



AKADEMIN FÖR HÄLSA OCH ARBETSLIV
Avdelningen för folkhälso- och idrottsvetenskap

Hur påverkar konditionsträning hjärnans plasticitet?

En litteraturstudie

Sofia Husu

2019

Examensarbete, Grundnivå (kandidatexamen), 15 hp
Idrottsvetenskap
Idrottsvetenskapliga programmet, inriktning hälsofrämjande livsstil
Examensarbete Idrottsvetenskap

Handledare: Sven Blomqvist
Examinator: Kajsa Jerlinder

Abstract

Bakgrund: vår hjärna är plastisk och har en förmåga att anpassa sig efter den miljö vi lever i samt återställa skador och sjukdomar. Studier har visat att vår hjärna förblir plastisk under hela livet, men det finns faktorer som påverkar plasticiteten. Kroppen påverkas positivt av konditionsträning och även vår psykiska hälsa. Det är därför intressant att studera hur konditionsträning påverkar hjärnans plasticitet.

Syfte: studiens syfte var att undersöka hur konditionsträning påverkar hjärnans plasticitet.

Metod: en litteratursökning gjordes i databaserna Discovery, Cinahl och PubMed. Sökord och inklusions- samt exklusionskriterier användes för att få fram relevanta artiklar som kunde svara på studiens syfte. Nio vetenskapliga artiklar valdes ut för analys. Artiklarna kvalitetsgranskades med hjälp av PEDroskalan.

Resultat: i artiklarna framkom fyra resultat; att konditionsträning påverkar utsöndringen av BDNF vilket är en tillväxtfaktor som reglerar spridningen av nervceller i hjärnan, att konditionsträning ökar volymen av hippocampus som är viktig för att kunna skapa minnen, att det finns en oenighet kring frågan om intensiteten på konditionsträningen påverkar hjärnplasticiteten och att grå hjärnsubstans ökar. Kvaliteten på artiklarna varierade från att inte nå upp till betyget ”fair” till betyget ”excellent”.

Slutsats: det är tydligt att konditionsträning påverkar hjärnans plasticitet på flera olika sätt och vid olika intensitet. Alla bör därför uppmuntras till att konditionsträna på något sätt för att stärka eller bibehålla effekterna av hjärnans plasticitet.

Nyckelord: fysisk aktivitet, BDNF, hippocampus, intensitet, grå substans

Innehåll

Abstract.....	3
Ordlista	5
1.0 Bakgrund	6
1.1 Hjärnplasticitet	6
1.2 Konditionsträning	9
2.0 Problemformulering	11
3.0 Syfte.....	11
4.0 Frågeställning	11
5.0 Metod.....	12
5.1 Design	12
5.2 Databaser och sökord	12
5.3 Dataanalys	14
5.4 Kvalitetsgranskning	14
5.5 Etiska överväganden	14
6.0 Resultat	15
6.1 Konditionsträning höjer utsöndringen av BDNF i hjärnan	15
6.2 Konditionsträning ökar volymen på hippocampus	17
6.3 Studier oense kring frågan om intensitet	19
6.4 Konditionsträning påverkar neurogenes	21
7.0 Diskussion	21
7.1 Resultatdiskussion	21
7.2 Metoddiskussion	23
7.3 Etisk diskussion	24
7.4 Vidare forskning	24
8.0 Slutsats.....	25
Referenser.....	26
Bilaga 1 sammanfattning av använda artiklar	30
Bilaga 2 tabell PEDro	33
Bilaga 3 PEDro-skalans kriterier	34

Ordlista

Plasticitet	Undergå en förändring.
Synaps	Kontaktställe där en nervimpuls överförs från en nervcell till en annan cell.
Dendrit	Kort, förgrenat utskott från en nervcell, vilket fungerar som mottagare för inkommande impulser.
Axon	Det utåtledande utskottet från en nervcell
Neurotransmittor	Annat namn på signalsubstans i nervsystemet.
Tillväxtfaktorer	Kroppsegna proteiner som utövar hormoneffekter som befordrar cellers delning, differentiering och aktiviteter.
Neurogenes	Bildandet av nervceller.
Synaptogenes	Bildandet av synapser.
Angiogenes	Nybildning av blodkärl.
Serotonin	Neurotransmittor.
Dopamin	Neurotransmittor.
Noradrenalin	Neurotransmittor.
BDNF	Brain-derived neurotrophic factor, tillväxtfaktor. Viktigt ämne för nybildandet av nervceller.
Hippocampus	Struktur i hjärnan som är involverad i kognitiva funktioner som minne och inläring. Består av grå substans.
Gyrus	Fåra i hjärnbarken. Färre gyri ger sämre kognitionsförmåga.
VO2max	Den maximala syreupptagningsförmågan.
MRI	Magnetisk resonanstomografi. Metod för att ta bilder av inre anatomistrukturer.
fMRI	Funktionell MRI. Metod för att avbilda hjärnans aktivitet.
TMS	Transkraniell magnetstimulering. Undersökningsmetod som stimulerar olika delar av hjärnan.
itBS	Intermittent theta burst stimulation. Form av TMS. Undersökningsmetod som stimulerar hjärnan med hjälp av magnetimpulser i ett mönster.

1.0 Bakgrund

Hjärnans nervvävnad börjar minska vid 30 års ålder. Synapser, kopplingarna mellan nervceller, minskar i storlek och antal och nervcellernas kommunikation till varandra blir sämre. Blodkärlens förgrening i hjärnan ändras och detta påverkar tillförseln av tillväxtfaktorer och näringsämnen. Hjärnan tappar även vikt och delar av den krymper ju äldre vi blir. Allt detta leder till att våra kognitiva förmågor försämras, liksom minnet och vår förmåga att lära oss nya saker (Nyberg, 2018).

Det är inte endast hög ålder som påverkar hjärnan negativt. Sjukdomar såsom MS, depression, stroke och demens kan även de bidra till att funktioner i hjärnan försämras. Detta händer då dessa sjukdomar kan förstöra eller bryta ner nervceller och andra strukturer i hjärnan (Nyberg, 2018).

Plasticitet betyder att något är formbart och detta gäller även för vår hjärna. Hjärnplasticitet innebär att vår hjärna kan omstrukturera sig (exempelvis ändra form och bilda fler hjärnceller) om det behövs, exempelvis vid en skada eller en sjukdom. Plasticiteten påverkar även vår kognitiva förmåga, exempelvis inläring.

Det är känt att konditionsträning påverkar kroppen. Hjärta, blodkärl, skelettmuskulatur, immunsystem och andra organ påverkas positivt, men även vår psykiska hälsa förbättras av träning (FYSS 2015). Det är därför intressant att studera om konditionsträning även har en positiv påverkan på hjärnans plasticitet.

1.1 Hjärnplasticitet

Forskare trodde länge att hjärnan utvecklas fram till en viss ålder och att utvecklingen sedan avtar. Detta är dock motbevisat. Det har visat sig att hjärnans anatomi ändras under hela livstiden (Bryck & Fisher, 2011). Hjärnan har en förmåga att anpassas till de situationer den ställs inför. Den optimerar sin struktur och omorganiserar sig så att förutsättningarna ska vara så goda som möjligt för den miljö den befinner sig i. Hjärnan utformar nya förbindelser mellan nervceller och omstrukturera då sin anatomi. Detta innebär att hjärnan är plastisk, alltså formbar och att vi människor hela tiden kan lära oss nya färdigheter. Det innebär också att hjärnan kan återställa skador vid exempelvis en stroke (Hu, Wester & Stibrant

Sunnerhagen, 2018) samt förhindra sjukdomar och i vissa fall bromsa den utveckling som åldrandet har på hjärnan (Nyberg, 2018 & Hjärnfonden, 2018).

Det finns många olika processer som sker i hjärnan när man talar om plasticitet. Exempel på dessa är ökad angiogenes, synaptogenes, neurogenes, utväxande av axon och omorganisation av neuronala nätverk i hjärnan (Hu, Wester & Stibrant Sunnerhagen, 2018).

Förändringar på cellnivå sker vid inlärning av nya färdigheter och när minnen skapas hos friska personer. Större omorganisationer i hjärnan av nätverk och nervceller sker efter en skada på hjärnan. Dessa kan även ske i kombination av varandra. Plasticitet kan exempelvis ske efter att en person fått en stroke. Då återställs nätverket av nervceller som omgärdar skadan gradvis. Andra områden i hjärnan kan då få agera hjälp och ta över de funktioner som inte fungerar på det skadade området (Nyberg, 2018). Det har via experimentella och kliniska data visats att den miljö vi vistas i samspelar med medicinska behandlingar, såsom operation, transplantationer och rehabilitering (Johansson, Dahlin, Lundborg & Forssberg, 2001).

