



DIPARTIMENTO DI SANITÀ
PUBBLICA E MALATTIE INFETTIVE



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

ACDC

Adult Cognitive Decline Conscientiousness Project

2017-1-IT02-KA204-036825

**Effektivität von computergestütztem kognitivem Training zur Prävention
kognitiven Verfalls bei älteren Erwachsenen mit leichter kognitiver
Beeinträchtigung**

Das ACDC-Projekt wird mit der Unterstützung der Europäischen Kommission finanziert. Diese Forschung und ihr Inhalt spiegeln ausschließlich die Ansichten des Autors/ der Autorin wider; die Kommission kann nicht für die Verwendung der darin enthaltenen Informationen verantwortlich gemacht werden.

Inhaltsverzeichnis

- I. Hintergrund
- II. Auf der Suche nach Beweisen
 - Methodik
 - Ergebnisse
 - a) Merkmale der inkludierten Studien
 - b) Programmbeschreibung und zielgerichtete Bereiche
 - c) Gesamtwirksamkeit der kognitiven Ergebnisse
 - Globale Wahrnehmung
 - Verbales Lernen
 - Verbales Gedächtnis
 - Nonverbales Lernen
 - Arbeitsgedächtnis
 - Aufmerksamkeit
 - Psychosoziales Funktionieren
 - Andere Bereiche
- III. Schlussfolgerungen
- IV. Interessenskonflikte und Finanzierung
- V. Referenzen
- VI. Anhänge: Tabelle 1. Merkmale der enthaltenen Studien

I. Hintergrund

Leichte kognitive Beeinträchtigung (mild cognitive impairment, kurz: MCI) betrifft den kognitiven Verfall der früher vorhandenen Funktionsfähigkeit, nachweisbar sowohl durch subjektive und objektive Beweise. Unterschiedliche klinische Kriterien können zur Identifizierung von Personen mit MCI herangezogen werden und, gemäß der verwendeten Definition, können ihre Prävalenzschätzungen von 5,0% bis 36,7% variieren und steigen korrelierend mit dem Bevölkerungsalter [1].

Allgemein gesprochen ist das Ausmaß des mit MCI verbundenen kognitiven Verfalls größer als für das Alter erwartet, aber nicht so hoch wie bei Demenz, mit minimaler Beeinträchtigung der instrumentellen Aktivitäten des täglichen Lebens (Instrumental Activities of Daily Living, kurz: IADL) [2].

MCI erhöht das Risiko für Demenz, sprich bei diagnostizierten Personen mit einer gesteigerten Häufigkeit von 6-10% pro Jahr im Vergleich zu 1-2% in der Durchschnittsbevölkerung [3].

Die wichtigsten MCI-Subtypen sind amnestisch (aMCI), also, jene, die eine episodische Gedächtnisbeeinträchtigung (mit oder ohne Beeinträchtigung der anderen kognitiven Bereiche) beinhalten, und nicht-amnestisch (na-MCI), sprich, eine Beeinträchtigung der anderen kognitiven Bereiche als das Gedächtnis betreffend (z.B. Sprache, visuell-räumliche Verarbeitung, Exekutive Funktionen).

Aus der Perspektive des Gesundheitswesens zeigt die höhere Prävalenz dieser altersbedingten Beeinträchtigung der kognitiven Funktionen und der gegenwärtig wachsenden alternden Bevölkerung die Notwendigkeit, schnelle, effektive und kostengünstige Lösungen zu finden, um den pathologischen Abbau der kognitiven Fähigkeiten zu verzögern[4].

Ältere Erwachsene erfolgreich zu unterstützen, den kognitiven Verfall zu verlangsamen, Lebensqualität und Unabhängigkeit zu erhalten, bleibt in der Tat eine große Herausforderung [5].

Da die relative pharmakologische Behandlungswirksamkeit das Problem anspricht [2], besteht ein wachsendes Interesse an dem Potential von Interventionen auf Ebene des Lebensstils, wie beispielsweise geeignete mentale Aktivitäten zur Verbesserung oder Erhaltung der kognitiven Funktionen.

Zu diesem Zweck ist kognitives Training eine spezifische Form nicht-pharmakologischer Interventionen, um kognitive und nicht-kognitive Ergebnisse zu adressieren. [6]. Es beinhaltet eine angeleitete Vorgehensweise mit einer Reihe von standardisierten Aufgaben, die auf spezifische Aspekte der Kognition abzielen, wie zum Beispiel Gedächtnis, Sprache, Aufmerksamkeit oder Exekutivfunktion.

Innerhalb der verschiedenen Aufgaben können verschiedene Schwierigkeitsgrade angeboten werden, um die Aufgabenschwierigkeit auf der Grundlage der Leistung des Probanden kontinuierlich anzupassen [7].

Herkömmliche Trainingsprogramme werden in der Regel in Gruppen oder von Angesicht zu Angesicht durchgeführt, was die Findung eines geeigneten Tagungsortes, die Abstimmung von Zeitplänen und Reisezeiten beinhaltet. Um diese Aspekte zu überwinden, wurden kürzlich neuartige kognitive Trainingsplattformen entwickelt und konstruiert und in diesem Kontext werden computergestützte kognitive Interventionen zu einer potentiell kosteneffektiven Alternative im Gegensatz zu herkömmlichen Trainingsformen.

Erstens können sie leicht verbreitet werden und erreichen damit spezielle Bevölkerungsgruppen, die sonst keine derartigen Interventionsmöglichkeiten erhalten würden (z.B. sind ältere Erwachsene, die nur beschränkten Zugang zu

Verkehrsmitteln haben, schwer für traditionelle kognitive Trainingsprogramme zu rekrutieren). Zweitens können sie jedem, der Zugang zu Technologie hat, einen flexibleren und persönlicheren Ansatz bieten. Drittens können sie allen Nutzern Echtzeit-Feedback geben.

