process. I Williams, A. M. og Hodges, N. J., redaktører, Skill Acquisition in Sport, kapitel 7, side 145-174. Routledge.
- Khan, M. A. og Franks, I. M. (2004). The utilization of visual feedback in the acquisition of motor skills. I Williams, A. M. og Hodges, N. J., redaktører, Skill Acquisition in Sport, kapitel 3, side 45-62. Routledge.
- Laszlo, J. I. (1992). Motor control and learning: How far do the experimental tasks restrict our theoretical insight? I Summers, J. J., redaktør, Approaches to the Study of Motor Control and Learning. Elsevier Science Publishers B. V.
- Latash, L. P. (1998). Automation of movements: Challenges to the notions of the orienting reaction and memory. I Latash, M. L., redaktør, Progress in Motor Control. Bernstein's Traditions in Movement Studies, kapitel 3. Human Kinetics.
- Lee, T. D. og Simon, D. A. (2004). Contextual interference. I Williams, A. M. og Hodges, N. J., redaktører, Skill Acquisition in Sport, kapitel 1, side 29-44. Routledge.
- Magill, R. A. (2001). Motor Learning. Concepts and Applications. McGraw Hill.
- Olesen, L. (2007). Motorisk kontrol. Focus Idræt, 31(3):36-44.
- Schmidt, R. A. og Wrisberg, C. (2000). Motor Learning and Performance. A Problem-based Learning Approach. Human Kinetics.
- Silverman, S. (1994). Communication and motor skill learning: What we learn from research in the gymnasium. Quest, 46:345-355.
- Silverman, S., Woods, A. M. og Subramaniam, P. R. (1999). Feedback and practice in physical education: interrelationships with task structures and student skill level. Journal of Human Movement Studies, 36:203-224.
- Singer, R. N. (1990). Motor learning research: Meaningful for physical educators or a waste of time? Quest, 42:114-125.
- Stelter, R. (1999). Med kroppen i centrum - idrætspsykologi i teori og praksis. 1. Dansk Psykologisk Forlag, 1. udgave.
- Whiting, H. T. A., Vogt, S. og Vereijken, B. (1992). Human skill and motor control: Some aspects of the motor control - motor learning relation. Elsevier Science Publishers.