Det finns något som kallas för synaptisk plasticitet (synaptogenes). Detta betyder att synapser i hjärnan förstärks eller försvagas beroende på hur aktiva de behöver vara. Synapser är då nervceller kommunicerar med varandra via kopplingar i hjärnan. De består av en nervcells långa utskott, även kallad axon, som ger ifrån sig neurotransmittorer vilka hämtas upp av en nervcells kortare utskott, även kallat dendrit. Neurotransmittorer är exempelvis; serotonin, noradrenalin och dopamin. Dessa är alla signalsubstanser som påverkar våra känslor. Att detta kan ske har en stor betydelse för hjärnans formbarhet som innebär att hjärnan kan lära sig nya färdigheter och anpassa sig efter den miljö den befinner sig i. Denna koppling mellan nervcellerna kan förändras genom att vissa synapser försvinner och att andra tillkommer. Kopplingarna förstärks eller försvagas om utskotten, axoner och dendrit, blir fler eller färre. Typen och mängden av neurotransmittor som släpps ut i synapsen kan anpassas och även förändras efter behov. Hjärnan kan då anpassa vilka signaler som ska skickas mellan nervcellerna vilket utgör grunden för inlärning och skapande av minne (Nyberg, 2018).

Något som möjliggör hjärnans utveckling är att nya nervceller i hjärnan bildas. Längre trodde forskare att nervceller bildades under utvecklingsfasen av hjärnan hos en människa och att vi sedan inte kan bilda fler. Detta har dock motbevisats och forskning tyder på att det bildas nya

nervceller i hjärnan under hela livstiden. När nya nervceller bildas i hjärnan kallas det för neurogenes och detta händer främst i två områden i hjärnan; runt den laterala ventrikeln och i hippocampus. Hippocampus består av grå hjärnsubstans och där sker kognitiva funktioner såsom minne och inläring (Cardiff University, 2019 & Nyberg, 2018). Kognition är en persons förmåga att kunna lära sig saker och att kunna bearbeta information som hjärnan får (Habilitering och hälsa, 2018). Det är även hippocampus som gör det möjligt att orientera sig i ett rum och hitta till specifika platser. Om det föds fler nervceller i hippocampus leder det till bättre minne och förmåga för inläring eftersom de nya nervcellerna är mer formbara än de gamla. Att nya nervceller bildas i hjärnan hos vuxna gör det möjligt för hjärnan att vara plastisk (Nyberg, 2018). Ett viktigt ämne för nybildandet av nervceller i hjärnan är signalproteinet BDNF (brain-derived neurotrophic factor) (KI, 2019). Det är en tillväxtfaktor som reglerar spridningen av nervceller vilket även är viktigt för synaptisk plasticitet (Spriggs et al, 2019).

Det är bevisat att det går att påverka hjärnan till att bli mer plastisk genom att vara mentalt aktiv. En stimulerande miljö och att aktivera sinnen genom musik, dans och bildkonst är saker som påverkar människor starkt och möjliggör plasticitet (Johansson, Dahlin, Lundborg & Forssberg, 2001, Nyberg, 2018). Forskning visar tydligt att plasticiteten i hjärnan är störst hos barn, men en hjärna hos en frisk person är sannolikt plastisk hela livet (Johansson, Dahlin, Lundborg & Forssberg, 2001).

Det finns olika sätt att mäta hur hjärnplasticiteten påverkas. Ett sätt är genom magnetisk resonanstomografi (MRI), där en magnetkamera tar snittbilder av hjärnan genom magnetfält och radiovågor (Sahlgrenska universitetssjukhuset, 2018). fMRI, funktionell MRI, är en teknik som används för att på en skonsamt vis lokalisera funktioner i hjärnan, såsom känsel, syn och språk (Van Westen & Olsrud, 2008). Detta är en utveckling av magnetkameran som gör att man kan ta bilder av hjärnans arbete (Weibull, 2010). Genom bilderna kan man analysera neuronaktiviteten via mätning av signalförändringar som sker när man växlingsvis genomför en uppgift i MR-kameran och sedan vilar (Van Westen & Olsrud, 2008).

Andra sätt att mäta hjärnplasticitet är via transkraniell magnetstimulering (TMS) och intermittent theta burst stimulation (iTBS). Vid TMS stimuleras nervsystemet med hjälp av inducerad ström och kan då mäta aktiviteten i hjärnan (Barker & Freeston, 2007). En annan form av TMS är iTBS. Denna typ av stimulering används också för att mäta hjärnaktiviteten.

Små magnetiska pulseringar skickas repetitivt ut i ett mönster som stimulerar hjärnbarken (Ni et al, 2017).

1.2 Konditionsträning

Konditionsträning främjar hälsan för alla människor, det minskar risken för kroniska sjukdomar och kan förbättra eller bibehålla den fysiska kapaciteten (FYSS, 2015). Principen för konditionsträning är att vår kropp ska anpassas till den ansträngning som våra organ utsätts för (Mattsson, 2010).

Vid konditionsträning sker en rad olika processer i kroppen. Andning och blodtryck ökar, genomblödningen i hjärta och muskler ökar frisättningen av hormoner som till exempel kortisol, adrenalin och tillväxthormon. Tillväxthormon hjälper till att reglera blodsockernivån. Kärlmotståndet minskar i både muskler och hjärtats kranskärl samtidigt som kärlmotståndet ökar i njurarnas och mag- och tarmkanalens kärl. Detta betyder att blodet strömmar till de arbetande organen och vävnaderna. Då kroppen blir varmare leds blodet till huden och bidrar till svettningar (FYSS, 2016).

Vid konditionsträning belastas hjärta och musklernas aeroba system som bidrar till att hjärtats fysiska förmåga förbättras och att mitokondrievolymen, alltså skelettmuskulaturens aeroba system, ökar. Detta bidrar i sin tur till en ökad uthållighet. Att hjärtats kapacitet förbättras beror till viss del på att slagvolymen ökar och mer blod kan pumpas ut vid varje slag då hjärtat ökat i volym. Detta leder till att syreupptagningsförmågan förbättras (FYSS, 2016).

Konditionsträning kallas även för aerob träning och delas ofta in i tre träningsområden: lågintensiv träning, medelintensiv träning och högintensiv träning. Det finns framför allt tre ändamål med konditionsträning: att förbättra eller bibehålla transporten av syre via blodomloppet, musklernas förmåga att använda syret och förbränna fett för att kunna vara aktiva över en längre tid samt kroppens förmåga till återhämtning (Michalsik & Bangsbo, 2004). Ett pass i konditionsträning ska planeras så att det ger stor lungventilation, påtaglig hjärtverksamhet och att stora muskelgrupper arbetar dynamiskt (Mattsson, 2010). Desto högre intensitet som träningen utförs med desto bättre blir den omedelbara påverkan på kroppen och en person som är otränad får större resultat än någon som redan är vältränad (FYSS, 2015).

Biologiska effekter av konditionsträning sker även i hjärnan. Blodflödet, ämnesomsättningen och aktiviteten i hjärnceller ökar till de områden som sköter synintryck, motorik, balans och hjärt-kärlfunktion samt andningsfunktion. Under fysiskt arbete frisätts signalsubstanser i hjärnan, dessa är bland annat: serotonin, dopamin och glutamat. Detta påverkar koncentrationsförmågan, vakenheten och kan minska aptiten. Långtidseffekterna av fysisk aktivitet är bland andra förbättrad koordination, balans och reaktionsförmåga. Detta kan i sin tur bidra till att vi upplever ett välbefinnande. (FYSS, 2016).

Lågintensiv konditionsträning utförs främst för att få en snabbare återhämtning efter exempelvis hård träning eller tävling för att kroppen ska återgå till sin normala fysiska nivå. Lågintensiv konditionsträning kan även användas för att idrottare inte ska bli övertränade. Träningen ska utföras på cirka 65 procent av maxpuls, oftast kring 130 slag per minut. Den kan med fördel genomföras i en enda lång arbetsperiod, men kan också genomföras med intervaller, perioderna ska då vara i minst fem minuter med små pauser emellan. (Michalsik & Bangsbo, 2004). Enligt FYSS (2015) finns det mycket få risker med att utföra konditionsträning av låg intensitet.

Den medelintensiva konditionsträningens syfte är främst att förbättra uthålligheten, alltså musklernas förmåga att kunna arbeta under en längre tid samt kroppens förmåga till återhämtning efter hård träning. Under medelintensiv konditionsträning ska pulsen ligga på cirka 80 procent av maxpuls, oftast kring 160 slag per minut. Även denna träning kan genomföras i en lång arbetsperiod eller delas upp i intervaller, perioderna ska då vara minst tre minuter långa. Då intensiteten inte är hög kan passen vara under en längre tid (Michalsik & Bangsbo, 2004).

