



FYSISK AKTIVITET OG LÆRING

- en konsensuskonference

Fysisk aktivitet og læring
- en konsensuskonference

Udgivet i november 2011 af
Kulturministeriets Udvalg for Idrætsforskning
Kunststyrelsen
H.C. Andersens Boulevard 2
1553 København V
Tlf. 33 74 45 00
ks@kunst.dk
www.kunst.dk

Layout: RASTHOF.dk
Tryk: Vester Kopi
Oplag: 300

Foto: © Rosemarie Gearhart, www.istockphoto.com



IKUNST >

Kunststyrelsen

Indholdsfortegnelse

- 04 Forord
 - 05 Erklæring fra konsensuskonferencen
 - 06 Det videnskabelige grundlag
 - 13 Perspektiver
 - 14 Referencer
 - 20 Konferencens program
 - 22 Deltagerliste
-

Fysisk aktivitet og læring

- en konsensuskonference

En dialog mellem Kulturministeriets Udvalg for Idrætsforskning (KIF) og idrættens organisationer fødte tanken om en konsensuskonference, der om muligt endegyldigt kunne fastslå om der er en klar sammenhæng mellem fysisk aktivitet og læring. Det er et spørgsmål der med varierende styrke har været diskuteret de senere årtier både i folkeskolekredse, i idrættens verden, i forskningen og blandt politikere.

Ideen blev omsat til virkelighed i et samarbejde mellem udvalget og repræsentanter for idrættens organisationer, og professor Jens Bangsbo, lektor Per Jørgensen og professor Else Trangbæk forestod den endelige tilrettelæggelse og koordinering.

Konsensuskonferencen blev afholdt den 25.-27. oktober 2011 og samlede godt en snes forskere fra Skandinavien samt repræsentanter fra idrættens organisationer.

Ni videnskabelige præsentationer sammenfattede den internationale forskning på feltet (jf. program). På baggrund heraf og efter en intens drøftelse kunne deltagerne enes om en fælles erklæring, der entydigt slår fast, at der er en dokumenteret sammenhæng mellem fysisk aktivitet og læring uanset alder.

I dette skrift fremlægges konsensuserklæringen, og en række af de videnskabelige præsentationer formidles i en journalistisk bearbejdet form v. Morten Møhlholm Hansen og Søren Riiskjær. De videnskabelige referencer er – ligesom konferencens program og deltagerlisten - samlet i et bilag.

Tak til deltagerne i konferencen og specielt til oplægsholderne for faglige indlæg samt til Karsten Froberg og Jens Bo Nielsen for at styre og stimulere diskussionerne.

Jens Bangsbo

Formand for Kulturministeriets Udvalg for Idrætsforskning

Erklæring fra konsensuskonference om fysisk aktivitet og læring afholdt den 25.-27. oktober 2011.

Forskere fra Danmark og Sverige har sammen med repræsentanter fra idrættens organisationer samt Kulturministeriet og Børne- og Undervisningsministeriet diskuteret forholdet mellem fysisk aktivitet og læring på en konsensuskonference den 25.-27. oktober 2011.

Forskerne repræsenterede meget forskellige fag og discipliner inden for området, og til daglig arbejder de med udgangspunkt i vidt forskellige videnskabelige metoder og videnskabsteoretiske opfattelser.

På konferencen blev der fremlagt såvel originale studier som reviews over relevante internationale studier på feltet.

På baggrund af de fremlagte forskningsresultater og diskussionerne på konferencen kunne det konkluderes, at der er **en dokumenteret sammenhæng mellem fysisk aktivitet og læring uanset alder.**

Konklusionen hænger sammen med:

- at fysisk aktivitet forbedrer kognition. Det er sandsynliggjort i forhold til problemløsning, logisk tænkning, rumopfattelse, sproglige færdigheder, arbejdshukommelse, selvopfattelse og opmærksomhed.
- at fysisk aktivitet kan være et redskab til en positiv udvikling af mentale, emotionelle og sociale processer.
- at fysisk aktivitet øger dannelsen af stoffer der kan fremme hjernens strukturelle og funktionelle ændring gennem læring og erfaring,
- at læring fremmes bedst, hvis den fysiske aktivitet er udfordrende, varieret og indebærer succesoplevelse.
- at fysisk aktivitet øger hjernens modstandsevne mod kognitiv svækkelse som følge af alder og sygdom
- at fysisk aktivitet integreret i undervisning ud over idrætsundervisning har vist sig at fremme læring.



Det videnskabelige grundlag

Tema 1: Sammenhængen mellem fysisk aktivitet i skole/forening/fritid og læring

Københavnbarometret

Mads Hermansen tog udgangspunkt i en evolutionshistorisk analyse af sammenhængen mellem fysisk aktivitet og læring.

Menneskets overlevelse har vedvarende været betinget af dets evne til at forfine de kropslige koordinerede processer. Derfor har der til enhver tid været et gensidigt betingende forhold mellem fysisk aktivitet på den ene side og kognition, emotionalt og motivation på den anden side.

Københavns kommune har udviklet et såkaldt Københavnbarometer, der måler de københavnske skolebørn på en lang række parametre. Mads Hermansen har

haft adgang til materialet og kan på den baggrund konstatere,

- at idrætsundervisning er en af de signifikant boostende faktorer i forhold til selvværd og positiv skolefortælling
- at graden af mobning reduceres i takt med at man bevæger sig i skolen
- at oplevelse af godt helbred hænger signifikant sammen med, om man går til idræt uden for skolen

Baseret på 50 studier kunne Hermansen samlet konkludere, at der kan fastslås ganske mange sammenhænge mellem forskellige former for fysisk aktivitet (skolebaseret fysisk aktivitet, klassebaseret fysisk aktivitet, aktivitet i pauser, skoleorganiserede fysiske aktiviteter uden for skoletid m.v.) og faglige fremskridt i skolen.

Dr.pæd. Mads Hermansen er professor og institutleder ved Institut for Psykologi, Syddansk universitet

Tvillinger

Maria Åberg gav indledningsvis et overblik over den eksisterende forskning på området.