Zuletzt kann eine schlechte Einhaltung bei traditionellen kognitiven Trainingsprogrammen eine Herausforderung darstellen. Im Gegensatz dazu sind Computer- und Videospiele so konzipiert, dass sie Spaß machen und aufregend sind und ältere Erwachsene motivieren können, sich an das Trainingsprogramm zu halten [4].

Angesichts der umfangreichen Daten, die belegen, inwiefern ältere Erwachsene von kognitiven Trainingsmaßnahmen profitieren können, konzentrieren wir uns in dieser Studie speziell auf die Effektivität von computergestütztem kognitiven Training für Menschen mit leichter kognitiver Beeinträchtigung, um die wichtigsten verfügbaren Fakten zu diesem Thema zusammenzufassen.

II. Auf der Suche nach Beweisen

Methodik

Der Rechercheprozess wurde in drei Schritten durchgeführt.

In einem ersten Schritt haben wir die PICO-Strategie verwendet, um die Suchbegriffe und die Forschungsfrage zu identifizieren. PICO ist ein Akronym für „Patient“ (Patient), „Intervention“ (Intervention), „Comparison“ (Vergleichsgruppe) und „Outcome“ (Ergebnis). Diese vier Komponenten sind die wesentlichen Elemente der Fragekonstruktion für die bibliographische Suche nach verfügbaren Daten.

Insbesondere haben wir uns auf die wissenschaftlichen Erkenntnisse über die Wirksamkeit von computergestütztem kognitivem Training bei älteren Erwachsenen mit MCI konzentriert.

In einem zweiten Schritt führten wir eine Literaturrecherche mit den wichtigsten elektronischen Datenbanken Medline und Scopus durch.

Suchbegriffe, die zuvor identifiziert und verwendet wurden, waren „kognitives Training“ ODER „Gehirntraining“ ODER „computergestütztes kognitives Training“ UND „leichte kognitive Beeinträchtigung“ ODER „MCI“ ODER „kognitiver Verfall“.

Die Literaturrecherche wurde bis März 2018 durchgeführt und aktualisiert.

Geeignete Studien, wie Peer-Review-Berichte von stichproben-artig kontrollierten Studien (randomized controlled trials, kurz: RCTs), systematische Reviews oder Meta-Analysen, die die Auswirkung von Computer-basiertem kognitiven Training auf Menschen mit MCI oder mit frühem Demenz-Stadium bewerten, wurden auf Englisch oder Italienisch veröffentlicht.

Nach dem Screening der Titel und Abstracts identifizierten wir eine kürzlich veröffentlichte Meta-Analyse (2017), die alle wesentlichen Elemente unserer Forschungsfrage behandelte [8].

Konkret handelt es sich um eine systematische Überprüfung der Wirksamkeit von computergestütztem kognitivem Training bei älteren Erwachsenen mit leichter kognitiver Beeinträchtigung durch eine statistische Analyse der Auswirkungen auf die globale Kognition und auf die einzelnen kognitiven Bereiche, die sich besonders eignen, um mögliche Vorteile auf Kognition und Verhalten in verschiedenen Bereichen darzustellen.

Es umfasst nur RCTs, die von der Einführung der Datenbanken bis zum 1. Juli 2016 veröffentlicht wurden.

In einem dritten Schritt extrahierten und analysierten wir alle relevanten Daten aus den Artikeln, die in der Meta-Analyse enthalten waren, und wir suchten speziell in der Literatur nach den neuesten Artikeln, um sie zu aktualisieren. Nach unserem Kenntnisstand wurden vom 1. Juli 2016 bis zum 15. März 2018 keine neuen Artikel veröffentlicht, die für unsere Forschung relevant waren.

Ergebnisse

a) Merkmale der inkludierten Studien

Die Autoren der Meta-Analyse haben mehr als 22.200 Datensätze geprüft, um schließlich 16 Artikel einzubeziehen: 14 auf Englisch, einen auf Deutsch und einen auf Koreanisch, die vor der Analyse übersetzt wurden. Zwei wurden jeweils in zwei Studien aufgeteilt [9], [10], und zwei Artikel, die die Ergebnisse der gleichen Studie berichteten, wurden zu einer Studie zusammengefasst [11], [12], wobei ein endgültiger Datensatz von 17 unabhängigen Vergleichen eingeschlossen und analysiert wurde (siehe Anhang 1, Tabelle 1).

Die Gesamtzahl der Teilnehmenden betrug 686 (Computergestützte kognitive Trainingsgruppe: N=351, durchschnittliche Gruppengröße: N=21, Kontrollgruppe: N=335, durchschnittliche Gruppengröße: N=20). Das Durchschnittsalter lag zwischen 67 und 81 Jahren.

Von aktiver Steuerung, definiert als Schein-CCT oder Psychoedukation, wurde in 11/17 Studien berichtet.

In den verbleibenden Studien wurden passive Aktivitäten (z.B. Nichtkontakt, Warteliste) dem Kontrollarm angeboten. Studien, in denen CCT mit anderen Interventionen kombiniert wurden, waren geeignet, wenn die Kontrollgruppe dieselbe benachbarte Intervention erhielt.

Alle Artikel wurden mit der PEDro-P Skala, einer kritischen Begutachtung zur Bestimmung der Qualität klinischer Studien, bewertet. Der gemeldete mittlere PEDro-P-Wert betrug 7,2/9 (SD = 1.03).