Högintensiv träning utförs för att förbättra konditionen, alltså att kroppen ska klara av att arbeta med hög intensitet under en lång tid. Syftet är även att förbättra kroppens återhämtning efter hård träning. Vid högintensiv konditionsträning ska pulsen motsvara cirka 90 procent av max, oftast kring 180 slag per minut. Passen kan genomföras likt de övriga, antingen under en lång arbetsperiod, då ska passet inte vara längre än 30 minuter eftersom intensiteten är så pass hög. Den kan även utföras med långa eller korta intervaller. Studier visar att högintensiv konditionsträning är det främsta alternativet för att förbättra den maximala syreupptagningsförmågan, alltså att förbättra konditionen (Michalsik & Bangsbo, 2004).

Ett konditionsträningsprogram bör innehålla tre komponenter: ryckträning för att träna snabbhet och muskelstyrka, intervallträning och distansträning för att vänja kroppen vid arbete över en längre tid (Mattsson, 2010).

För att mäta den upplevda fysiska ansträngningen kan Borgskalan användas. Detta är en skala med siffror från 6 till 20 där känslan av ansträngningen ska skattas utifrån dessa siffror. Nivå 6 är ingen ansträngning alls medan 20 är den maximala upplevda ansträngningen. Dr Gunnar Borg som skapade skalan hade en tanke om att siffrorna kan multipliceras med tio för att få en indikation på vilken puls man har under aktiviteten (Harvard TH Chan, 2019).

2.0 Problemformulering

Konditionsträning påverkar organ i vår kropp i en positiv riktning och även vid sjukdomstillstånd kan konditionsträning förbättra hälsoläget. Studier har visat att psykiska problem såsom depression och ångest kan lindras av konditionsträning och ha samma effekt som antidepressiva läkemedel.

Hjärnplasticitet är även det en viktig faktor för att kroppen ska må bra. Hjärnan kan då den är plastisk ändra struktur, läka skador som uppstår och förbättra vår inläring (kognition). Vår hjärna börjar försämrans från och med 30-årsåldern och nervvävnad minskar, detta påverkar vår förmåga att lära oss nya saker och minnas. Det är därför intressant att se om konditionsträning likväl som att påverka andra organ i vår kropp kan förbättra hjärnans plasticitet.

3.0 Syfte

Vilka effekter har konditionsträning på hjärnans plasticitet hos vuxna mellan 20-75 år?

4.0 Frågeställning

- Hur påverkar konditionsträning hjärnans volym?
- Hur påverkar konditionsträning utsöndringen av BDNF i hjärnan?
- Hur påverkar konditionsträning neurogenes i hjärnan?
- Hur påverkar konditionsträning återställandet av nervceller i hjärnan?

5.0 Metod

5.1 Design

Valet av design för denna studie är en allmän litteraturstudie där syftet är att sammanfatta det aktuella forskningsläget över det valda ämnet (Eriksson Barajas, Forsberg & Wengström, 2013).

5.2 Databaser och sökord

Till denna litteraturstudie har vetenskapliga artiklar använts. Dessa har samlats in via sökningar på databaser. Inklusionskriterierna för sökningen var att endast använda artiklar som blivit peer-reviewed, som är skrivna på engelska och där testpersonerna är vuxna. Exklusionskriterierna var personer under 20 år och personer över 75 år. Åldersspannet blev stort då de flesta studierna inte fokuserade på någon speciell åldersgrupp. Även reviews av studier exkluderades. Sökorden blev konditionsträning, neuroplasticitet och neurogenes. Dessa översattes till engelska mesh-termer med hjälp av Karolinska institutets svensk mesh. Mesh-termerna för söknigen i PubMed blev då aerobic exercise, neuroplasticity och neurogenesis (KI, 2019). I Cinahl gjordes sökningen med headings vilka blev desamma som mesh-termerna (EBSCO, 2019). Även frasen brain plasticity användes vilket inte är en mesh-term utan en översättning från svenskans "hjärnplasticitet".

Vid en första övergripande sökning på ämnet i Discovery upptäcktes att orden plasticitet och konditionsträning användes mest frekvent i de vetenskapliga artiklarna, därför valdes dessa sökord. Mellan orden användes boolska operatoren AND för att få med alla begrepp i samma sökning och exkludera de som endast använt ett av begreppen. Först gjordes en sökning i samsökningstjänsten Discovery för att se hur många träffar ämnet fick. Då det handlade om för många träffar användes frassökning på begreppen för aerobic exercise och brain plasticity för att smalna av sökningen. Med frassökning avses att sätta en term inom citationstecken. Vid en frassökning sker sökningen på hela begreppet inom citationstecknen vilket innebär att endast artiklar som innehåller hela begreppet visas. Begreppet neuroplasticity lades till då sökningen visade att det förekom artiklar med detta begrepp i dessa databaser. Därefter gjordes två sökningar i PubMed och två i Cinahl, samtliga med frassökning. Dessa databaser användes då de är medicinska databaser och innehåller ämnen inom bland annat: medicin, omvårdnad och fysioterapi.

Då den första sökningen främst innehöll reviews av andra studier behövdes ytterligare en sökning göras. I PubMed användes sökalternativet "clinical trials" för att få fram kliniska studier i resultatet. Först gjordes sökningen med sökorden aerobic exercise och brain plasticity i en frassökning men då resultatet blev för litet togs frassökningen bort och samma ord söktes utan citationstecken för att bredda sökningen. En sista sökning i PubMed gjordes med det nya sökordet neurogenesis som upptäcktes i artiklar vid tidigare sökningar. En ny sökning gjordes därefter i Cinahl där frassökningen togs bort på sökorden aerobic exercise och brain plasticity. Därefter gjordes även en sökning i Cinahl med sökordet neurogenesis.

Tabell 1: Sammanställning av databaser och sökord i litteratursökningen

Databas	Sökord och sökval	Antal träffar	Lästa abstracts	Valda artiklar
Discovery	Aerobic exercise AND brain plasticity	911	0	0
Discovery	"Aerobic exercise" AND "brain plasticity"	236	0	0
Discovery	"Aerobic exercise" AND "neuroplasticity"	461	5	0
PubMed	"Aerobic exercise" AND "brain plasticity"	20	20	1
PubMed	"Aerobic exercise" AND "neuroplasticity"	78	8	1
PubMed	"Aerobic exercise" AND "brain plasticity" Clinical trials	3	3	1
PubMed	Aerobic exercise AND brain plasticity Clinical trials	93	7	5
PubMed	Aerobic exercise AND neurogenesis Clinical trials	19	1	1
Cinahl	"Aerobic exercise" AND "brain plasticity"	1	1	0
Cinahl	"Aerobic exercise" AND "neuroplasticity"	10	10	0

Cinahl	Aerobic exercise AND neuroplasticity	15	15	0
Cinahl	Aerobic exercise AND brain plasticity	28	0	0
Cinahl	Aerobic exercise AND neurogenesis	3	3	0

5.3 Dataanalys

Först skedde en sökning på de sökord som valts. Därefter lästes titlar på artiklarna, de som stämde överens med syftet plockades ut. Abstraktet på de valda artiklarna lästes och de som stämde överens med syftet valdes ut och hela artikeln lästes (Landén, 2008). De artiklar som överensstämde med syftet på studien lästes noggrant ett flertal gånger. Därefter analyserades artiklarnas innehåll för att svara på frågeställningarna.

5.4 Kvalitetsgranskning

Kvalitetsgranskning av artiklarna skedde utifrån PEDros granskningsmall. PEDro innehåller elva frågor som går att besvara med ”ja” eller ”nej”. Poängen sätts utifrån antal ”ja” en studie får. Den första frågan räknas dock inte med i poängbedömningen. Granskningen är till för att bedöma artiklarnas metodiska kvalitet. (A De Morton, 2009). Poäng mellan 9-10 är ansett som ”excellent” och av väldigt hög metodisk kvalitet. Poäng mellan 6-8 anses ha ”good” (bra) metodisk kvalitet medan poäng mellan 4-5 är av ”fair” (godkänd) kvalitet (Harjoto, Prakash & Saravankumar, 2015).

Angående kvalitetsgranskning nämner Statens beredning för medicinsk utvärdering (2017) att små studier kan vara problematiska. Det kan vara svårt att få ett resultat som är statistiskt signifikant på grund av antalet deltagare och det finns också en risk för att studien inte är lika välplanerad som en större studie.

5.5 Etiska överväganden

I den här studien har endast artiklar som är peer-reviewed och etiskt godkända använts. Författaren har även utgått från Vetenskapsrådets (2017) åtta viktiga punkter för att följa en god forskningssed vid utförandet av denna litteraturstudie och utgår från att tala sanning om forskningen, medvetet granska och redovisa utgångspunkterna för studien, öppet redovisa

metoder och resultat, öppet redovisa kommersiella intressen och andra bindningar samt inte stjäla forskningsresultat från andra. Författaren har också sett till att hålla en god ordning i sin forskning, bland annat genom dokumentation och arkivering, författaren har även strävat efter att bedriva forskningen utan att skada människor, djur eller miljö och författaren har varit rättvis i sin bedömning av andras forskning.