Der findes i dag mange undersøgelser af mennesker, som støtter hypotesen om, at fysisk aktivitet påvirker hjernen på flere niveauer, og at det skulle kunne resultere i en forbedret kognitiv funktion. De fleste af undersøgelserne af mennesker er blevet gjort på børn og ældre. Hos de ældre ser man en tydelig kobling

mellem fysisk kondition og kognitiv formåen.

Hvad angår børn og teenagere er der for nylig blevet publiceret en oversigtsartikel af Biddle og medarbejdere, hvor der bliver draget følgende konklusioner:

- Mindre tid til boglige fag i skolen som følge af øget tid til daglig fysisk aktivitet gør ikke elevernes skoleresultater dårligere
- Der findes en positiv sammenhæng mellem fysisk aktivitet og:
 - 1) hvorledes eleverne opfører sig i klasseværelset
 - 2) hjernens eksekutive formåen (målrettet adfærd, arbejdsuhukommelse og kreativitet)
 - 3) intelligenskvotient
 - 4) almene skolepræstationer (karakterniveau)

De få undersøgelser, som hidtil alene har været lavet på teenagere og yngre voksne har haft noget modstridende resultater. Da teenageårene er en meget vigtig tid for hjernens udvikling af højere funktioner og social formåen, gennemførte Maria Åberg og hendes forskergruppe i Göteborg sammen med tvillingeforskere i Stockholm en stor undersøgelse af alle svenske mænd født i årene 1950-87. Formålet med denne undersøgelse var således at undersøge om unges fysiske aktivitetsniveau har betydning for kognitionen og risikoen for at blive ramt af sygdomme i hjernen senere i livet.

Undersøgelsen viste bl.a., at der er en sammenhæng mellem øget fysisk kondition og forbedrede kognitive funktioner. Især var der en stærk sammenhæng mel-

lem fysisk kondition og logisk tænkning og sproglig opfattelsesevne.

I kraft af de mange tvillingedata kunne undersøgelsen tage højde for generens betydning. Den kunne derfor fastslå, at det frem for alt er ikke-fælles miljøfaktorer som f.eks. typen og intensiteten af fysisk aktivitet, der kan forklare sammenhængen.

Maria Åberg er dr.med. ved Centre for Repair and Rehabilitation, Institute for Neuroscience and Physiology, Göteborg Universitet.

Bunkeflo

Det svenske Bunkefloprojekt er formentlig det mest systematiske og omfattende forsøg på at undersøge, i hvilket omfang antallet og karakteren af idrætstimer i folkeskolen har nogen effekt på indlæring. I forsøget fik en årgang forlænget skoledagen med en daglig obligatorisk bevægelsestime i løbet af alle ni år. Elever med særligt behov fik yderligere en ugentlig lektion med tilpasset motorisk træning.

Elevernes motoriske evner, deres koncentrationsevner og deres skolepræstationer blev målt løbende og sammenlignet med en jævnaldrende kontrolgruppe, som ikke fik samme træning.

Resultaterne er ganske overbevisende.

For det første kunne det konstateres, at børnenes grovmotorik forbedres markant med øget fysisk aktivitet. De får bedre balanceevne, bedre bilateral koordinati-

on og bedre øje-hånd koordination. I det hele taget udvikles en bedre motorik totalt end hos kontrolgruppen.

For det andet kunne der også konstateres en tydelig sammenhæng mellem motorik og koncentrationsevne. Især bemærkede man vedvarende positive effekter på koncentrationsevnen hos elever, som i udgangspunktet havde store motoriske udfordringer.

For det tredje kunne det også konstateres, at de fysisk meget aktive elever forbedrede deres resultater både i svensk og i matematik. Det gælder såvel skrive- og læsefærdigheder som rum- og talopfattelse. Ved afslutningen af de ni års skolegang kunne der konstateres en signifikant sammenhæng mellem motorik og skolepræstationer, og en større andel af forsøgsgruppen kom i gymnasiet end hos kontrolgruppen.

Som en sidegevinst viste projektet også, at motorikobservationer ved skolestart kan give værdifuld information om, hvilke elever der kan få behov for ekstra støtte i forskellige fag. Der kunne spores en klar sammenhæng, mellem de elever, der ved skolestart har motoriske udfordringer og senere problemer med læse- og skriveindlæring. Nok så interessant viste projektet også, at forskelle i skolepræstationer mellem elever med god og dårlig motorik kan formindskes med øget fysisk aktivitet hos elever med dårlig motorik.

Fil.dr. Ingegerd Ericsson er lektor ved Malmö Universitet

Kropslighed

Helle Winther bevæger sig inden for den pædagogisk-psykologiske forskningstradition, og hun har især arbejdet med dans og bevægelse som udtryksform.

Skal hun sammenfatte egne og beslægtede forskningsresultater, er hun ikke i tvivl om, at fysisk aktivitet er et redskab til positiv udvikling af mentale, emotionelle og sociale processer. Kroppen rummer både en følelsesmæssig og en relationel dimension, og kropskontakt er den mest oprindelige form for social kommunikation. Derfor kan netop kropskontakt som den f.eks. kommer til udtryk i dans, kampsport, leg og boldspil være et redskab til udvikling af selvværd, grænseafklaring, tillid og fællesskabsfølelse. Erfaringer viser også, at de menneskeligt udviklende processer kan understøtte læring i forskellige sammenhænge og i forskellige målgrupper – alle aldersgrupper og i alle sociale sammenhænge.

Ph.d. Helle Winther er lektor ved Institut for Idræt, Københavns Universitet.

Tema 2: Neurofysiologiske sammenhænge mellem fysisk aktivitet og læring

Intakte og hjerneskadede individer

Kontrollerede forsøg med mennesker rummer en lang række udfordringer. For det første er der nogle klare etiske begrænsninger for, hvad man kan udsætte mennesker for. For det andet er det yderst vanskeligt at kontrollere de

mange forskellige variable, der påvirker menneskers adfærd og udvikling.

Forsøg med dyr kan i nogen grad – men ikke fuldstændigt – kompensere for disse begrænsninger.

