

# Development of innovative training solutions in the field of functional evaluation aimed at updating of the curricula of health sciences schools



Modul Funktionsbewertung: Konzept und Methodik

Didaktische Einheit E

Thema: Bedeutung der kognitiven Fähigkeiten bei der Ausführung motorischer Aufgaben und warum es wichtig ist, die Biomechanik-Analyse bei kognitiven Beeinträchtigungen einzubeziehen



## Index

1. ZIELE	2
2. KOGNITION	3
2.1 Kognitive Funktionen	3
2.1.1. Orientierung	4
2.1.2. Gnosis	5
2.1.3. Praxis	6
2.1.4. Achtung	7
2.1.5. Speicher	9
2.1.6. Verarbeitungsgeschwindigkeit	10
2.1.7. Sprache	10
2.1.8. Ausführende Funktionen	12
2.1.9. Soziale Kognition	15
2.2. Hirngrundlagen der kognitiven Funktionen	19
2.3. Beeinträchtigte kognitive Funktionen	20
2.4. Auswertung der kognitiven Funktionen	22
2.5. Fortschritte bei der objektiven kognitiven Beurteilung	24
3. KOGNITIVE BEEINFLUSSUNG DER MOTORISCHEN LEISTUNG	27
4. MOTORISCHE LEISTUNG BEI MENSCHEN MIT KOGNITIVEN BEEINTRÄCHTIGUNGEN UND PSYCHISCHEN STÖRUNGEN	30
5. DUAL-TASK-BEWERTUNG	35
6. LEITGEDANKEN	38
7. REFERENZEN	39

## 1. Ziele

---

In dieser didaktischen Einheit wird der Lernende mit den wichtigsten kognitiven Funktionen vertraut gemacht, mit ihrer Beteiligung an der motorischen Leistung und damit, was passiert, wenn eine dieser Funktionen beeinträchtigt ist.

Die Ziele dieser didaktischen Einheit sind:

- Die wichtigsten kognitiven Funktionen und ihre Hirngrundlagen zu identifizieren.
- Zur Analyse der Auswirkungen der beeinträchtigten kognitiven Funktionen, ihre Bewertung und Erhaltung in der Ausübung der beruflichen Gesundheit Aktivität.
- Die Störung durch die kognitive Belastung bei normalen und pathologischen motorischen Leistungen zu kennen.
- Zur Untersuchung der motorischen Leistung bei Menschen mit eingeschränkten kognitiven Funktionen und psychischen Störungen.
- Es soll analysiert werden, wie eine motorische Geste mit kognitiver Belastung mit biomechanischen Bewertungswerkzeugen bewertet werden sollte.

## 2. Kognition

Kognition wird traditionell definiert als die Aktion oder der mentale Prozess des Erwerbs von Wissen und Verständnis durch Erfahrung und die Sinne. Genauer gesagt kann Kognition als die Fähigkeit aufgefasst werden, wahrzunehmen und zu reagieren, Informationen zu speichern und abzurufen, solche Informationen zu verarbeiten und zu verstehen, Entscheidungen zu treffen und angemessene Reaktionen zu erzeugen, die das Verhalten steuern, um sicher mit der Umwelt zu interagieren. Da die sensorischen Informationen, die empfangen werden können, umfangreich und kompliziert sind, ist Kognition notwendig, um die wesentlichen Elemente für das tägliche Funktionieren und Überleben zu extrahieren.

### 2.1 Kognitive Funktionen

Kognition als allgemeiner Prozess hängt von vielen anderen, spezifischeren, aber nicht weniger komplexen Prozessen ab, die miteinander interagieren und als Domänen oder kognitive Funktionen bezeichnet werden. Diese mentalen (Gehirn-)Prozesse höherer Ordnung sind gemeinsam an der Ausführung jeder täglichen Aufgabe oder Aktivität beteiligt und ermöglichen es dem Menschen, eine aktive Rolle bei der Aufnahme, Speicherung, Auswahl, Ausarbeitung, Umwandlung und Wiedergewinnung der Informationen zu übernehmen. Obwohl die verschiedenen Domänen oder kognitiven Funktionen nicht unabhängig voneinander sind, können einige separat erklärt werden, da sie häufig Gegenstand von Forschung und praktischen Anwendungen in verschiedenen Bereichen der Gesundheit sind. Abbildung 1 zeigt die wichtigsten kognitiven Domänen.