6.0 Resultat

6.1 Konditionsträning höjer utsöndringen av BDNF i hjärnan

Flera studier har visat att konditionsträning höjer utsöndringen av BDNF i hjärnan (Voss et al, 2013, Gomes Osman et al, 2017 och Erickson et al, 2011). Voss et al (2013) utförde en studie där 65 friska individer delades upp i två grupper där den ena gruppen med 30 personer fick utföra ett träningsprogram under ett år bestående av promenader. Grupp två med 35 personer fick utföra träningsprogram med inriktning på balans, flexibilitet samt styrka. Deltagarna klassades som stillasittande innan de påbörjade studien, vilket också var ett krav.

Den första gruppen fick sedan börja konditionsträna. De började med att gå under tio minuter det första passet för att sedan höja durationen vecka för vecka tills de kom upp i 40 minuter vecka sju. De fick använda pulsklockor och alla individer rekommenderades att befinna sig i sin rekommenderade pulszon vilken kalkylerades med hjälp av Karvonenmetoden. Den rekommenderade pulszonen var 50-60 procent av maxpuls fram till vecka sju och resterande veckor skulle pulszonen vara 60-75 procent av maxpuls. (Voss et al, 2013).

Den andra gruppens pass började och avslutades med stretchövningar. Varje pass innehöll fyra muskelstärkande övningar med användning av hantlar eller gummiband, två övningar som fokuserade på balans, en yogaövning samt en övning som de själva fick välja. Första veckan fokuserades på inläring av programmet medan deltagarna under vecka två och tre uppmuntrades att öka intensiteten på träningen. Rekommendationen var att deltagarna skulle träna med en intensitet som stämde överens med 13-15 på Borgskalan (Voss et al, 2013).

För att mäta utsöndringen av BDNF användes blodprov där ett serum sedan utvanns ur blodet. Serum användes istället för plasma då det är en bra metod för att undersöka tillväxtfaktorer i blodet och för att se individuella skillnader i neuropsykiatriska faktorer, kognitiva faktorer och träningsfaktorer. Blodprovet visade att det fanns ett samband mellan promenad-gruppen

och ökade nivåer av BDNF. Det visade en stärkning av kopplingen mellan bilaterala parahippocampus och den bilaterala delen av gyrus. Inget sådant samband fanns för den andra gruppen. Ökning av BDNF leder till att volymen av hippocampus ökar (Voss et al, 2013).

Gomes-Osman et al (2017) utförde en genomförbarhetsstudie för att undersöka hur en månads konditionsträning påverkade de kognitiva effekterna i hjärnan samt utsöndring av BDNF. Deltagarna klassades som friska men stillasittande vilket innebär att de inte hade utfört någon fysisk aktivitet mer än två gånger de senaste två månaderna. Innan studien började fick deltagarna utföra en screening där hälsodata samlades in och en enkät kring nivån av nuvarande fysisk aktivitet fylldes i. Alla deltagare fick genomföra en TMS-mätning före och efter träningsprogrammet. Deltagare som bar på BDNF-genen (val66met) delades in i en subgrupp med hypotesen om att de skulle vara mer mottagliga för hjärnplasticitet i samband med träning. Även ett test som studerade deltagarnas reaktionstid gjordes före och efter träningsprogrammet.

14 individer deltog i studien och varje deltagare skulle utföra 16 träningspass (tre pass per vecka under fyra veckor) och varje pass varade i 30 minuter. Träningen utfördes på löpband och passen övervakades under hela studiens gång. Deltagarna fick en pulsklocka som mätte deras puls. De blev instruerade att gå eller jogga med en intensitet på 55-64 procent av sin åldersberäknade maxpuls (220 minus ålder) under hela passet. Pulsen mättes var tionde minut och även fem minuter efter passet. Varje deltagare fick skatta sin upplevda ansträngning utifrån Borgskalan (Gomes-Osman et al, 2017).

Reaktionstidstestet visade att de som bar på BDNF-genen förbättrade sin reaktionstid mer än de som inte bar på genen. Resultatet av TMS-mätningen visade att de som bar på BDNF-genen hade en större benägenhet för hjärnplasticitet medan den andra subgruppen inte visade samma mottaglighet (Gomes-Osman et al, 2017).

Även en studie av Erickson et al (2011) kunde visa att en ökning av hippocampus storlek hade ett samband med ökade koncentrationer av BDNF i blodet. Denna studie beskrivs mer i detalj under rubriken "konditionsträning ökar volymen på hippocampus".

Tre av studierna (Voss et al, 2013, Gomes Osman et al, 2017 & Erickson et al, 2011) visar att BDNF-utsöndringen i hjärnan ökar i samband med konditionsträning. PEDro-poängen för dessa studier varierar, Voss et al (2013) och Erickson et al (2011) har höga poäng medan Gomes Osman et al (2017) har en låg PEDro-poäng (Se bilaga 2).

6.2 Konditionsträning ökar volymen på hippocampus

Fyra studier har undersökt hur hippocampus påverkas av konditionsträning. Pajonk et al (2010) fann i sin studie att både personer med schizofreni och friska personers hippocampus ökade i storlek efter tre månader av konditionsträning.

Studien bestod av en grupp med åtta personer som fick genomgå konditionsträning och en kontrollgrupp av åtta personer som endast fick spela ”bord-fotboll”. I båda grupperna fanns både friska personer och personer med schizofreni med. Konditionsträningen bestod av cykling under 30 minuter tre gånger per vecka under 12 veckor. Kontrollgruppen fick spela ”bord-fotboll” under 30 minuter tre gånger per vecka, detta valdes eftersom övningen bidrar till ökad koncentration och koordination men påverkar inte konditionen (Pajonk et al, 2010).

För att mäta volymen av hippocampus gjordes en strukturell bildanalys av hjärnan med hjälp av MRI. Den visade innan studiens början att det inte fanns någon skillnad i volym mellan de friska personerna och de med schizofreni (Pajonk et al, 2010).

Efter att grupp 1 utfört konditionsträningen visade MRI-bilderna att deras volym av hippocampus hade ökat med 14 procent. Ingen skillnad fanns heller där mellan de friska personerna och de med schizofreni. Den totala hjärnvolymin ökade inte, endast i hippocampus (Pajonk et al, 2010).

Jämförelser gjordes mellan personerna med schizofreni både i konditionsgruppen och i kontrollgruppen. Det visade att volymen av hippocampus hade ökat mest hos konditionsgruppen. Därför dras slutsatsen att det var just konditionsträningen som påverkat ökningen av volymen (Pajonk et al, 2010).

I en studie av Kleemeyer et al (2016) ingick 52 äldre stillasittande personer som under sex månader tränade konditionsträning. Ena gruppen fick utföra högintensiv konditionsträning och den andra gruppen fick utföra lågintensiv konditionsträning på cykel.

Konditionen, hippocampus mikrostruktur och hippocampus volym mättes före och efter träningen. Konditionen mättes med ett cykelergometertest där VO₂max utmättes.

Hippocampus mikrostruktur och volym mättes med MRI. Studien visade att ökad kondition medför en ökad densitet i hippocampus mikrostruktur som sedan kunde härledas till en ökning av volymen i hippocampus (Kleemeyer et al, 2016).

Erickson et al (2011) utförde en studie med 120 personer, där ett inklusionskriterium var att de skulle klassas som stillasittande och där ett exklusionskriterium var att inte ha demens. De blev slumpvis utvalda till två grupper. Ena gruppen fick träna konditionsträning i form av promenader medan den andra gruppen fick utföra stretchövningar och styrkeövningar.

Konditionsträningen bestod av promenader som började med tio minuter för att sedan uppnå 40 minuter efter den sjunde veckan. Alla pass började med uppvärmning och avslutades med nedvarvning i form av stretchövningar. Alla deltagare fick använda en pulsklocka och uppmanades att promenera med en rekommenderad puls av 50%-60% av maxpuls vecka ett till sju och 60%-75% resterande tid. Den andra gruppen fick utföra stretchövningar och styrkeövningar med en intensitet som motsvarade 13-15 på Borgskalan (Erickson et al 2011).

Innan studien fick deltagarna utföra MRI-test, minnestest och konditionstest. På minnestestet fick deltagarna se bilder där det fanns svarta punkter utplacerade och sedan försöka komma ihåg placeringen. Konditionstestet testade syreupptagningsförmågan med hjälp av en ergometercykel. Efter sex månader gjordes dessa tester igen. Ytterligare sex månader senare gjordes testerna om och även blodprov för test av BDNF togs (Erickson et al 2011).