Med det udgangspunkt sammenfattede Jesper Mogensen den eksisterende viden om forholdet mellem fysisk aktivitet og kognitive processer baseret på dyreforsøg. Efter hans vurdering tegner der sig fire hovedkonklusioner:

For det første tegner der sig et klart billede af, at individer, der har været ”udsat” for kortere- eller længerevarende ekstraordinær fysisk aktivitet, gennemfører forskellige kognitive opgaver både hurtigere og bedre end individer, der blot har været almindeligt fysisk aktive. Ved at sammenholde disse resultater med resultater opnået på mennesker opnås et samlet mønster, der er overbevisende, konkluderer Jesper Mogensen.

Hjerneskader medfører ofte omfattende funktionstab af forskellig karakter. Men motion kan i større eller mindre omfang fremme og støtte genoptræningen af de kognitive funktioner, som er ramt af en hjerneskade – f.eks. forringet sprog, opmærksomhed, evne til at finde vej, læring, hukommelse etc. Jesper Mogensen er ikke i tvivl om, at resultaterne på dette område er overbevisende – og formentlig også vil holde for mennesker. Han peger på de positive virkninger i forhold til depression, skizofreni og Alzheimers demens.

Afledt heraf har Jesper Mogensen for det



tredje undersøgt, hvordan motion mest optimalt kan anvendes i forbindelse med genoptræning efter hjerneskade. Noget tyder på, at de gavnlige virkninger bedst opnås, hvis træningen iværksættes efter nogle ugers pauser, og at træningen skal være fri for stressende elementer. Billedet er imidlertid ikke entydigt, og der er behov for yderligere forskning på feltet.

Endelig har Jesper Mogensen for det fjerde undersøgt, hvilke mekanismer der ligger bag de positive effekter af fysisk aktivitet på de kognitive processer. Det er åbenbart et kompliceret spørgsmål, men der kan ikke herske tvivl om, at motion fremmer de såkaldte neurotrofiner – især det stof som hedder 'Brain Derived

Neurotrophic Factor' (forkortet BDNF). En tilstrækkelig mængde af dette stof er en nødvendig forudsætning for, at nervecellerne i hjernen kan muliggøre kognitive processer som læring og problemløsning.

Jesper Mogensen er professor i kognitiv neurovidenskab ved Institut for Psykologi, Københavns Universitet

Ændringer i hjernen

I et oversigtsindlæg om den neurofysiologiske sammenhæng mellem fysisk aktivitet og læring konstaterer Jens Bo Nielsen, at selv om det er muligt at påvise

en statistisk signifikant sammenhæng mellem fysisk aktivitet og kognitive funktioner, så er dette ikke tilstrækkeligt til at fastslå en kausal sammenhæng.

Kausaliteten i sammenhængen kan således gå både den ene vej og den anden. Det kan med andre ord godt være, at kloge mennesker vælger at være fysisk aktive frem for, at man bliver klogere af at være fysisk aktiv. Der kan også være en tredje årsagsfaktor involveret: Socialt velfungerende mennesker har bedre mulighed for at udvikle sig både fysisk og kognitivt end mindre socialt velfungerende.

Epidemiologiske undersøgelser, der dokumenterer en relation mellem fysisk

aktivitet og kognitive funktioner er væsentlige for at påpege en mulig sammenhæng, men de kan ikke stå alene. Der er behov for en egentlig forklaringsmodel, der trin for trin kan give en grundlæggende mekanistisk forståelse af, hvordan fysisk aktivitet kan føre til forbedring i kognitive funktioner.

Neurovidenskab har inden for de seneste 10-15 år udviklet en sådan biologisk forklaringsmodel. Det er nu dokumenteret, at der sker plastiske forandringer i nervesystemets netværk ved læring, og at fysisk aktivitet og motorisk indlæring i denne sammenhæng har vist sig at blive fulgt af umiddelbare ændringer i de områder af hjernen, der er involveret



i styringen af motorikken. Det er også vist, at vedvarende træning over måneder eller år medfører blivende ændringer i hjernen, der kan dokumenteres ved såvel elektrofysiologiske som billeddannende (scannings-) metoder. Vi står på baggrund af denne forskning nu med en betydelig forståelse af de molekylære signalmekanismer, der er involveret i at transformere den neuronale aktivitet i hjernen ved læring til blivende fysiske forandringer i hjernen. En række forskellige faktorer, der fungerer på såvel intracellulært som intercellulært niveau er beskrevet, herunder blandt andet Brain-Derived Neurotrophic Factor (BDNF) og Insulin-like Growth Factor (IGF-1).

En anden forklaringsmodel tager udgangspunkt i, at en adskillelse af motorik/bevægelse og kognitive funktioner er problematisk. Hjernen er udviklet på baggrund af interaktion mellem kroppen og omgivelserne, og alle vores kognitive funktioner er dybest set funderede i vores forståelse af os selv i den verden, der omgiver os, og de muligheder, vores krop giver os for at interagere med de omgivelser. En adskillelse af motorik og kognition er ud fra denne tankegang kunstig og afspejler ikke den måde, hjernen arbejder på. Det er derfor heller ikke overraskende, at den erfaring, som hjernen erhverver om kroppen og dens interaktion med omgivelserne gennem fysisk aktivitet kan overføres til det, vi opfatter som kognitive funktioner.

En anden komplementær forklaringsmodel fokuserer på, at megen motorisk læring og fysisk aktivitet indebærer brug og optimering af kognitive funktioner, herunder især eksekutive funktioner og arbejdshukommelse. Specielt den disciplinering og organisation af træning, som megen fysisk aktivitet indebærer, er således umiddelbart overførbart til anden form for læring og er formodentlig baggrunden for, at bl.a. musikere har vist høj IQ og generelt høj præstation i sproglige og matematiske fag.

Der er således flere mulige forklaringsmodeller, der overbevisende kan koble fysisk aktivitet og forbedret kognitiv læring inden for en samlet forståelse af, hvordan læring og hukommelse er funktioner af plastiske forandringer i hjernens neurale netværk. Yderligere forskning er nødvendig for at klarlægge den relative betydning af de forskellige forklaringsmodeller

og dermed også hvilken type og hvilken form for fysisk aktivitet, der mest effektivt kan fremme kognitiv læring.