Jede computergestützte Sitzung in der kognitiven Trainingsgruppe dauerte von 20 Minuten bis zu einem Maximum von 100 Minuten mit einer durchschnittlichen Länge von 63,5 Minuten. Die durchschnittliche Anzahl der von der experimentellen Gruppe durchgeführten Sitzungen betrug 29,9 mit einem Mittelwert von 2,59 Sitzungen pro Woche.

Die kognitiven Eigenschaften von Teilnehmenden vor Behandlungsbeginn, die sich dem kognitiven Training unterzogen, wurden für die meisten Studien mit der Mini-Mental State Examination (13/17) mit einer mittleren Punktzahl von 22,88 bis 27,79 begutachtet. Die grundlegenden kognitiven Eigenschaften von Teilnehmern, die sich dem kognitiven Training unterziehen, wurden für die meisten Studien mit der Mini-Mental State Examination (13/17) mit einer mittleren Punktzahl von 22,88 bis 27,79 untersucht.

b) Programmbeschreibung und zielgerichtete Bereiche

Es existieren viele verschiedene verfügbare Tools für kognitives Training und spezifisch geschaffene Software, die für diese Bereiche entwickelt wurden.

Die meisten in dieser Meta-Analyse (11/17) enthaltenen Studien verwendeten insbesondere Übungen aus eigens konstruierten Softwareprogrammen, die bei jeder Sitzung zunehmend schwieriger werden und je nach Benutzerleistung angepasst werden sollten (so, dass jede Person auf einem immer höheren Level trainiert).

Die verwendeten Softwarepakete sind: Cogpack®, Brainfitness and InSight by Posit Science, Sociable, Lumosity Inc., CogniPlus Training Program und Nintendo Wii.

Im Folgenden findet sich eine kurze Beschreibung jeder Software:

- Cogpack® [9] besteht aus 64 Tests und Trainingsprogrammen mit 537 verschiedenen Aufgabensätzen, u.a. für visuelle Kontrolle, Verständnis, Reaktion, Wachsamkeit, Gedächtnis, Sprache, Zahlen, Logik, Problemlösung, Wissen, Orientierung, alltägliche Fähigkeiten, intellektuelle und professionelle Fähigkeiten und andere spezielle Elemente /z.B. Labyrinth, Farb-/ Wortstörungen, 3D-Positionierung und Annahmen über die öffentliche Meinung). Aufgaben können bearbeitet, geändert und erweitert werden.
- Brainfitness von Posit Science [5], [10] konzentriert sich auf das auditorische System des Gehirns und erkennt der Sprache eine zentrale Rolle zu. Es besteht aus 6 leicht zu bedienenden und computerbasierten Übungen, die das auditorische System auf verschiedene Arten verbessern: Beschleunigung der Verarbeitung, Klärung der Klangdiskriminierung, Schärfung der Klangpräzision, Verbesserung der Tonsequenzierung, Stärkung des auditorischen Arbeitsgedächtnisses und Verbesserung des narrativen Gedächtnisses.
- InSight von Posit Science [13] zielt auf Schlüsselprozesse der kognitiven Funktion (die Fähigkeit des Gehirns, Informationen von den Sinnen schnell und genau zu verarbeiten) und trainiert das Gedächtnis direkt. Es besteht aus 5 Spielen zur Verbesserung des visuellen Systems und insbesondere: Beschleunigung der visuellen Verarbeitung, Erhöhung der visuellen Präzision, Vergrößerung des nutzbaren Sichtfelds, Erweiterung der gezielten Aufmerksamkeit und Verbesserung des visuellen Arbeitsgedächtnisses.
- Lumosity Inc. [14] ist eine kostenlose Online-Website, die kognitive, mathematische und sprachliche Fähigkeiten trainiert. Täglich wird ein Satz von 3 Spielen angeboten, stets angepasst an Leistung und Können der Benutzenden.
- Sociable [15] ist eine Plattform, die personalisiertes kognitives Training anbietet, das alle kognitiven Fähigkeiten abdeckt und sich auf Gedächtnis, Orientierung, Aufmerksamkeit, konstruktive Praxis, exekutive Funktionen, Sprache und logisches Denken konzentriert. Sociable fördert die sozialen Interaktionen älterer Menschen und motiviert sie durch ausgewählte Spielkonzepte und –themen.
- CogniPlus [11], [12] ist eine Trainingsbatterie für das Training von kognitiven Funktionen. Jedes CogniPlus-Training ist auf ein spezifisches Defizit zugeschnitten, das wissenschaftlich nachweisbar trainiert werden kann. Die Bereiche sind: Aufmerksamkeit, Gedächtnis, Exekutivfunktionen, räumliche Verarbeitung, Visuomotorik und Verarbeitungsgeschwindigkeit. In CogniPlus sind die trainierten Fähigkeitsdimensionen fast immer in lebensnahen Szenarien eingebettet.
- Nintendo Wii ist ein Spiel, das die Teilnehmenden trainiert, ihre Arme/ ihren Körper zu benutzen, um die für jede Sportart erforderlichen Aktionen zu simulieren. Es wurden in zwei verschiedenen Studien verwendet; in der ersten Studie [16] wurde nur Nintendo Wii Bowling verwendet, während in der anderen [17] Nintendo Wii Sport (die Bowling, Golf, Tennis und Baseball umfasst) verwendet.

Die anderen kognitiven Interventionen, die in der Meta-Analyse enthalten sind, bezogen sich nicht auf ein spezifisches Softwareprogramm, aber die Autoren beschrieben die Übungsarten.