Resultatet av MRI-mätningen efter ett år visade att hippocampus volym hade ökat efter konditionsträningen. Styrke- och stretchträningsgruppen visade däremot en nedgång i volym på hippocampus. Forskarna kunde se att ökningen hade skett främst i den främre delen av hippocampus där det rumsliga minnet finns. Konditionstestet visade ett samband mellan ökad kondition och ökad volym i hippocampus. Blodprovet kunde sedan visa att konditionsträning

ökade koncentrationen av BDNF i hippocampus och slutsatsen kunde dras att BDNF-nivån är associerad med ändringar av hippocampus storlek (Erickson et al 2011).

Ytterligare en studie styrker påståendet om att hippocampus volym ökar i samband med konditionsträning. Thomas et al (2016) fann dock att hippocampus återgår till ursprungsstorlek efter ytterligare sex veckor utan konditionsträning. Studien gjordes med 62 deltagare, både män och kvinnor, som inte hade någon neurologisk eller psykiatrisk sjukdom. De delades in i två grupper där den ena gruppen fick börja studien med att ”vila” i sex veckor och den andra gruppen fick utöva konditionsträning under sex veckor. Därefter byttes grupperna av. Konditionsträningen bestod av att cykla under 30 minuter med en intensitet på cirka 55%-85% av deras maxpuls. De tränade fem dagar per vecka under sex veckor. De uppmuntrades att öka intensiteten efter varje vecka.

När MRI-mätningen var gjord visades ett tydligt samband mellan konditionsträning och en ökning i volym av hippocampus. Mätningen visade att hippocampus volym hade ökat för den grupp som fick börja med konditionsträningen, vilket innebär att ökningen sker direkt efter träning. När denna grupp sedan hade vilat under sex veckor gjordes mätningen igen och resultatet visade att hippocampus åter hade krympt till samma storlek som innan träningsprogrammet startades (Thomas et al 2016).

Fyra av studierna (Pajonk et al, 2010, Kleemeyer et al, 2016, Erickson et al, 2011 & Thomas et al, 2016) är eniga om att konditionsträning ökar volymen på hippocampus. Detta är en följd av att utsöndringen av BDNF i hippocampus ökar, som tidigare studier presenterat, vilket leder till nybildning av nervceller i hjärnan. Alla fyra studier har fått höga poäng på PEDro-skalan och anses ha en ”good” till ”excellent” metodkvalitet (se bilaga 2).

6.3 Studier oense kring frågan om intensitet

Tre studier har undersökt hur intensiteten på konditionsträning påverkar hjärnplasticiteten. En studie gjord av Murdoch et al (2016) visar att lågintensiv konditionsträning under 30 minuter inte hade någon effekt på hjärnplasticiteten hos patienter som överlevt en stroke. Tolv deltagare valdes ut för studien. De skulle ha varit drabbade av stroke minst sex månader tidigare och fick inte äta medicin för blodtryck. De fick sedan utföra tre test. Det första var att sitta och vila under 30 minuter. De fick sedan cykla på en ergometercykel under 30 minuter

på en låg intensitet, detta gjordes två gånger. För att mäta eventuell påverkan på hjärnplasticitet användes metoden iTBS och TMS (transkraniell magnetstimulering).

Resultatet på testerna visade ingen ökning av hjärnaktiviteten, varken efter den vilande perioden eller den lågintensiva träningen via TMS-stimulans och iTBS-stimulans med utlösning på handens muskler. Därför dras slutsatsen att hjärnplasticiteten i hjärnbarken inte påverkas av 30 minuters lågintensiv träning hos individer som drabbats av stroke (Murdoch et al. 2016).

Det har gjorts en studie på både deprimerade och friska personer för att se hur hippocampus påverkas av konditionsträning med måttlig till hög intensitet. Gourgouvelis et al (2017) utförde en pilotstudie med fMRI-mätning och fann att konditionsträning främjar hjärnplasticitet i både friska och deprimerade hjärnor.

Sexton personer deltog i studien, åtta personer med depression och åtta friska personer. Dessa delades in i två grupper. Deltagarna i båda grupperna fick sedan ett åtta veckor långt individanpassat konditionsträningsprogram som bestod av tre pass i veckan. Programmet baserades på rekommendationen om att en person bör vara fysiskt aktiv minst 150 minuter per vecka med måttlig till hög intensitet. De fick välja mellan att träna på ett löpband, en cykel eller en crosstrainer. Pulsen mättes under hela passet (Gourgouvelis et al, 2017).

Resultatet av fMRI-mätningen visade att aktiviteten i hippocampus hade sänkts hos båda grupperna. Detta innebär att konditionsträning under måttlig till hög intensitet som ger en förbättrad kardiovaskulär kondition påverkar nervfunktionen i både deprimerade och friska hjärnor. (Gourgouvelis et al, 2017).

Även Kleemeyer et al (2016) fann att konditionen ökade hos samtliga deltagare och att det inte fanns någon skillnad mellan den låg- eller högintensiva gruppen. Denna studie har beskrivits mer i detalj under rubriken ”konditionsträning ökar volymen på hippocampus”.

Gourgouvelis et al (2017) och Kleemeyer et al (2016) har i sina studier funnit att intensiteten på konditionsträningen inte verkar ha betydelse för hjärnplasticiteten. Murdoch et al (2016) fann dock att konditionsträning på låg intensitet inte påverkade hjärnplasticiteten.

Gourgouvelis et al (2017) och Kleemeyer et al (2016) har fått höga poäng på PEDro-skalan

och anses ha en ”good” metodkvalitet medan Murdoch et al (2016) har fått en låg poäng och når inte upp till bryget ”fair”.

6.4 Konditionsträning påverkar neurogenes

Även andra strukturer i hjärnan kan förändras av konditionsträning. Falkai et al (2013) utförde en studie med sexton personer, både med och utan schizofreni. De delades upp i två grupper om åtta personer där ena gruppen fick utföra konditionsträning under tre månader och den andra gruppen fick spela ”bord-fotboll” under samma tid. Konditionsträningen bestod av cykling under 30 minuter tre gånger i veckan under tre månader. Intensiteten var måttlig.

Efter att den grå substansen mätts hos deltagarna före och efter konditionsträningen och ”bord-fotbollen” visade resultatet att det fanns en markant ökning av den grå massan hos konditionsträningsgruppen (Falkai et al 2013). Metodkvaliteten på denna studie anses vara ”good” och har fått höga PEDro-poäng (se bilaga 2).

7.0 Diskussion

7.1 Resultatdiskussion

Syftet med den här litteraturstudien var att ta reda på hur konditionsträning påverkar hjärnans plasticitet. Litteratursökningen resulterade i nio vetenskapliga artiklar som analyserats och sammanfattats. Utifrån dessa framkom fyra olika resultat: att konditionsträning ökar utsöndringen av BDNF, att konditionsträning ökar hippocampus volym, att konditionsträning påverkar neurogenes och att studierna är oense kring hur intensiteten på konditionsträningen påverkar hjärnplasticiteten. En av frågeställningarna på denna studie var hur konditionsträning påverkar återställandet av nervceller i hjärnan. Enligt Hu, Wester & Stibrant Sunnerhagen (2018) kan hjärnplasticitet återställa skador i hjärnan efter exempelvis en stroke. Ingen studie som använts i denna litteraturstudie behandlade dock detta.

Flera av artiklarna (Voss et al, 2013, Gomes Osman et al, 2017, Erickson, 2011 & Thomas et al 2011) är överens om att konditionsträning ökar utsöndringen av tillväxthormon brain-derived neurotrophic factor, BDNF. Enligt Spriggs et al (2019) är detta tillväxthormon viktigt för plasticiteten i hjärnan och bidrar till att spridningen av nervceller regleras. Det blir därför viktigt att uppmana personer att utföra konditionsträning för att stimulera utsöndringen av BDNF. PEDro-poängen varierar för dessa studier vilket gör att viss hänsyn bör tas till detta

när slutsatser av resultatet ska dras. Gomes-Osman et al (2017) har fått en låg PEDro-poäng (ett poäng) och metodkvaliteten anses därav som icke-godkänd. Erickson et al (2011), Thomas et al (2016) och Voss et al (2013) har goda PEDro-poäng och metodkvaliteten på dessa studier anses vara ”good”. Resultatet från dessa studier blir därför trovärdigt.

Pajonk et al (2010), Kleemeyer et al (2016), Erickson et al (2011) och Thomas et al (2016) har funnit bevis för att hippocampus ökar i volym vid konditionsträning. Även i en studie av Nunely et al (2017) har författarna funnit ett samband mellan fysisk aktivitet och en större hippocampus. Detta stöder resultatet om att konditionsträning leder till en ökning av hippocampus volym men även annan fysisk aktivitet verkar göra det. Andra studier har visat att det finns ett samband mellan psykisk sjukdom såsom posttraumatiskt stressyndrom samt depression och en minskning av hippocampus volym (Nelson & Tumpap, 2017 & Shahbaz et al, 2015). Då konditionsträning verkar leda till en ökning i hippocampus volym vore det därför intressant att undersöka om volymökningen även är orsaken till minskat symtom hos personer som är deprimerade och konditionstränar (FYSS 2016). Pajonk et al (2010) har fått en hög poäng på PEDroskalan och anses ha en ”excellent” metodkvalitet. Även Kleemeer et al (2016), Erickson et al (2011) och Thomas et al (2016) har medelhöga poäng på PEDroskalan vilket gör att detta resultat kan ses som trovärdigt. Trovärdigheten ökar också då alla studier är samstämmiga.