Jens Bo Nielsen er professor ved Institut for Idræt ved Københavns Universitet.

Træning

Læring er en proces, der uanset læringsformen formidles via kroppen gennem sanserne og gennem motorikken, fastslår hjerneforskeren Jesper Lundbye-Jensen. Han har gennemført en række forsøg på dyr og mennesker for at belyse effekten af forskellige træningsformer. Hans resultater nuancerer og kvalificerer billedet af sammenhængen mellem fysisk aktivitet og læring.

Resultaterne viser bl.a., at progressiv, udfordrende træning ikke alene forbedrer læringen, den øger også overførbareheden af læringen, og træningen er samtidig ledsaget af mere udtalte plastiske ændringer i hjernen end træning hvor sværhedsgraden ikke tilpasses progressivt. Men det er væsentligt, at træningen indebærer aktiv involvering og aktiv opmærksomhed.

Feedback er særdeles vigtig for indlæring. Men feedback skal gives på baggrund af nogle kriterier, der er væsentlige for opgaven. Indlæringen forbedres med andre ord af relevant ekstern feedback. Det er væsentligt for læringen, at det feedback, der gives, er simpelt og forståeligt.

De fleste studier af sammenhængen mellem fysisk aktivitet og læring er baseret

på forskellige varianter af konditionstræning. Men et studie peger på, at den såkaldte vokabulære (sproglige) læring var signifikant bedre efter højintens fysisk træning (spurttræning) end efter konditionstræning. Men der er et åbenlyst behov for yderligere forskning i hvilke typer af fysisk aktivitet, der har forskellige effekter på læring.

Ph.d., post doc. Jesper Lundbye-Jensen er adjunkt ved Institut for Idræt, Københavns Universitet.

Perspektiver

Konsensuskonklusionerne må få konsekvenser for tilrettelæggelsen af undervisningen i folkeskoler og ungdomsuddannelser, for læreplaner i børnehaver og fritidsinstitutioner, for den fysiske planlægning af byrum, for udviklingen af idrætsfaciliteter, for tilrettelæggelsen og organiseringen af idrætsforeningernes tilbud etc.

Konsensuskonferencen kunne konstatere, at der gennem de senere år er indhøstet megen ny viden og indsigt, men også at der er behov for yderligere dokumentation på en række områder. Især bør der initieres forskning vedrørende hvilke typer af aktiviteter (herunder omfang og tidsmæssig fordeling), pædagogik og omgivelser, der virker bedst, og hvordan de skal organiseres.

Referencer

Københavnbarometeret

- Hermansen, M. et al. (2007): Læringsledelse. København: Samfundslitteratur.
- Hermansen, M. et al. (2007): Skolens gode og onde cirkler. København: Samfundslitteratur.
- M. Hermansen (red.) (2005): Læring - en status. Klim.
- Hermansen, M. (2010): Spilleregler i klassen – læringsledelse i teori og praksis. Akademisk.
- Hermansen, M. & S. Kreiner (2010): Resume af: Skolelivskvalitet - en multivariat analyse af faktorer med betydning for trivslen i Københavnske folkeskoler baseret på Københavnbarometeret 2009. <http://www.bufnet.kk.dk/Skole/EvalueringOgProever/Koebenhavnerbarometer.aspx>
- Nordenbo, S.E. m.fl. (2008): Lærerkompetencer og elevers læring i førskole og skole. Clearinghouse. DPU.
- The Association Between School-Based Physical Activity, Including Physical Education, and Academic Performance (2010). U.S. Department of Health and Human Service.

Tvillinger

1. van Praag H, Shubert T, Zhao C, Gage FH. Exercise enhances learning and hippocampal neurogenesis in aged mice. *J Neurosci* 2005;25(38):8680-5.
2. Llorens-Martin M, Torres-Aleman I, Trejo JL. Growth factors as mediators of exercise actions on the brain. *Neuromolecular Med* 2008;10(2):99-107.
3. Kempermann G, Fabel K, Ehninger D, Babu H, Leal-Galicia P, Garthe A, et al. Why and how physical activity promotes experience-induced brain plasticity. *Front Neurosci* 2010;4:189.
4. Hillman CH, Erickson KI, Kramer AF. Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Nat Rev Neurosci* 2008;9(1):58-65.
5. Colcombe S, Kramer AF. Fitness effects on the cognitive function of older adults: a meta-analytic study. *Psychol Sci* 2003;14(2):125-30.
6. Biddle SJ, Asare M. Physical activity and mental health in children and adolescents: a review of reviews. *Br J Sports Med* 2011;45(11):886-95.
7. Voss MW, Nagamatsu LS, Liu-Ambrose T, Kramer AF. Exercise, Brain, and Cognition Across the Lifespan. *J Appl Physiol* 2011.
8. Yurgelun-Todd D. Emotional and cognitive changes during adolescence. *Curr Opin Neurobiol* 2007;17(2):251-7.
9. Aberg MA, Pedersen NL, Toren K, Svartengren M, Backstrand B, Johnsson T, et al. Cardiovascular fitness is associated with cognition in young adulthood. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2009;20906-11.
10. Aberg MA, Aberg N, Brisman J, Sundberg R, Winkvist A, Toren K. Fish intake of Swedish male adolescents is a predictor of cognitive performance. *Acta Paediatr* 2009;98(3):555-60.
11. Kim JL, Winkvist A, Aberg MA, Aberg N, Sundberg R, Toren K, et al. Fish consumption and school grades in Swedish adolescents: a study of the large general population. *Acta Paediatr* 2010;99(1):72-7.

Bunkeflo

- Bunkefloprojektet – en hälsofrämjande livsstil (1999). Bunkefloprojektet – en hälsofrämjande livsstil. Tillgänglig på www.bunkeflo modellen.com; Projektplanen är tillgänglig på www.mugi.se
- Cantell, M. (1998). Developmental coordination disorder in adolescence: perceptual-motor, academic

and social outcomes of early motor delay. (Doctoral thesis. University of Lancaster, England). Jyväskylä: Foundation for Sport and Health Sciences.