Insbesondere verwendete eine Studie [18] "Wiederholungsverzögerungstraining"-Aufgaben, die das Lernen einer Reihe von Wörtern und die Unterscheidung dieser Wörter von nicht untersuchten Lockmitteln erforderten. Drei Studien verwendeten Virtual-Reality-Aufgaben; eines zur Simulation von Museumsaufgaben [19], eines zur Simulation von Haushaltsaufgaben [20] und eines zur Simulation einer Fahrradtour [21].

Die noch verbleibenden Studien [22], [23] verwendeten andere Arten von Übungen (z.B. das Auswendiglernen und Erkennen von Bildern, die semantische Korrelation von Wörtern, das Lösen von Rätseln).

Im Allgemeinen wurden während einer CCT-Sitzung 4 oder 5 Übungen an Teilnehmende in den CCT-Gruppen erteilt. Die meisten Aufgaben, die die Teilnehmenden ausführen mussten, umfassten den Aufmerksamkeitsbereich (11/17), Exekutivfunktionen (10/17), Gedächtnis (verbal (8/17) und nonverbal/visuell (7/17)), gefolgt von der Verarbeitungsgeschwindigkeit (6/17) und visuell-räumliche Verarbeitung (5/17).

c) Gesamtwirksamkeit der kognitiven Ergebnisse

Standardisierte mittlere Differenzen und ihr 95%-Konfidenzintervall der Veränderung des kognitiven Ergebnisses wurden zwischen der CCT-Gruppe und der Kontrollgruppe vom Ausgangswert bis zum Trainingsende berechnet.

Eine positiv standardisierte, durchschnittliche Differenz zeigt die therapeutische Wirkung von CCT über die Kontrolle hinaus (Abb. 1).

Verschiedene Tests wurden verwendet, um die kognitiven Ergebnisse in den Studien zu messen. Eine Liste der Ergebnisse, die nach kognitiven Bereichen kategorisiert sind, ist nachstehend aufgeführt.

- Globale Wahrnehmung

Die Wirkung des CCT auf globale Kognition wurde in 12/17 Studien gemessen und es wurde festgestellt, dass sie angemessen und statistisch signifikant ist. Es gab keinen Unterschied zwischen dem Effekt in aktiven oder passiven kontrollierten Studien.

- Verbales Lernen

Die Wirkung des CCT auf verbales Lernen wurde 3/17 Studien gemessen und es wurde festgestellt, dass sie angemessen und statistisch signifikant ist.

- Verbales Gedächtnis

Die Wirkung des CCT auf das verbale Gedächtnis wurde in 7/17 Studien gemessen und es wurde festgestellt, dass sie angemessen und statistisch signifikant ist.

- Nonverbales Lernen

Die Wirkung des CCT auf nonverbales Lernen wurde in 8/17 Studien gemessen und es wurde festgestellt, dass sie angemessen und statistisch signifikant ist.

- Arbeitsgedächtnis

Die Wirkung des CCT auf das Arbeitsgedächtnis wurde in 9/17 Studien gemessen und es wurde festgestellt, dass sie groß und statistisch signifikant ist.

- Aufmerksamkeit

Die Wirkung des CCT auf die Aufmerksamkeit wurde in 11/17 Studien gemessen und es wurde festgestellt, dass sie angemessen und statistisch signifikant ist.

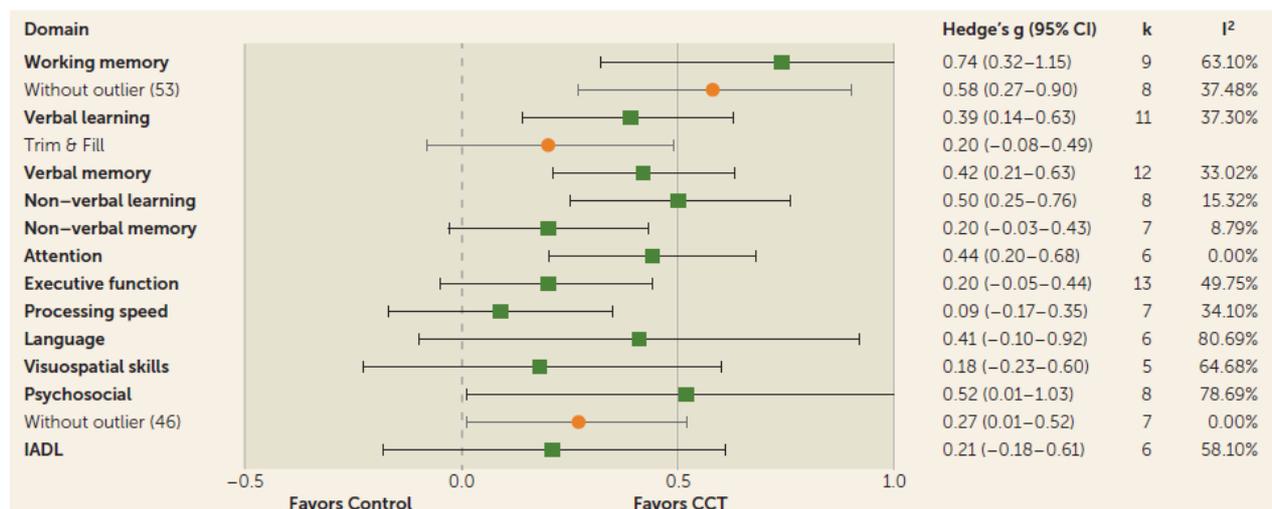
- Psychosoziales Funktionieren

Die Wirkung des CCT auf die psychosoziale Funktion wurde in 8/17 Studien gemessen und als angemessen und statistisch signifikant eingestuft.