Gourgouvelis et al (2017) och Kleemeyer et al (2016) har visat att ingen skillnad fanns mellan grupperna som konditionstränade på hög eller låg intensitet. Dessa studier klassas som ”fair” respektive ”good” på PEDro-skalan. Denna upptäckt stärks av en tidigare studie som undersökte hur olika intensitet av konditionsträning påverkade utsöndringen av BDNF. Schmolesky, Webb och Hansen (2013) fann att intensiteten inte hade någon avgörande effekt på hjärnplasticiteten. Murdoch et al (2016) som fann att konditionsträning på låg intensitet inte påverkade hjärnplasticiteten når inte upp till godkänd nivå på PEDro-skalan med två poäng och anses då inte ha en god metodkvalitet på sin studie. Detta gör att trovärdigheten för denna studie är låg.

En studie (Falkai et al 2013) fann bevis för att neurogenes sker i samband med konditionsträning. Den grå substansen i hjärnan ökade markant efter träning. Falkais et al (2013) studie fick en hög poäng på PEDroskalan och anses vara en studie med ”good” metodkvalitet.

En svaghet med studien är att det fanns en förväntning av att kunna påvisa en tydlig koppling mellan konditionsträning och hjärnplasticitet. Artiklarna som användes kopplar dock inte detta sammanhang på ett tydligt vis då det exempelvis finns en oenighet kring vilken intensitet konditionsträningen ska ha för bästa resultat. Det finns inte heller en enighet kring vilken typ av konditionsträning som skulle ge bäst resultat i form av hjärnplasticitet. Det blir därför svårt att påvisa ett tydligt samband.

7.2 Metoddiskussion

På grund av tidsbegränsningen av detta examensarbete föll valet på två databaser för litteratursökningen: PubMed och Cinahl, dock gjordes en första sökning i samsökningstjänsten Discovery för att få en uppfattning om forskning kring ämnet och vilka databaser som var relevanta för syftet. Databaserna valdes då de är medicinska databaser och verkade kunna svara på studiens frågeställningar. Även två ytterligare sökningar gjordes i Discovery för att få en överblick över ämnet. Dessa databaser valdes då de fanns i Högskolan i Gävles biblioteks förteckning över databaser. Relevanta artiklar kan ha förbisetts då Högskolan i Gävles förteckning endast innehåller ett begränsat antal databaser. En större sökning i fler databaser kunde ha resulterat i andra artiklar och ett annat resultat men då författaren började med en övergripande sökning i samsökningstjänsten Discovery och fann att PubMed och Chinal var de mest förekommande databaserna för detta ämne så är det inte troligt. Vid en första sökning i databaserna PubMed insåg författaren att resultatet som visades bestod av många reviews inom olika ämnen vilket inte var studiens syfte. För att exkludera dessa och endast få med kliniska studier inom ämnet valdes clinical trials i nästa sökning. Detta ledde till att de kliniska studierna kunde hittas.

Åldersspannet på sökningen var stort, mellan 20-75 år, vilket kan ha påverkat resultatet. Om det funnits studier med överensstämmande åldersspann kan dimensionen av resultatet blivit ett annat och det blir därför svårt att göra en bedömning av resultatet.

Kvalitetsgranskningen utgick från PEDroskalan som mäter metodkvaliteten av en studie. Denna användes då det är en vedertagen skala som använts av många för att bedöma den metodiska kvaliteten av en studie (De Morton, 2009). Då det är första gången författaren utför en kvalitetsgranskning är författaren medveten om att den har begränsningar. Författaren har

dock försökt vara rättvis i poängsättningen för varje studie och noga utgått från PEDro-mallen (Pedro, 1999). Nackdelen med PEDro-skalan är att den inte utvärderar annat än den metodiska kvaliteten på en studie (de Morton, 2009).

Alla studier som ingick i denna litteraturstudie var på engelska vilket kan ge upphov till feltolkningar vid granskningen av resultaten i studierna. Detta är författaren väl medveten om och Google translate samt lexikon har använts noggrant för att minska risken för felöversättningar.

Att sökningen skedde via Högskolan i Gävles söktjänster betyder att författaren inte får tillgång till alla artiklar då Högskolan i Gävle inte prenumererar på alla elektroniska tidskrifter. Detta leder till att vissa artiklar måste köpas vilket författaren inte kunde bekosta, vilket kan ha påverkat studiens resultat som kunde blivit annorlunda. Dock är resultaten för de flesta frågeställningarna i denna studie samstämmiga vilket talar för att så inte är fallet.

En svaghet med denna litteraturstudie är att många av artiklarna som redovisades hade få deltagare. Enligt Statens beredning för medicinsk utredning (2017) är detta problematiskt då små studier kan vara sämre planerade än större studier. Det är även svårt att få ett statistiskt signifikant resultat med få deltagare. Detta leder till att trovärdigheten av resultatet kan tolkas som lägre.

7.3 Etisk diskussion

Författaren till denna litteraturstudie har följt en god forskningssed genom att vara rättvis i kvalitetsgranskningen av andra studier. Författaren har också redovisat forskningen sanningsenligt och öppet redovisat metod och resultat (Vetenskapsrådet, 2017). Alla studier som ingår i denna litteraturstudie är etiskt godkända.

7.4 Vidare forskning

Att studera om konditionsträning kan påverka en skadad hjärna, exempelvis vid stroke, kan vara relevant vidare forskning. Det är även intressant att då studera vilken form av konditionsträning som ger den bästa effekten. Att kunna behandla en skada eller sjukdom med hjälp av icke-medicinska metoder är ett bra komplement till sjukvården och bör uppmuntras.

8.0 Slutsats

Hjärnplasticitet är ett brett begrepp som innefattar många olika aspekter och några av dem har studerats i denna litteraturstudie. Det är dock uppenbart att konditionsträning påverkar hjärnans plasticitet på en rad olika sätt, bland annat genom att öka utsöndringen av tillväxtfaktorn BDNF och öka volymen på hjärnan samt volymen av den grå substansen. Om intensiteten av konditionsträningen har påverkan för hjärnplasticiteten är en fråga som studierna är oense kring. Utifrån resultatet av denna litteraturstudie bör alla uppmuntras att träna kondition i någon form för att utveckla eller bibehålla effekterna av hjärnans plasticitet.

Referenser

1. A De Morton, N. (2009). The PEDro scale is a valid measure of the methodological quality of clinical trials: a demographic study. *Australian journal of physiotherapy*, 55(2), 129-133. doi: 10.1016/S0004-9514(09)70043-1
2. Barker, A., Freeston, I. (2007). Transcranial magnetic stimulation. *Scholarpedia*, 2(10), doi:10.4249/scholarpedia.2936
3. Bryck, R.L., Fisher, P.A. (2011). Training the Brain: Practical Applications of Neural Plasticity From the Intersection of Cognitive Neuroscience, Developmental Psychology, and Prevention Science. *American Psychologist*, 67(2), 87-100. Doi: 10.1037/a0024657
4. Cardiff University (2019) Scientists shed light on processes behind age-related decline in brain structures. Hämtad 2019-05-20 från www.sciencedaily.com/releases/2019/01/190131104936.htm
5. EBSCO (2019) Using cinahl/mesh subject headings. Hämtad 2019-05-13 från https://connect.ebsco.com/s/article/Using-CINAHL-MeSH-Headings?language=en_US
6. Erickson, KI., Voss, MW., Prakash, RS., Basak, C., Szabo, A., Chaddock, L., Kim, JS., Heo, S., Alves, H., White, SM., Wojcicki, TR., Mailey, E., Vieira, VJ., Martin, SA., Pence, BD., Woods, JA., McAuley, E., Kramer, AF. (2011). Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proceedings of the national academy of sciences*, 108(7), 3017-3022. Doi: 10.1073/pnas.1015950108
7. Eriksson Barajas, K., Forsberg, C. & Wengström, Y. (2013). *Systematiska litteraturstudier i utbildningsvetenskap: vägledning vid examensarbeten och vetenskapliga artiklar*. (1. utg.) Stockholm: Natur & Kultur.
8. Falkai, P., Malchow, B., Wobrock, T., Gruber, O., Schmitt, A., Honer, WG., Pajonk, FG., Sun, F., Cannon, TD. (2013). The effect of aerobic exercise on cortical architecture in patients with chronic schizophrenia: a randomized controlled MRI study. *European archives of psychiatry and clinical neuroscience*. 263(6), 469-73. doi: 10.1007/s00406-012-0383-y
9. Gomes-Osman, J., Cabral, DF, Hinchman, C, Jannati, A, Morris, TP, Pascual-Leone, A. (2017). The effects of exercise on cognitive function and brain plasticity - a feasibility trial. *Restor Neurol Neurosci*, 35(5), 547-556. doi: 10.3233/RNN-170758.