- Cantell, M., Smyth, M., & Ahonen, T. (1994). Clumsiness in adolescence: Educational, motor and social outcomes of motor delay detected at 5 years. *Adapted-Physical-Activity-Quarterly*, 11(2), 115-129.
- Cratty, B. (1997). Coordination Problems Among Learning Disabled. In B. Cratty & R. Goldman (Eds.), *Learning Disabilities, Contemporary Viewpoints* (pp. 143-183). Amsterdam: Harwood Academic Publishers.
- Connors, C. K. (1999). Clinical use of rating scales in diagnosis and treatment of attention-deficit disorder. In A. Morgan (Ed.), *The pediatric clinics of North America* (pp. 857-869). New York: Norton and Company Inc.
- Ericsson, I. (2003). Motorik, koncentrationsförmåga och skolprestationer. En interventions-studie i skolår 1-3 (Doktorsavhandling). Malmö: Lärarut-bildningen, Malmö högskola.
- Ericsson, I. (2011). Effects of increased physical activity on motor skills and marks in physical education: an intervention study in school years 1 through 9 in Sweden. *Physical Education & Sport Pedagogy*, 16(3), 313-329. Available online: 21 Jun 2011.
- Ericsson, I., & Karlsson, M. (2011a). Effects of Increased Physical activity and Motor training on Motor Skills and Self-esteem: An Intervention Study in School years 1 through 9. *International Journal of Sport Psychology*, 42(5), 461-479.
- Ericsson, I., & Karlsson M. (2011b). Daily Physical Education Improves Motor Skills and School Performance – A Nine-Year Prospective Intervention Study. Submitted.
- Frisk, M. (1996). Läs- och skrivsvårigheter samt dyslexi. I B. Ericson (Red.), *Utredning av läs- och skrivsvårigheter* (ss. 37-61). Lund: Studentlitteratur.
- Kadesjö, B., & Gillberg, C. (1999). Developmental co-ordination disorder in Swedish 7-year-old children. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 38, 820-828.
- SEF Statens råd för ernäring och fysisk aktivitet (2000). *Fysisk aktivitet og helse, anbefalinger*. Oslo: Sosial- og helsedepartementet, rapport nr 2.

Kropslighed

- Duesund, L. (2008). Embodied learning in movement. In T. Schilhab, M. Juelskjær, & T. Moser (Eds.), *Learning Bodies* (pp. 233-248). Copenhagen: Danmarks Pædagogiske Universitetsforlag.
- Herskind, M. (2010). Tensions and dilemmas in body-pedagogy in kindergarten: Employees' effort to transform a vocational education programme about body and movement into practice. *Sport, Education and Society*, 15, 187-202.
- Illeris, K. (2006): *Læring*. Roskilde Universitetsforlag, 2. udgave.
- Illeris, K. (2007). *How We Learn: Learning and Non-learning in School and Beyond*. London: Routledge.
- Merleau-Ponty, M. (1962/2004). *Phenomenology of perception*. London and New York: Routledge Classics.
- Lave, J. & Wenger, E. (1991) "Situated learning: Legitimate Peripheral Participation", Cambridge University Press.
- Rønholt H. & M. Herskind (2009). *Æstetiske læreprocesser i folkeskolens idrætsundervisning*. Hvorfor den kropslige dannelse er mere end sundhed og idrætsdiscipliner. I: K. Fink-Jensen & A.M. Nielsen (Eds.): *Æstetiske læreprocesser i teori og praksis* (158-172). Værlose: Billesø & Baltzer.
- Rønholt, H. & Peitersen, B. (red.) *Idrætsundervisning*. Museum Tusulanum.
- Stelter, R. (2008). Learning in the light of the first-person approach. In T.S.S. Schilhab, M. Juelskjær & T. Moser (Ed.), *Learning Bodies* (p. 45-65). Copenhagen: Danmarks Pædagogiske Universitets Forlag.
- Moser, T. (2007). *Børns kropslighed og sociale relationer i M. Herskind Kropslighed og læring i daginstitutioner*. Billesø og Baltzer.

Sheets-Johnstone, M. (1999). *The Primacy of Movement*. Amsterdam/Philadelphia: John Benjamins.

Stelter, R. (2008). Children's identity negotiation in sport, movement and games: conceptual framework and case analysis. In H.P. Brandl-Bredenbeck (Ed.), *Bewegung, Spiel und Sport in Kindheit und Jugend. Eine Europäische Perspektive*. (p. 231-246). Aachen: Meyer & Meyer Sport.

Svendler Nielsen, C. (2009). Children's embodied voices: Approaching children's experiences through multimodal interviewing. In: *Phenomenology & Practice*; 3(1), pp. 80-93.

Winther, H. D. (2008). Body contact and body language: moments of personal development and social and cultural learning processes in movement psychology and education. *Forum Qualitative Sozialforschung*, 9(2), Art. 63.

Intakte og hjerneskadede individer

Adlard, P.A. & Cotman, C.W. (2004). Voluntary exercise protects against stress-induced decreases in brain-derived neurotrophic factor protein expression. *Neuroscience*, 124: 985-992.

Adlard, P.A., Perreau, V.M., Engesser-Cesar, C. & Cotman, C.W. (2004). The time course of induction of brain-derived neurotrophic factor mRNA and protein in the rat hippocampus following voluntary exercise. *Neuroscience Letters*, 363: 43-48.

Arida, R.M., Scorza, F.A., Scorza, C.A. & Cavalheiro, E.A. (2009). Is physical activity beneficial for recovery in temporal lobe epilepsy? Evidences from animal studies. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 33: 422-431.

Babyak, M., Blumenthal, J.A., Herman, S., Khatri, P., Doraiswamy, M., Moore, K., Craighead, W.E., Balde- wicz, T.T. & Krishnan, K.R. (2000). Exercise treatment for major depression: maintenance of therapeutic benefit at 10 months. *Psychosomatic Medicine*, 62: 633-638.