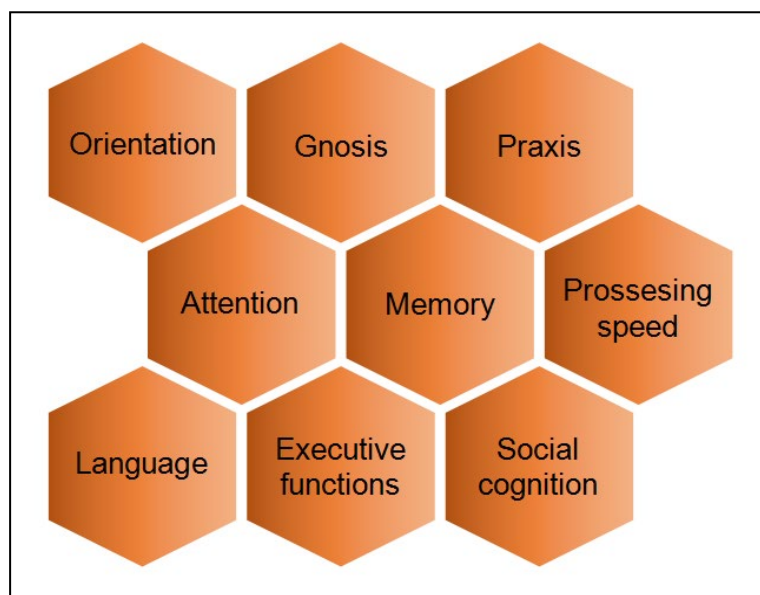


Abbildung 1: Hauptsächlichste kognitive Domänen des Menschen

### 2.1.1. Orientierung

Orientierung ist die Fähigkeit, die es einer Person erlaubt, sich selbst, andere und den Kontext, in dem sie sich zu einem bestimmten Zeitpunkt befindet, bewusst zu machen, um die Aktivitäten dieser Raum-/Zeitsituation entwickeln zu können. Es gibt drei Arten der Orientierung (Abbildung 2):

- ✓ **Persönliche Orientierung:** Es ist die Fähigkeit, Informationen in Bezug auf die Geschichte und die persönliche Identität zu integrieren.
- ✓ **Zeitliche Orientierung:** Es ist die Fähigkeit, Informationen zu verschiedenen Sachverhalten zu verarbeiten und in die richtige Chronologie einzuordnen.
- ✓ **Räumliche Orientierung:** Es ist die Fähigkeit, Informationen zu verarbeiten, die sich auf Orte beziehen.

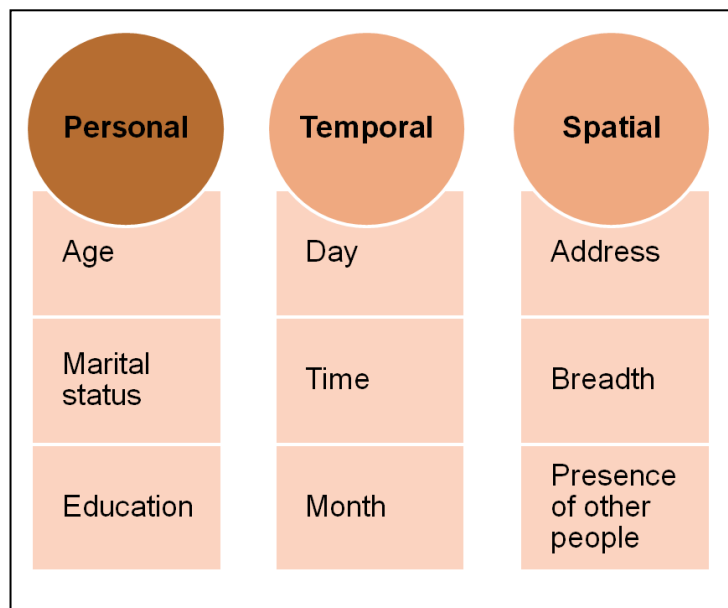


Abbildung 2: Beispiele für persönliche, zeitliche und räumliche Orientierung.

Desorientierung kann ein Symptom verschiedener medizinischer Zustände wie Delirium und Demenz sein. Auch einige körperliche Störungen können Desorientierung verursachen: Amnesie, Kohlenmonoxidvergiftung, zerebrale Arteriitis oder Entzündung von Arterien im Gehirn, Zirrhose und Leberversagen, Infektionen des zentralen Nervensystems wie Enzephalitis oder Meningitis, komplexe partielle Anfälle, Gehirnerschütterung, Dehydrierung, Medikamentenüberdosierung, Elektrolytanomalien, Epilepsie, Fieber, hitzebedingte Erkrankungen, Hypo- oder Hyperglykämie, Hypothermie, Hypothyreose oder Hyperthyreose, Hypoxie, eine Massenläsion im Gehirn wie ein Tumor oder Hämatom, Nierenversagen,

Sepsis, Schlaganfall, Vitaminmangel, Vestibularisstörungen. Desorientierung kann eine Nebenwirkung einiger Drogen sein, einschließlich Alkohol, Marihuana, verschreibungspflichtige Medikamente. Der Entzug von bestimmten Medikamenten kann ebenfalls Desorientierung verursachen.