- Andere Bereiche

Statistisch nicht signifikante Ergebnisse wurden für nonverbales Gedächtnis, Exekutivfunktionen, Verarbeitungsgeschwindigkeit, visuell-räumliche Fähigkeiten, Sprache oder instrumentelle Aktivitäten des täglichen Lebens (IADL) gefunden.

Abb. 1. Wirksamkeit von Computergestütztem Kognitivem Training (CCT) bei Menschen mit leichter kognitiver Beeinträchtigung in einzelnen Bereichen.



III. Schlussfolgerungen

Basierend auf den Ergebnissen von 17 stichprobenartig ausgewählten, kontrollierten Studien durchschnittlicher Qualität, ist CCT eine wirksame Intervention zur Verbesserung der Kognition bei Menschen mit leichter kognitiver Beeinträchtigung.

Insbesondere verbesserten sich die Teilnehmenden der CCT-Gruppen signifikant über den Interventionszeitraum, während sich in den Kontroll-Gruppen keine kognitiven Veränderungen zeigten, wie im Bereich der globalen Kognition festgestellt wurde. Die meisten der herangezogenen Studien (70%) verwendeten eine aktive Kontrollbedingung, aber die Wirkungen in den aktiv und passiv kontrollierten Studien waren vergleichbar.

Darüber hinaus waren durchschnittliche Effektgrößen für die meisten Speicher- und Lernbereiche wichtig.

Auch die Aufmerksamkeit, definiert als ein Verhaltens- und kognitiver Prozess des selektiven Konzentrierens auf einen eigenständigen Informationsaspekt, während andere wahrnehmbare Information ignoriert wird, konnte durch das computerbasierte Training signifikant profitieren.

Andererseits weist CCT eine mangelnde Wirksamkeit bezugnehmend auf exekutive Funktionen auf, da aber kognitive Trainingsgewinne in der Regel Trainingsinhalte widerspiegeln, kann dieses Ergebnis auf unzureichende Schulung in Führungsprozessen (vor allem fluide Intelligenz, hemmende Kontrolle und Argumentation) innerhalb der Studie zurückzuführen sein.

Überraschenderweise wurde festgestellt, dass die Auswirkungen von CCT auf die Geschwindigkeit und die visuell-räumliche Verbreitung statistisch nicht signifikant sind, obwohl CCT-Übungen in der Regel zeitgesteuert sind und visuell-räumliche Fähigkeiten beinhalten. Darüber hinaus waren diese Domänen in anderen Metaanalysen an gesunden Erwachsenen und Patienten mit Parkinson-Krankheit am reaktivsten.

Auch hier kann eine Änderung des Trainingsinhalts und eine gezielte Fokussierung auf Verarbeitungsgeschwindigkeit und visuell-räumliche Verarbeitung dieses Ergebnis verbessern.

Depression ist mit leichter kognitiver Beeinträchtigung verbunden. Bemerkenswerterweise zeigten die psychologischen Funktionen (Depression, Lebensqualität und neuropsychiatrische Symptome) nach dem CCT-Training eine positive Verbesserung, was darauf hindeutet, dass CCT auch der allgemeinen Stimmung nutzen kann.

Bei instrumentalen Aktivitäten des täglichen Lebens (Instrumental Activities of Daily Living; kurz: IADL) und Sprachergebnissen wurden keine zuverlässigen Auswirkungen beobachtet, aber relativ wenige Studien untersuchten diese Bereiche.

Zusammenfassend ist CCT wirksam bei globaler Kognition, Gedächtnis, Arbeitsgedächtnis und Aufmerksamkeit und hilft bei Menschen mit leichter kognitiver Beeinträchtigung die psychische Funktion, einschließlich depressiver Symptome, zu verbessern.

Diese Ergebnisse sind stabil und zeigen eine günstige therapeutische Funktion für CCT in dieser Bevölkerungsgruppe an und da sie viele Vorteile bietet, sollte sie als ein kosteneffektives Mittel betrachtet werden, um kognitiven Verfall zu verhindern und die Lebensqualität und Unabhängigkeit älterer Menschen zu erhalten.

IV. Interessenskonflikt und Finanzierung

Die Autoren erklären, dass die Untersuchung in Abwesenheit von kommerziellen oder finanziellen Beziehungen durchgeführt wurde, die als möglicher Interessenkonflikt angelegt werden könnten.

Diese Forschung wurde vom ACDC Adult Cognitive Decline Consciousness Projekt finanziert (Erasmus+ Projektnummer: 2017-1-IT02-KA204-036825).

V. Literaturverzeichnis

- [1] P. S. Sachdev *et al.*, «The Prevalence of Mild Cognitive Impairment in Diverse Geographical and Ethnocultural Regions: The COSMIC Collaboration», *PLoS ONE*, vol. 10, n. 11, nov. 2015.
- [2] R. C. Petersen *et al.*, «Practice guideline update summary: Mild cognitive impairment: Report of the Guideline Development, Dissemination, and Implementation Subcommittee of the American Academy of Neurology», *Neurology*, vol. 90, n. 3, pagg. 126–135, gen. 2018.
- [3] N. J. Gates *et al.*, «Study of Mental Activity and Regular Training (SMART) in at risk individuals: A randomised double blind, sham controlled, longitudinal trial», *BMC Geriatr.*, vol. 11, pag. 19, apr. 2011.