Baker, L.D., Frank, L.L., Foster-Schubert, K., Green, P.S., Wilkinson, C.W., McTiernan, A., Plymate, S.R., Fishel, M.A., Watson, S., Cholerton, B.A., Duncan, G.E., Mehta, P.D. & Craft, S. (2010). Effects of aerobic exercise on mild cognitive impairment. *Archives of Neurology*, 67: 71-79.

Bland, S.T., Schmid, M.J., Der-Avakian, A., Watkins, L.R., Spencer, R.L. & Maier, S.F. (2005). Expression of c-fos and BDNF mRNA in subregions of the prefrontal cortex of male and female rats after acute uncontrollable stress. *Brain Research*, 1051: 90-99.

Devine, J.M. & Zafonte, R.D. (2009). Physical exercise and cognitive recovery in acquired brain injury: a review of the literature. *Physical Medicine and Rehabilitation*, 1: 560-575.

Ding, Q., Vaynman, S., Akhavan, M., Ying, Z. & Gomez-Pinilla, F. (2006). Insulin-like growth factor I interfaces with brain-derived neurotrophic factor-mediated synaptic plasticity to modulate aspects of exercise-induced cognitive function. *Neuroscience*, 140: 823-833.

Duman, R.S., Heninger, G.R. & Nestler, E.J. (1997). A molecular and cellular theory of depression. *Archives of General Psychiatry*, 54: 597-606.

Griesbach, G.S., Gomez-Pinilla, F. & Hovda, D.A. (2004a). The upregulation of plasticity-related proteins following TBI is disrupted with acute voluntary exercise. *Brain Research*, 1016: 154-162.

Griesbach, G.S., Hovda, D.A., Molteni, R., Wu, A., Gomez-Pinilla, F. (2004b). Voluntary exercise following traumatic brain injury: brain-derived neurotrophic factor upregulation and recovery of function. *Neuro- science*, 125: 129-139.

Griesbach, G.S., Hovda, D.A. & Gomez-Pinilla, F. (2009). Exercise-induced improvement in cognitive perfor- mance after traumatic brain injury in rats is dependent on BDNF activation. *Brain Research*, 1288: 105-115.

Hayes, K., Sprague, S., Guo, M., Davis, W., Friedman, A., Kumar, A., Jimenez, D.F. & Ding, Y. (2008). Forced, not voluntary, exercise effectively induces neuroprotection in stroke. *Acta Neuropathologica*, 115: 289-296.

Heit, S., Owens, M.J., Plotsky, P. & Nemeroff, C.B. (1997). Corticotropin-releasing factor, stress, and depression. *Neuroscientist*, 3: 186-194.

Huang, A.M., Jen, C.J., Chen, H.F., Yu, L., Kuo, Y.M. & Chen, H.I. (2006). Compulsive exercise acutely upregulates rat hippocampal brain-derived neurotrophic factor. *Journal of Neural Transmission*, 113: 803-811.

Luo, C.X., Jiang, J., Zhou, Q.G., Zhu, X.J., Wang, W., Zhang, Z.J., Han, X. & Zhu, D.Y. (2007). Voluntary exercise-induced neurogenesis in the post-ischemic dentate gyrus is associated with spatial memory recovery from stroke. *Journal of Neuroscience Research*, 85: 1637-1646.

Malá, H., Castro, M.R., Knippel, J., Kähler, P.J., Lassen, P. & Mogensen, J. (2008). Therapeutic effects of a restraint procedure on posttraumatic place learning in fimbria-fornix transected rats. *Brain Research*, 1217: 221-231.

Miladi-Gorji, H., Rashidy-Pour, A., Fathollahi, Y., Akhavan, M.M., Semnani, S. & Safari, M. (2011). Voluntary exercise ameliorates cognitive deficits in morphine dependent rats: the role of hippocampal brain-derived neurotrophic factor. *Neurobiology of Learning and Memory*, 96: 479-491.

Mogensen, J. (2011a). Almost unlimited potentials of a limited neural plasticity: Levels of plasticity in development and reorganization of the injured brain. *Journal of Consciousness Studies*, 18: 13-45.

Mogensen, J. (2011b). Animal models in neuroscience. In: Hau, J. & Schapiro, S.J. (Eds.) *Handbook of Laboratory Animal Science, Third Edition, Volume II. Animal Models*. Boca Raton, FL: CRC Press LLC, pp. 47-73.

Mogensen, J. (2011c). Cognitive recovery and rehabilitation after brain injury: mechanisms, challenges and support. In: Agrawal, A. (Ed.), *Brain Injury. Book 2*. Intech, In press.

Mogensen, J. (2011d). Reorganization in the injured brain: implications for studies of the neural substrate of cognition. *Frontiers in Psychology*, 2:7, 1-10.

Mogensen, J. & Malá, H. (2009). Post-traumatic functional recovery and reorganization in animal models. A theoretical and methodological challenge. *Scandinavian Journal of Psychology*, 50: 561-573.

Molteni, R., Wu, A., Vaynman, S., Ying, Z., Bernard, R.J. & Gomez-Pinella, F. (2004). Exercise reverses the harmful effects of consumption of a high-fat diet on synaptic and behavioral plasticity associated to the action of brain-derived neurotrophic factor. *Neuroscience*, 123: 429-440.

Pajonk, F.G., Wobrock, T., Gruber, O., Scherk, H., Berner, D., Kaizl, I., Kierer, A., Müller, S., Oest, M., Meyer, T., Backens, M., Schneider-Axmann, T., Thornton, A.E., Honer, W.G. & Falkai, P. (2010). Hippocampal plasticity in response to exercise in schizophrenia. *Archives of General Psychiatry*, 67: 133-143.

Ploughman, M., Granter-Button, S., Chernenko, G., Attwood, Z., Tucker, B.A., Mearow, K.M. & Corbett, D. (2007). Exercise intensity influences the temporal profile of growth factors involved in neuronal plasticity following focal ischemia. *Brain Research*, 1150: 207-216.

Radák, Z., Kaneko, T., Tahara, S., Nakamoto, H., Pucsek, J., Sasvári, M., Nyakas, C. & Goto, S. (2001). Regular exercise improves cognitive function and decreases oxidative damage in rat brain. *Neurochemi- stry International*, 38: 17-23.