Die Behandlung der Desorientierung sollte sich an den Ursachen orientieren.

### 2.1.2. Gnosis

Es ist die Fähigkeit des Gehirns, Elemente, Reize oder andere zuvor gelernte Informationen über die sensitiven Kanäle zu erkennen und ihnen eine Bedeutung zuzuschreiben. Es gibt verschiedene Arten von Gnosis:

- ✓ **Einfache Gnosis nach den beteiligten Sinneskanälen:** Es gibt die visuelle, auditive, taktile, olfaktorische und gustatorische Gnosis.
- ✓ **Somatognose oder Körperschema-Wahrnehmung:** Es ist die Fähigkeit, den Körper als Ganzes und seine Teile geistig zu erkennen und zu spüren. Diese Funktion ermöglicht es uns, die Bewegungen zu erkennen, die wir mit jedem Körperteil ausführen können, sowie seine Orientierung im Raum.
- ✓ **Visuospatiales Denken:** Es ist die Fähigkeit, Objekte, Orte, Entfernungen und Räume gedanklich darzustellen, zu analysieren und zu manipulieren. Zwei weitere kognitive Prozesse sind an dieser Funktion beteiligt: die räumliche Beziehung, oder die Fähigkeit, Objekte in zwei Dimensionen mental darzustellen und zu manipulieren, und die räumliche Visualisierung, was bedeutet, die Fähigkeit zu haben, Objekte in drei Dimensionen mental darzustellen und zu manipulieren.
- ✓ **Wahrnehmung und visuelle Konstruktion:** Es ist ein aktiver Gehirnprozess der Neuinterpretation visueller Informationen.

Die Störung der Gnosis ist als Agnosie bekannt. Obwohl diese Störungen selten isoliert auftreten, gibt es viele spezifische Namen für jede einzelne Sinneskanalstörung oder einige ihrer Kombinationen. Eine visuelle Agnosie, die häufigste Form der Störung, kann die Unfähigkeit sein, den Rasierer auf dem Waschbecken trotz adäquater Abtastfähigkeiten zu finden (der Rasierer kann nur durch Berührung lokalisiert werden), auch ist ein Patient mit Prosopagnosie nicht in der Lage, bei der Begegnung mit den Gesichtern vertrauter Personen wie Familienmitgliedern oder engen Freunden diese Personen zu identifizieren oder auch nur zu erkennen, dass sie vertraut sind; eine visuospatiale Agnosie kann die Fehleinschätzung der Entfernung beim Greifen nach einer Tasse sein, was zu einem unpassenden Endpunkt führt (die Hand landet mehrere Zentimeter von der Tasse entfernt) oder die Schwierigkeiten, ein Hemd am eigenen Körper zu orientieren; eine taktile Agnosie kann die Schwierigkeit mit Kleidungsverschlüssen trotz intakter Motorik sein oder die Unfähigkeit, Gegenstände zu erkennen, die sich in den Taschen befinden, wenn nicht auch das Sehvermögen eingesetzt wird; ebenso hat die Person mit einer apperzeptiven Agnosie, die eine Unfähigkeit ist, eine innere Repräsentation eines Objekts zu konstruieren, Schwierigkeiten, die einzelnen überlappend gezeichneten Objekte auszumalen oder Zeichnungen zu kopieren, aber sie kann die fraglichen Objekte nicht identifizieren.

Die Behandlung der Agnosie konzentriert sich normalerweise darauf, dem Patienten beizubringen, die anderen intakten sensorischen Modalitäten zu nutzen. Bei taktiler Agnosie wird dem Patienten beispielsweise beigebracht, den visuellen, olfaktorischen und auditiven Sinn zu nutzen, um Objekte zu erkennen.

Noch wichtiger ist, dass sich die Agnosie-Behandlung darauf konzentrieren sollte, das Bewusstsein für die Defizite und die Konsequenzen der Beeinträchtigungen zu schulen, da einige der Patienten mit Defiziten niedrigerer Ordnung oder "Pseudoagnosien" die Konsequenzen des Defizits unterschätzen können.