- [4] A. M. Kueider, J. M. Parisi, A. L. Gross, e G. W. Rebok, «Computerized Cognitive Training with Older Adults: A Systematic Review», *PLoS ONE*, vol. 7, n. 7, pag. e40588, lug. 2012.
- [5] D. E. Barnes *et al.*, «Computer-based cognitive training for mild cognitive impairment: results from a pilot randomized, controlled trial», *Alzheimer Dis. Assoc. Disord.*, vol. 23, n. 3, pagg. 205–210, set. 2009.
- [6] A. Bahar-Fuchs, L. Clare, e B. Woods, «Cognitive training and cognitive rehabilitation for persons with mild to moderate dementia of the Alzheimer's or vascular type: a review», *Alzheimers Res. Ther.*, vol. 5, n. 4, pag. 35, ago. 2013.
- [7] L. Clare, «Cognitive training and cognitive rehabilitation for people with early-stage dementia», *Rev. Clin. Gerontol.*, vol. 13, n. 01, feb. 2003.
- [8] N. T. M. Hill, L. Mowszowski, S. L. Naismith, V. L. Chadwick, M. Valenzuela, e A. Lampit, «Computerized Cognitive Training in Older Adults With Mild Cognitive Impairment or Dementia: A Systematic Review and Meta-Analysis», *Am. J. Psychiatry*, vol. 174, n. 4, pagg. 329–340, apr. 2017.
- [9] M. A. Fiatarone Singh *et al.*, «The Study of Mental and Resistance Training (SMART) Study—Resistance Training and/or Cognitive Training in Mild Cognitive Impairment: A Randomized, Double-Blind, Double-Sham Controlled Trial», *J. Am. Med. Dir. Assoc.*, vol. 15, n. 12, pagg. 873–880, dic. 2014.
- [10] A. L. Gooding *et al.*, «Comparing three methods of computerised cognitive training for older adults with subclinical cognitive decline», *Neuropsychol. Rehabil.*, vol. 26, n. 5–6, pagg. 810–821, set. 2016.
- [11] M. Hagovska, P. Takac, e O. Dvzonic, «Effect of a combining cognitive and balanced training on the cognitive, postural and functional status of seniors with a mild cognitive deficit in a randomized, controlled trial», *Eur. J. Phys. Rehabil. Med.*, vol. 52, n. 1, pag. 9, 2016.
- [12] M. Hagovská e Z. Olekszyová, «Impact of the combination of cognitive and balance training on gait, fear and risk of falling and quality of life in seniors with mild cognitive impairment: Fear and risk of falling in seniors», *Geriatr. Gerontol. Int.*, vol. 16, n. 9, pagg. 1043–1050, set. 2016.
- [13] F. Lin *et al.*, «Cognitive and Neural Effects of Vision-Based Speed-of-Processing Training in Older Adults with Amnesic Mild Cognitive Impairment: A Pilot Study», *J. Am. Geriatr. Soc.*, vol. 64, n. 6, pagg. 1293–1298, giu. 2016.
- [14] M. Finn e S. McDonald, «Computerised Cognitive Training for Older Persons With Mild Cognitive Impairment: A Pilot Study Using a Randomised Controlled Trial Design», *Brain Impair.*, vol. 12, n. 3, pagg. 187–199, dic. 2011.
- [15] F. Barban *et al.*, «Protecting cognition from aging and Alzheimer's disease: a computerized cognitive training combined with reminiscence therapy: Protecting late-life cognition with a combined training», *Int. J. Geriatr. Psychiatry*, vol. 31, n. 4, pagg. 340–348, apr. 2016.
- [16] R. Wittelsberger, S. Krug, S. Tittlbach, e K. Bös, «Auswirkungen von Nintendo-Wii® Bowling auf Altenheimbewohner», *Z. Für Gerontol. Geriatr.*, vol. 46, n. 5, pagg. 425–430, lug. 2013.
- [17] T. F. Hughes, J. D. Flatt, B. Fu, M. A. Butters, C.-C. H. Chang, e M. Ganguli, «Interactive video gaming compared with health education in older adults with mild cognitive impairment: a feasibility study: Interactive video gaming and MCI», *Int. J. Geriatr. Psychiatry*, vol. 29, n. 9, pagg. 890–898, set. 2014.
- [18] M. Finn e S. McDonald, «Repetition-lag training to improve recollection memory in older people with amnesic mild cognitive impairment. A randomized controlled trial», *Aging Neuropsychol. Cogn.*, vol. 22, n. 2, pagg. 244–258, mar. 2015.
- [19] I. Tarnanas, A. Tsolakis, e M. Tsolaki, «Assessing virtual reality Environments as Cognitive Stimulation Method for Patients with MCI, in Technologies of Inclusive Well-Being», *Ed. Brooks AL Brahnam Jain LC Berl. Springer*, pagg. 39–74, 2014.
- [20] M. Y. Kim, K. S. Lee, e J. Choi, «Effectiveness of Cognitive Training based on Virtual Reality for the Elderly», *J Korean Acad Rehabil Med*, n. 29, pagg. 429–433.
- [21] N. Barcelos *et al.*, «Aerobic and Cognitive Exercise (ACE) Pilot Study for Older Adults: Executive Function Improves with Cognitive Challenge While Exergaming», *J. Int. Neuropsychol. Soc.*, vol. 21, n. 10, pagg. 768–779, nov. 2015.
- [22] L. Rozzini, D. Costardi, B. V. Chilovi, S. Franzoni, M. Trabucchi, e A. Padovani, «Efficacy of cognitive rehabilitation in patients with mild cognitive impairment treated with cholinesterase inhibitors», *Int. J. Geriatr. Psychiatry*, vol. 22, n. 4, pagg. 356–360, apr. 2007.

- [23] C. Herrera, C. Chambon, B. F. Michel, V. Paban, e B. Alescio-Lautier, «Positive effects of computer-based cognitive training in adults with mild cognitive impairment», *Neuropsychologia*, vol. 50, n. 8, pagg. 1871–1881, lug. 2012.
- [24] D. E. Barnes *et al.*, «Computer-based Cognitive Training for Mild Cognitive Impairment: Results from a Pilot Randomized, Controlled Trial», *Alzheimer Dis. Assoc. Disord.*, vol. 23, n. 3, pagg. 205–210, lug. 2009.