Roy, A. (1992). Hypothalamic-pituitary-adrenal axis function and suicidal behavior in depression. *Biologi- cal Psychiatry*, 32: 812-816.

Seo, T-B., Kim, B-K., Ko, I-G., Kim, D-H., Shin, M-S., Kim, C-J., Yoon, J-H. & Kim, H. (2010). Effect of tread- mill exercise on Purkinje cell loss and astrocytic reaction in the cerebellum after traumatic brain injury. *Neuroscience Letters*, 481: 178-182.

Soya, H., Nakamura, T., Deocaris, C.C., Kimpara, A., Iimura, M., Fujikawa, T., Chang, H., McEwen, B.S. & Nishijima, T. (2007). BDNF induction with mild exercise in the rat hippocampus. *Biochemical and Biophy- sical Research Communications*, 358: 961-967.

Teri, L., Gibbons, L.E., McCurry, S.M., Logsdon, R.G., Buchner, D.M., Barlow, W.E., Kukull, W.A., LaCroix, A.Z., McCormick, W. & Larson, E.B. (2003). Exercise plus behavioral management in patients with Alzhei- mer Disease: a randomized controlled trial. *JAMA*, 290: 2015-2022.

Van Praag, H., Christie, B.R., Sejnowski, T.J. & Gage, F.H. (1999). Running enhances neurogenesis, learning, and long-term potentiation in mice. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 96: 13427-13431.

Vaynman, S., Ying, Z. & Gomez-Pinilla, F. (2003). Interplay between brain-derived neurotrophic factor and signal transduction modulators in the regulation of the effects of exercise on synaptic-plasticity. *Neuroscience*, 122: 647-657.

Vaynman, S., Ying, Z. & Gomez-Pinilla, F. (2004). Hippocampal BDNF mediates the efficacy of exercise on synaptic plasticity and cognition. *European Journal of Neuroscience*, 20: 2580-2590.

Zhou, J., Zhang, F. & Zhang, Y. (2000). Corticosterone inhibits generation of long-term potentiation in rat hippocampal slice: involvement of brain-derived neurotrophic factor. *Brain Research*, 885: 182-191.

Ændringer i hjernen

Bengtsson SL, Nagy Z, Skare S, Forsman L, Forssberg H, Ullén F. Extensive piano practicing has regionally specific effects on white matter development. *Nat Neurosci*. 2005 Sep;8(9):1148-50.

Draganski B, Gaser C, Busch V, Schuierer G, Bogdahn U, May A. Neuro-plasticity: changes in grey matter induced by training. *Nature*. 2004 Jan 22;427(6972):311-2

Ferris LT, Williams JS, Shen CL. The effect of acute exercise on serum brain-derived neurotrophic factor levels and cognitive function. *Med Sci Sports Exerc*. 2007 Apr;39(4):728-34.

Frystyk J. Exercise and the growth hormone-insulin-like growth factor axis. *Med Sci Sports Exerc*. 2010 Jan;42(1):58-66

Griffin EW, Mullally S, Foley C, Warmington SA, O'Mara SM, Kelly AM. Aerobic exercise improves hippocampal function and increases BDNF in the serum of young adult males. *Physiol Behav*. 2011 Oct 24;104(5):934-41

Hille K, Gust K, Bitz U, Kammer T. Associations between music education, intelligence, and spelling ability in elementary school. *Adv Cogn Psychol*. 2011;7:1-6.

Kandel ER. The molecular biology of memory storage: a dialogue between genes and synapses. *Science*. 2001 Nov 2;294(5544):1030-8.

Jensen JL, Marstrand PC, Nielsen JB. Motor skill training and strength training are associated with different plastic changes in the central nervous system. *J Appl Physiol*. 2005 Oct;99(4):1558-68. Epub 2005 May 12.

McNab F, Varrone A, Farde L, Jucaite A, Bystritsky P, Forssberg H, Klingberg T. Changes in cortical dopamine D1 receptor binding associated with cognitive training. *Science*. 2009 Feb 6;323(5915):800-2.

Niederer I, Kriemler S, Gut J, Hartmann T, Schindler C, Barral J, Puder JJ. Relationship of aerobic fitness and motor skills with memory and attention in preschoolers (Ballabeina): a cross-sectional and longitudinal study. *BMC Pediatr*. 2011 May 11;11:34.

Pascual-Leone A, Amedi A, Fregni F, Merabet LB. The plastic human brain cortex. *Annu Rev Neurosci*. 2005;28:377-401.

Rasmussen P, Brassard P, Adser H, Pedersen MV, Leick L, Hart E, Secher NH, Pedersen BK, Pilegaard H. Evidence for a release of brain-derived neurotrophic factor from the brain during exercise. *Exp Physiol*. 2009 Oct;94(10):1062-9.

Schellenberg EG. Examining the association between music lessons and intelligence. *Br J Psychol*. 2011 Aug;102(3):283-302.

Scholz J, Klein MC, Behrens TE, Johansen-Berg H. Training induces changes in white-matter architecture. *Nat Neurosci*. 2009 Nov;12(11):1370-1

Træning

Abe, Schambra, Wassermann, Luckenbaugh, Schweighofer & Cohen LG. (2011) Reward improves long-term retention of a motor memory through induction of offline memory gains. *Curr Biol*. 2011 Apr 12;21(7):557-62. Epub 2011 Mar 17.

Brashers-Krug, Shadmehr & Bizzi (1996) Consolidation in human motor memory. *Nature* Volume 383. 18 July 1996

Christiansen, Larsen, Grey, Nielsen & Lundbye-Jensen (2011) Long-term motor skill training with progressive difficulty enhances learning and promotes corticospinal excitability. *Indsendt til The Journal of Neuroscience*.

Hosp, Pekanovic, Rioult-Pedotti & Luft (2011) Dopaminergic Projections from Midbrain to Primary Motor Cortex Mediate Motor Skill Learning. *The Journal of Neuroscience*, February 16, 2011, 31(7):2481–2487

Jensen, Marstrand & Nielsen (2005) Motor skill training and strength training are associated with different plastic changes in the central nervous system. *J Appl Physiol*. 2005 Oct;99(4):1558-68.