10. Gourgouvelis, J., Yields, P., Murphy, B. (2017). Exercise Promotes Neuroplasticity in Both Healthy and Depressed Brains: An fMRI Pilot Study. *Neural Plasticity*, 2017. Doi: <https://doi.org/10.1155/2017/8305287>
11. Habilitering och hälsa, Region Stockholm. (2018) Kognition. Hämtad 2019-03-13 från <http://habilitering.se/autismforum/behov-och-insatser/metoder-och-strategier/mangsidiga-intensiva-insatser-barn-med-autis-0>
12. Harvard TH Chan (2019). The Borg scale of perceived exertion. Hämtad 2019-06-09 från <https://www.hsph.harvard.edu/nutritionsource/borg-scale/>
13. Hariohm, K., Prakash, V., Saravankumar, J. (2015). Quantity and quality of randomized controlled trials published by Indian physiotherapists. *Perspectives of clinical research*. 6(2) 91-7. doi: 10.4103/2229-3485.154007
14. Hjärnfonden. (2018) Om hjärnan. Hämtad 2019-02-07 från <https://www.hjarnfonden.se/om-hjarnan/>
15. Hu, X., Wester, P., Stibrant Sunnerhagen, K. (2018). Evidensbaserad rehabilitering efter stroke med nya riktlinjer. *Läkartidningen*, 115, 51-52.
16. Johansson, B.B., Dahlin, L., Lundborg, G., Forssberg, H. (2001). Såväl frisk som skadad hjärna formas och omformas under hela livet. Nya behandlingsstrategier inom barnneurologi, neurologi och handkirurgi. *Läkartidningen*, 98(32-33), 3420-3423.
17. Karolinska Institutet. (2019) Svensk MeSH. Hämtad 2019-04-06 från <https://mesh.kib.ki.se/term/D019208/brain-derived-neurotrophic-factor>
18. Landén, M. (2008). Att söka vetenskapliga artiklar – En vägledning i systematisk litteratursökning (Avhandling, Medicinska fakultetens bibliotek, Lund) hämtad från: [file:///C:/Users/sofia/AppData/Local/Packages/Microsoft.MicrosofEdge_8wekyb3d8bbwe/TempState/Downloads/Informationssokning2016%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/sofia/AppData/Local/Packages/Microsoft.MicrosofEdge_8wekyb3d8bbwe/TempState/Downloads/Informationssokning2016%20(1).pdf)
19. Mattsson, C.M. (2010). Vad vet vi idag om konditionsträning?. *Svensk idrottsforskning*. (19)2, 10-13.
20. Michalsik, L. & Bangsbo, J. (2004). *Aerob och anaerob träning*. (1. uppl.) Stockholm: SISU idrottsböcker.
21. Murdoch K., Buckley, JD., McDonnell, MN. (2016). The Effect of Aerobic Exercise on Neuroplasticity within the Motor Cortex following Stroke. *PLoS ONE*, 11(3), doi:10.1371/journal.pone.0152377
22. Nelson, M., Tumpap, A. (2017). Posttraumatic stress disorder symptom severity is associated with left hippocampal volume reduction: a meta-analytic study. *The*

- International Journal of Neuropsychiatric Medicine*, 22(4), 363-372. Doi:
<http://dx.doi.org/10.1017/S1092852916000833>
23. Ni, H., Hung J., Wu, C., Wu, Y., Chang, C., Chen, R., Huang, Y. (2017). The Impact of Single Session Intermittent Theta-Burst Stimulation over the Dorsolateral Prefrontal Cortex and Posterior Superior Temporal Sulcus on Adults with Autism Spectrum Disorder. *Frontiers in neuroscience*, 11(255), doi: 10.3389/fnins.2017.00255
 24. Nunley, KA., Leckie, RL., Orchard, TJ., Costacou, T., Aizenstein, HJ., Jennings, JR., Erickson, KI., Rosano, C. (2017). Physical activity and hippocampal volume in middle-aged patients with type 1 diabetes. *Neurology*, 88(16), 1564-1570. doi: 10.1212/WNL.0000000000003805
 25. Nyberg, J. (2018). Vad är hjärnplasticitet? Hämtad 2019-02-06 från https://brainathletics.se/wp-content/uploads/2018/10/vad-är-hjärnplasticitet_ba.pdf
 26. Pajonk, FG., Wobrock, T., Gruber, O., Scherk, H., Berner, D., Kaizl, I., Kierer, A., Müller, S., Oest, M., Meyer, T., Backens, M., Schneider-Axmann, T., Thornton, AE., Honer, WG., Falkai, P. (2010). Hippocampal plasticity in response to exercise in schizophrenia. *Archives of general psychiatry*. 67(2), 133-43. doi: 10.1001/archgenpsychiatry.2009.193
 27. Pedro. (1999). PEDro scale. Hämtad 2019-05-20 från <https://www.pedro.org.au/english/downloads/pedro-scale/>
 28. Sahlgrenska universitetssjukhuset. (2018). Fysiken bakom magnetkamerabilden. Hämtad 2019-05-04 från https://www2.sahlgrenska.se/upload/SU/omrade_4/Radiologi/MR/Patientinformation%20fysik.pdf
 29. SBU. (2017) Kvalitetsgranskning av studier. Hämtad 2019-03-13 från https://www.sbu.se/globalassets/ebm/metodbok/sbushandbok_kapitel06.pdf
 30. Schmolesky, M., Webb, D., Hansen, R. (2013). The Effects of Aerobic Exercise Intensity and Duration on Levels of Brain-Derived Neurotrophic Factor in Healthy Men. *Journal of Sports Science & Medicine*, 12(3), 502-511.
 31. Shahbaz, A., Ryali, V., Pookala, S., Jyoti, P., Kalpana, S., Shagufta, K. (2015). The hippocampus and executive functions in depression. *Industrial Psychiatry Journal*, 24(1), 18-22. Doi: 10.4103/0972-6748.160920
 32. Spriggs, MJ., Thompson, CS., Moreau, D., McNair, NA., Wu, CC., Lamb, YN., McKay, NS., King, ROC., Antia, U., Shelling, AN., Hamm, JP., Teyler, TJ., Russell,

- BR., Waldie, KE., Kirk, IJ. (2019). Human Sensory LTP Predicts Memory Performance and Is Modulated by the *BDNF* Val⁶⁶Met Polymorphism. *Frontiers in Human Neuroscience*. 13(22) doi: 10.3389/fnhum.2019.00022
33. Statens folkhälsoinstitut Yrkesföreningar för fysisk aktivitet (2015). *FYSS 2008: fysisk aktivitet i sjukdomsprevention och sjukdomsbehandling*. (2. uppl.) Stockholm: Statens folkhälsoinstitut.
34. Thomas, AG., Dennis, A., Rawlings, NB., Stagg, CJ., Matthews, L., Morris, M., Kolind, SH., Foxley, S., Jenkinson, M., Nichols, TE., Dawes, H., Bandettini, PA., Johansen-Berg, H. (2016). Multi-modal characterization of rapid anterior hippocampal volume increase associated with aerobic exercise. *Neuroimage*. 1(131) 162-70. doi: 10.1016/j.neuroimage.2015.10.090.
35. Van Westen, D., Olsrud, J. (2008). Bilder av hjärnan i arbete. *Läkartidningen*. 47(105), 3438-3442.
36. Vetenskapsrådet (2017) God forsknings sed [*Elektronisk resurs*]. (Reviderad utgåva). Stockholm: Vetenskapsrådet.
37. Voss, M., Erickson, K., Prakash, R., Chaddock, L., Kim, J., Alves, H., Szabo, A., White, S., Wójcicki, T., Mailey, E., Olson, E., Gothe, N., Potter, V., Martin, S., Pence, B., Cook, M., Woods, J., McAuley, E., Kramer, A. (2013). Neurobiological markers of exercise-related brain plasticity in older adults. *Brain, Behaviour and Immunity*. 28 90–99. doi:10.1016/j.bbi.2012.10.021.
38. Weibull, A. (2010). Funktionell MRI – vad är det? *Vetenskap och hälsa*. Hämtad från <http://www.vetenskaphalsa.se/funktionell-mri-vad-ar-det/>
39. Yrkesföreningar för fysisk aktivitet (2016). *FYSS 2017: fysisk aktivitet i sjukdomsprevention och sjukdomsbehandling*. ([3., rev. uppl.]). Stockholm: Läkartidningen förlag AB.