VI. Annexes

 Tabelle 1: Merkmale der eingeschlossenen Studien^a

Studie	N und Kontrollgruppe	Durchschn. Alter (Jahre) ^b	Mittlerer MMSE oder Äquivalent	Programmbeschreibung	Programmgesteuerte kognitive Domänen	Sitzungsdauer (Minuten)	Sitzungen pro Woche	Gesamtraining (Stunden)	PEDro-P Skala
Kim et al. [20]	CCT N=15 Control (Active) N=15	78.7	26.7	Nicht spezifizierte Software Die Teilnehmer wurden in der Ausführung von Aufgaben im Haushalt mittels virtueller Realität geübt.	-	30	3	6	7
Rozzini et al. [22]	CCT N=15 Control (Active) N=22	-	26.2	Nicht spezifizierte Software - <u>Gedächtnis</u> : Die Teilnehmer wurden in Erkennungsaufgaben für Wortlisten, Bilder und Sequenzen von Gegenständen geschult; - <u>Aufmerksamkeit</u> : Die Teilnehmer wurden geübt, um auf die Präsentation eines Ziels zu reagieren oder die beiden gleichzeitig präsentierten Bildziele zu erkennen und zwischen verschiedenen Möglichkeiten auszuwählen; - <u>Sprache</u> : Die Teilnehmer wurden darin trainiert, Wörter semantisch zu korrelieren und	- Verbales Gedächtnis - Nonverbales Gedächtnis - Verbales Lernen - Nicht verbales Lernen - Aufmerksamkeit - Verarbeitungsgeschwindigkeit	60	5	60	8

				<p>verschiedene Bilder wahrzunehmen oder Figurenpaare zu assoziieren;</p> <ul style="list-style-type: none"> - „Visuo-spatial“: Die Teilnehmer wurden in der Lösung von Rätseln, visuellen Suchaufgaben und Lokalisierung von visuellen Informationen geübt. 					
Barnes et al. [24]	CCT N=22 Control (Active) N=25	74	-	<p>BrainFitness von Posit Science</p> <p>Das Programm umfasste 7 Übungen, die die Verarbeitungsgeschwindigkeit und -genauigkeit verbessern sollten; primäre und funktionierende auditorische Gedächtnisaufgaben wurden implizit in die Übungen integriert.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Verarbeitungsgeschwindigkeit - Verbales Gedächtnis - Arbeitsgedächtnis 	100	5	50	8
Finn et al. [14]	CCT N=8 Control (Passive) N=8	72.69	27.76	<p>Lumosity Inc.</p> <p>Übungstypen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vögel beobachten - Farbübereinstimmung - Verloren in der Migration - Übereinstimmung mit dem Speicher - Regentropfen - Räumliche Übereinstimmung 	<ul style="list-style-type: none"> - Vögel beobachten - Farbübereinstimmung - Verloren in der Migration - Übereinstimmung mit dem Speicher - Regentropfen - Räumliche Übereinstimmung 	20	3-5	10	7



Herrera et al. [23]	CCT N=11 Control (Active) N=11	76.63	27.27	<p>Nicht spezifizierte Software Übungstypen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <u>Visuelle Erkennung:</u> Die Teilnehmer wurden gebeten, Bilder mit oder ohne Distraktor zu merken und zu erkennen; - <u>Visuelles Erkennen:</u> Die Teilnehmer wurden gebeten, Positionen von Objekten zu merken und dieses Layout zu erkennen. - <u>Visuelle Erkennung / Arbeitsgedächtnis:</u> Die Teilnehmer wurden gebeten, sich alte und neue Bilder einzuprägen und sie kontinuierlich zu erkennen; - <u>Visuelle Aufmerksamkeit:</u> Die Teilnehmer wurden gebeten, ein Zielbild zu erkennen; - <u>Visuell fokussierte Aufmerksamkeit:</u> Die Teilnehmer wurden gebeten, ein Zielbild in verschiedenen Bildschirmteilen zu erkennen und zu erkennen; - <u>Geteilte Aufmerksamkeit</u> 	<ul style="list-style-type: none"> - Verbales Gedächtnis - Nonverbales Gedächtnis - Verbales Lernen - Nonverbales Lernen - Aufmerksamkeit - Verarbeitungsgeschwindigkeit 	60	2	24	8
---------------------	--------------------------------------	-------	-------	--	--	----	---	----	---

				(Versuch): Die Teilnehmer wurden gebeten, Bilder zu erkennen, die den unter den Distraktoren gehörten Wörtern entsprachen.					
Tarnanas et al. [19]	CCT N=32 Control (Active) N=39	70.05	26.5	Nicht spezifizierte Software Die Teilnehmer wurden in der Durchführung von Museumsaufgaben mittels virtueller Realität geübt.	-	90	2	60	7
Wittelsberger et al. [16]	CCT N=17 Control (Passive) N=10	70.07	22.88	Nintendo Wii bowling	-	60	2	12	5
Finn et al. [18]	CCT N=12 Control (Passive) N=12	73.95	27.79	Nicht spezifizierte Software Die Teilnehmer wurden gebeten, eine Reihe von Wörtern zu lernen und anschließend diese Wörter von nicht untersuchten Reizen zu unterscheiden.	- Verbales Lernen - Verbales Gedächtnis	90	2	9	6
Hughes et al. [17]	CCT N=10 Control (Active) N=10	77.4	27.1	Nintendo Wii sports	-	90	1	36	7
Fiatarone Singh et al. (study 1) [9]	CCT N=27 Control (Active) N=22	70.1	27	Cogpack	- Verbales Gedächtnis - Nonverbales Gedächtnis - Exekutive Funktionen - Aufmerksamkeit - Verarbeitungsgesch	90	2	78	9