Lundbye-Jensen, Petersen, Rothwell & Nielsen (2011) Interference in ballistic motor learning. Specificity and role of sensory error signals. *PLoS ONE* Mar 9;6(3):e17451.

Lundbye-Jensen, Leukel & Nielsen (2012) Learning without knowing: subliminal feedback facilitates motor learning. *In progress*

Overduin, Richardson, Lane, Bizzi & Press (2006) Intermittent Practice Facilitates Stable Motor Memories. *The Journal of Neuroscience*, November 15, 2006 • 26(46):11888 –11892

Pascual-leone, Amedi, Fregni & Merabet (2005) The plastic human brain cortex. *Annu. Rev. Neurosci*. 2005;28:377-401

Perez, Ljungholt, Nyborg & Nielsen (2004) Motor skill training induces changes in the excitability of the leg cortical area in healthy humans *Exp Brain Res* (2004) 159: 197–205

Redgrave & Gurney (2006) The short-latency dopamine signal: a role in discovering novel actions? *Nature Reviews Neuroscience*. VOLUME 7 | DECEMBER 2006

Roig, Skriver, Kiens, Lundbye-Jensen & Nielsen (2012) – in progress

Schmidt & Wrisberg (2004) Motor learning and performance. *Human Kinetics*

Winter, Breitenstein, Mooren, Voelker, Fobker, Lechtermann, Krueger, Fromme, Korsukewitz, Floel & Knecht (2007) High impact running improves learning. *Neurobiology of Learning and Memory*. 87 (2007) 597–609

Program

Tirsdag den 25. oktober 2011

11.00 Velkomst, præsentation af deltagerne

13.00 Introduktion ved Jens Bangsbo, formand for KIF. Herunder præsentation af de to moderatorer, professor Jens Bo Nielsen og lektor Karsten Froberg

Indledende forelæsning:

13.15 "Idræt, krop og læring – i et idéhistorisk perspektiv" (professor Lars-Henrik Schmidt, Aarhus Universitet)

Tema 1:

Sammenhænge mellem fysisk aktivitet i skole/forening/fritid og læring

14.00 "Hvad siger forskningen om forbindelsen mellem fysisk aktivitet og læring?" (professor Mads Hermansen, Syddansk Universitet)

15.45 "Cardiovascular fitness og kognition hos unge" (MD, ph.d., Maria Åberg, Centre for Brain Repair and Rehabilitation Institute for Neuro science and Physiology, Göteborg Universitet)

17.30 "Bunkefloprojektet, Motorisk træning og indlæring i skolen" (Fil.dr., lektor Ingegerd Ericsson, Malmö Högskola)

Onsdag den 26. oktober 2011

Tema 1 (fortsat):

09.00 "Kropslighed og læring - i et bevægelsespsykologisk perspektiv" (Ph.d., lektor Helle Winther, Institut for Idræt, Københavns Universitet)

Tema 2:

Neurofysiologiske sammenhænge mellem fysisk aktivitet og læring

10.45 "De neurale mekanismer ved motions virkninger på indlæring og problemløsning hos det intakte og hjerneskadede individ" (Professor Jesper Mogensen, Institut for Psykologi, Københavns Universitet)

13.30 "Udfordring af det egocentriske syn på menneskets adfærd" (Læge og hjerneforsker Kjeld Fredens)

15.15 "Omgivelserne og fysisk aktivitets betydning for hjerneudvikling og indlæring" (Professor Hans Forssberg, Karolinska Institutet)

17.00 "Motorisk indlæring, fysisk inaktivitet og de underliggende plastiske ændringer i nervesystemet" (Ph.d., post doc. Jesper Lundbye Jensen, Institut for Idræt, Københavns Universitet)

Konklusionsfasen:

18.45 Arbejdsgrupper nedsættes, fremgangsmåde for det konkluderende arbejde diskuteres

Torsdag den 27. oktober 2011

Konklusionsfasen fortsættes: Konsensusstatements udarbejdelse og formidling

09.00 Indledning til dagens arbejde

09.15 Arbejdsgrupperne arbejder med konsensusstatements

10.45 Konsensusstatements fremlægges og diskuteres in plenum

Deltagerliste

Efternavn	Fornavn	Institution
Ericsson	Ingegerd	Malmö högskola
Forssberg	Hans	Karolinska Institutet
Fredens	Kjeld	
Froberg	Karsten	Syddansk Universitet
Hermansen	Mads	Syddansk Universitet
Lundbye-Jensen	Jesper	Københavns Universitet
Mogensen	Jesper	Københavns Universitet
Nielsen	Jens Bo	Københavns Universitet
Schmidt	Lars-Henrik	Aarhus Universitet
Winther	Helle	Københavns Universitet
Åberg	Maria	Göteborgs universitet
Svendler Nielsen	Charlotte	Københavns Universitet
Hvass Petersen	Tue	Københavns Universitet
Støckel	Jan Toftegaard	Syddansk Universitet
von Seelen	Jesper	Syddansk Universitet/ UC Syddanmark
Elbæk	Lars	Syddansk Universitet
Bangsbo	Jens	KIF
Ibsen	Bjarne	KIF
Jansson	Eva	KIF
Jørgensen	Per	KIF
Møller	Verner	KIF
Jensen	Eva	Kunststyrelsen
Riiskjær	Søren	DGI
Langballe	Mona	DGI
Bille	Steen	DGI
Mølholm Hansen	Morten	DIF
Heide	Dorthe	DIF
Walter Jensen	Rikke Line	Dansk Firmaidrætsforbund
Bjerrum	Henriette	Idrættens Analyseinstitut
Bach	Lars Green	Team Danmark
Vestergård Madsen	Bo	Lokale- og Anlægsfonden
Grinderslev	Niels	Dansk Skoleidræt
Krarpup	Sune Friis	Kulturministeriet (observatør)
Alvang	Dorthe	Børne- og Undervisningsministeriet (observatør)
Stobbe	Rikke Christine	Børne- og Undervisningsministeriet (observatør)
Kristensen	Tue	Sundhedsstyrelsen (observatør)