Bilaga 1 sammanfattning av använda artiklar

Studie	Syfte	Deltagare	Metod	Resultat	PEDro-poäng
Gomes-Osman et al. <i>The effects of exercise on cognitive function and brain plasticity – a feasibility trial</i> , 2017.	Att undersöka de kognitiva effekterna av konditionsträning under kort tid, TMS-mätning av plasticitet och mätning av BDNF-met carriers.	N=14 Friska stillasittande kvinnor och män som utfört fysisk aktivitet färre än två gånger de senaste 2 månaderna.	Konditionsträning i pass om 30 min fyra gånger per vecka i 4 veckor (totalt 16 pass). Med 55-64% av maxpuls. Mätning med TMS. Test av minne, Stroop-test, CPT-test. Jämförelser mellan deltagare som bar på/ inte bar på BDNF Val66met-polymorfismen.	Hela gruppen hade förbättrat kognitiva funktionen responskontroll. Deltagare som bar på BDNF Val66met-polymorfismen visade snabbare reaktionstid på CPT-testet.	1
Murdoch et al. <i>The effect of aerobic exercise on neuroplasticity within the motor cortex following stroke</i> , 2016	Att undersöka hjärnplasticitet i motorcortex efter ett enstaka konditionsträningspass med låg intensitet på personer som haft en stroke.	N=12 Personer som drabbats av stroke minst 6 månader innan studien.	Mätning med TMS och iTBS. Test 1: sittande vila under 30 minuter. Test 2 och 3: Konditionsträning på cykelergometer på 50 rpm under 30 minuter.	Resultatet visade att 30 minuter lågintensivt cyklande inte hade någon effekt på hjärnplasticitet.	2
Erickson et al. <i>Exercise training increases size of hippocampus and improves memory</i> , 2011	Att undersöka hippocampus volym och koncentrationen av BDNF efter konditionsträning.	N=120 Grupp 1: n=60 Grupp 2: n=60	Grupp 1: konditionsträning Grupp 2: stretching Mätning med MRI, blodprov	Resultatet visade att konditionsträning ökar storleken på hippocampus vilket leder till förbättrat minne. Ökad storlek på hippocampus kunde sammankopplas med högre koncentration av BDNF.	6
Kleemeyer et al. <i>Changes in fitness are associated with changes in hippocampal microstructure and</i>	Att undersöka hur förändring i träning påverkar hippocampus volym och mikrostruktur hos äldre stillasittande personer.	N= 52 Stillasittande personer. Delades in i två grupper.	Kondition (VO2max), hippocampus volym (MRI) och mikrostruktur (densitet i vävnaden) mättes före och efter träning.	Ökad kondition visade positiva förändringar i vävnadens densitet vilket i sin tur associerades med positiva förändringar i hippocampus volym.	6

<i>hippocampal volume among older adults, 2015</i>			Grupp 1: högintensiv träning på cykel. Grupp 2: lågintensiv träning på cykel. Under 6 månader.		
Pajonk et al. <i>Hippocampal plasticity in respons to exercise in schizophrenia, 2010</i>	Att undersöka om hippocampus volym ökar i samband med konditionsträning och om konditionen ökar.	N=8 Grupp 1: 8 personer med och utan schizofreni Kontrollgrupp: 8 personer med och utan schizofreni	Grupp 1: cykling 3 ggr per vecka i 3 månader. Kontrollgrupp: bordfotboll 3 ggr per vecka under 3 månader. Test av VO2 och blodlaktat.	Hippocampus volym ökade i både schizofrena och friska deltagare efter konditionsträning. Ingen skillnad märktes hos kontrollgruppen. Bättre prestation på minnes-test hos konditionsträningsgruppen.	9
Thomas et al. <i>Multi-modal characterization of rapid anterior hippocampal volume increase associated with aerobic exercise, 2016</i>	Att undersöka hjärnstrukturen hos stillasittande personer före och efter konditionsträning.	N=62 Män n=27 Kvinnor n=35 Grupp 1: 24 personer Grupp 2: 30 personer	Grupp 1: börja studien med vila Grupp 2: börja studien med konditionsträning VO2max-test, MRI	Ökad myelination i hjärnan. Hippocampus volym ökade, men minskade till ursprungsstorlek efter sex veckor utan konditionsträning.	6
Falkai et al. <i>The effect of aerobic exercise on cortical architecture in patients with chronic schizophrenia: a randomized controlled MRI study, 2012</i>	Att undersöka densiteten av grå substans i hjärnan på friska personer och personer med schizofreni efter konditionsträning.	N= 16 Grupp 1: 8 personer med och utan schizofreni Kontrollgrupp: 8 med och utan schizofreni.	Grupp 1: cykling 3 ggr per vecka i 3 månader, Kontrollgrupp: bordfotboll 3 ggr per vecka i 3 månader. MRI	Ökad densitet av grå substans efter konditionsträning.	7
Gourgouvelis et al. <i>Exercise promotes neuroplasticity in both healthy and depressed brains: an fMRI pilot study, 2017</i>	Att med hjälp av fMRI undersöka förändring av hippocampus funktion efter konditionsträning samt undersöka hur konditionsträning påverkar hela hjärnans aktivitet.	N=16 Grupp 1 = 8 personer med depression. Grupp 2 = 8 friska personer. Båda grupperna ska ha tränat mindre än 20 minuter tre gånger per vecka.	8 veckor individanpassat träningsprogram, 3 pass/vecka, minst 150 minuter/vecka. Mätning av depression med BDI, YMCA cykelergometer för mätning av VO2Max, SPM12 för mätning av psykometriskt minne.	Sänkning av aktivitet i hippocampus hos båda grupperna. Talar för påverkan av nervfunktionen i både friska och deprimerade hjärnor.	5
Voss et al. <i>Neurobiological markers of exercise-related brain plasticity in older adults, 2013.</i>	Att undersöka förhållandet mellan BDNF, IGF-1 och VEGF efter ett år av konditionsträning.	N=65 Friska äldre kvinnor och män som varit fysiskt aktiva maximalt 2 gånger de senaste 6 månaderna	Grupp 1: N=30 konditionsträning Grupp 2: N= 35 stretching	Skillnad mellan grupperna kunde ses på nivåer av BDNF, IGF-1 där konditionsträningsgruppen fått förbättrade resultat men inga signifikanta förändringar skedde hos stretch-gruppen.	7

			MRI-mätning, blodprov för BDNF-mätning		
--	--	--	---	--	--

N = : antal deltagare

BDNF: Brain-derived neurotrophic factor, tillväxtfaktor

BDI: Becks depression inventory, index för diagnos av depression

VO2: syreupptagningsförmåga

VO2 max: maximala syreupptagningsförmågan

TMS: transkranieell magnetstimulering

iTBS: intermittent transcranial magnetic theta bursts

PAR-Q; physical activity readiness questionnaire

Bilaga 2 tabell PEDro

PEDro-criteria	Gomes-Osman et al. 2017	Murdoch et al. 2016	Erickson et al. 2011	Kleemeyer et al. 2015	Pajonk et al. 2010	Thomas et al. 2016	Falkai et al. 2012	Gourgouvelis et al. 2017	Voss et al. 2013
1. Eligibility Criteria specified	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
2. Random allocation	N	N	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y
3. Concealed allocation	N	N	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y
4. Groups comparable at baseline	N	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
5. Blinding of all participants	N	N	N	N	N	N	N	N	N
6. Blinding of all therapists	N	N	N	N	Y	N	N	N	N
7. Blinding of all assessors	N	N	N	N	Y	N	Y	N	N
8. Adequate outcome assessment	Y	Y	N	N	Y	N	N	Y	Y
9. Condition as allocated or intention-to-treat analysis conducted	N	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
10. Between-group comparisons	N	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
11. Point estimates and variability	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Total:	1	2	6	6	9	6	6	5	7

Tabelldesign inspirerad av Ownsworth & Has

Bilaga 3 PEDro-skalans kriterier

PEDro scale

1. eligibility criteria were specified
2. subjects were randomly allocated to groups (in a crossover study, subjects were randomly allocated an order in which treatments were received)
3. allocation was concealed
4. the groups were similar at baseline regarding the most important prognostic indicators
5. there was blinding of all subjects
6. there was blinding of all therapists who administered the therapy
7. there was blinding of all assessors who measured at least one key outcome
8. measures of at least one key outcome were obtained from more than 85% of the subjects initially allocated to groups
9. all subjects for whom outcome measures were available received the treatment or control condition as allocated or, where this was not the case, data for at least one key outcome was analysed by “intention to treat”
10. the results of between-group statistical comparisons are reported for at least one key outcome
11. the study provides both point measures and measures of variability for at least one key outcome