					hwindigkeit				
Fiatarone Singh et al. (study 2) [9]	CCT N=24 Control (Active) N=27	70.1	27	Cogpack	<ul style="list-style-type: none"> - Verbales Gedächtnis - Nonverbales Gedächtnis - Exekutive Funktionen - Aufmerksamkeit - Verarbeitungsgeschwindigkeit 	90	2	78	9
Barban et al. [15]	CCT N=46 Control (Passive) N=60	73.54	27.74	Sociable Übungstypen <ul style="list-style-type: none"> - <u>Episodisches Gedächtnis</u>: Die Teilnehmer wurden gebeten, sich an eine Liste zu erinnern, sich an Objektstandorte in häuslichen Umgebungen zu erinnern und Bildpaare zu finden; - <u>Aufmerksame Exekutivfunktionen</u>: Die Teilnehmer wurden gebeten, selektiv auf Stimuli zu achten, die Distraktoren vermeiden, zu abstrahieren, Ähnlichkeiten zu erklären, Objekte zu kategorisieren, ein Ziel abzuziehen, indem die Distraktoren ausgeschlossen werden; 	<ul style="list-style-type: none"> - Verbales Gedächtnis - Nonverbales Gedächtnis - Exekutive Funktionen - Sprache - Aufmerksamkeit - Visuell-räumliche Verarbeitung 	60	2	24	8



				<ul style="list-style-type: none"> - <u>Orientierung</u>: Die Teilnehmer wurden gebeten, in ein Haus zu ziehen; - <u>Logisches Denken</u>: Die Teilnehmer wurden gebeten, ein visuelles Muster mit einem fehlenden Element zu vergleichen. - <u>Baupraxis</u>: Die Teilnehmer wurden gebeten, ein Puzzle zu machen; - <u>Sprache</u>: Die Teilnehmer wurden gebeten, Synonyme oder Antonyme zu koppeln. 					
Hagovska et al. [11] [12]	CCT N=40 Control (Passive) N=38	66.97	26.33	<p>CogniPlus</p> <ul style="list-style-type: none"> - <u>Aufmerksamkeitsintensität "Alarm"</u>: Autofahren - <u>Langzeitgedächtnis "Namen"</u>: Erinnerung an Namen und Nachnamen in Verbindung mit Gesichtern - <u>Exekutive Funktionen "Pland"</u>: Aufgaben lösen - <u>Arbeitsspeicher "Nback"</u>: Erinnern an zwei oder drei Bilder, die im Laufe der Zeit präsentiert wurden - <u>Visuell-motorische</u> 	<ul style="list-style-type: none"> - Verbales Gedächtnis - Nonverbales Gedächtnis - Verbales Lernen - Nonverbales Lernen - Arbeitsgedächtnis - Exekutive Funktionen - Aufmerksamkeit - Visuell-räumliche Verarbeitung 	30	2	10	7

				<p><u>Koordination "Vismo"</u>: einem Raumschiff auf dem Bildschirm folgen und es in einem Kreis halten</p> <ul style="list-style-type: none"> - Jede Übung verfügt über bis zu 28 progressive Schwierigkeitsstufen, die je nach Benutzerleistung einstellbar sind. 					
Barcelos et al. [21]	CCT N=8 Control (Active) N=9	80.6	20.8 ^c	<p>Nicht spezifizierte Software Die Teilnehmer wurden dazu ausgebildet, in einer landschaftlich reizvollen Landschaft durch virtuelle Realität verbesserte und liegende stationäre Fahrräder zu fahren, wo sie angewiesen wurden, verschiedenfarbige Münzen und entsprechende farbige Drachen zu sammeln.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Exekutive Funktionen - Aufmerksamkeit - Visuell-räumliche Verarbeitung 	20-45	2	18	6
Gooding et al. (study 1) [10]	CCT N=31 Control (Active) N=20	75.59 ^j	50.62 ^d	<p>BrainFitness by Posit Science</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Gedächtnis - Aufmerksamkeit - Exekutive Funktionen 	60	2	30	5
Gooding et al. (study 2) [10]	CVT N=23 Control (Active) N=20	75.59 ^j	50.84 ^d	<p>BrainFitness by Posit Science</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Gedächtnis - Aufmerksamkeit - Exekutive Funktionen 	60	2	30	5
Lin et al. [13]	CCT N=10 Control (Active) N=11	73.0	25.02 ^c	<p>InSight by Posit Science Übungstypen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Auge für Details - Periphere Herausforderung 	<ul style="list-style-type: none"> - Verarbeitungsgeschwindigkeit - Visuell-räumliche Verarbeitung - Exekutive 	60	4	24	7

				<ul style="list-style-type: none"> - Visuelle Durchläufe - Doppelte Entscheidungen - Zielverfolgung 	<ul style="list-style-type: none"> - Funktionen - Aufmerksamkeit 				
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

^a Abkürzungen: CCT= Computerized Cognitive Training; CVT= Cognitive Vitality Training; PED-ro P= Physiotherapy Evidence Database Rating Scale.

^b gewichtetes Durchschnittsalter

^c Gemessen mit dem "Montreal Cognitive Assessment" (1-30 scale).

^d Gemessen mit dem "Mini-Mental State Examination" (1-100 scale).

^e Zusammenfassende Statistiken von Studie 1 und 2.