### 2.1.3. Praxis

Sie ist die erworbene Fähigkeit, freiwillig organisierte, einfache oder komplexe Bewegungen auszuführen, um eine Aufgabe zu erfüllen, Gegenstände zu manipulieren oder ein bestimmtes Ziel zu erreichen (Gehen, Anziehen, Essen, Lächeln, Sprechen). Es gibt mehrere Arten von Praxis:

- ✓ **Ideomotorische Praxis:** Es ist die Fähigkeit, eine einfache Bewegung oder Geste absichtlich auszuführen. Innerhalb dieser gibt es eine weitere Bezeichnung Facial Praxis, d.h. die Fähigkeit, Bewegungen oder Gesten mit verschiedenen Teilen des Gesichts (Lippen, Zunge, Augen, Augenbrauen, Wangen, etc.) willentlich auszuführen.
- ✓ **Ideelle Praxis:** Es ist die Fähigkeit, Objekte durch eine Abfolge von Gesten zu manipulieren, was die Kenntnis der Funktion des Objekts, der Handlung und der seriellen Reihenfolge der Handlungen, die zur Handlung führen, voraussetzt.
- ✓ **Visuokonstruktive Praxis:** Es ist die Fähigkeit, die Bewegungen zu planen und durchzuführen, die notwendig sind, um eine Reihe von Elementen im Raum zu organisieren, um eine Zeichnung zu bilden oder eine endgültige Figur zu schaffen.

In der ideellen und der visuokonstruktiven Praxis ist neben der Motorik selbst der Einsatz weiterer komplexer kognitiver Prozesse wie Planung und motorische Repräsentation der Handlung erforderlich, die für die Durchführung motorischer Aufgaben wie Kraft, Schnelligkeit, Präzision oder Koordination unerlässlich sind.

Die Unfähigkeit, eine zuvor erlernte geschickte Handlung auszuführen, die nicht durch Schwäche, Inkoordination, Demenz oder sensorischen Verlust erklärt werden kann, wird als Apraxie bezeichnet; wenn die Defizite in der geschickten Bewegung nicht vollständig sind, wird sie als Dyspraxie bezeichnet.

Patienten mit Apraxie können die Fähigkeit verlieren, gebräuchliche Werkzeuge zu manipulieren, oder die Fähigkeit, etwas Komplexeres auszuführen, wie Nähen oder Stricken. Bei der häufigsten Form, der ideomotorischen Apraxie, können die Patienten keine geschickten Bewegungen durch Pantomime demonstrieren oder einzelne motorische Aufgaben nicht ausführen, wie z. B. Haare kämmen oder zum Abschied winken. Diese



Patienten machen verschiedene Fehler, wie z. B. falsche Fingerkonfiguration, falsches Timing oder das Bewegen der falschen Gelenke. Wenn der Betroffene beispielsweise aufgefordert wird, den Gebrauch einer Schere zu demonstrieren, kann es vorkommen, dass er stattdessen Zeige- und Mittelfinger ausstreckt und sie zusammenschert, als würde er Stein-Papier-Schere spielen. Bei der Dissoziationsapraxie ist das pantomimische Ausführen einer Handlung auf Kommando beeinträchtigt, aber der Proband kann trotzdem den Prüfer imitieren und das gewünschte Objekt benutzen. Bei der konzeptuellen Apraxie sind die Patienten nicht in der Lage, einen Gebrauch mit einem bestimmten Werkzeug zu assoziieren. Bei der ideellen Apraxie ist der Patient nicht in der Lage, eine Reihe von Handlungen zu sequenzieren, wie z. B. ein Streichholz anzuzünden und es dann auszublasen, oder bei mehrstufigen Aufgaben, wie z. B. die richtige Schrittfolge beim Zähneputzen. Einige Dyspraxien sind Anzieh-Dyspraxie (Schwierigkeiten beim Anziehen und beim geordneten Anlegen von Kleidung), oromotorische Dyspraxie (Schwierigkeiten beim Sprechen) und konstruktive Dyspraxie (Schwierigkeiten bei räumlichen Beziehungen). Im Allgemeinen kann ein Patient mit Apraxie einige der folgenden Merkmale aufweisen: Koordinationsprobleme, einschließlich Ungeschicklichkeit beim Gehen, Ungeschicklichkeit oder Schwierigkeiten beim Hüpfen, Springen, Werfen und Fangen eines Balls oder beim Fahrradfahren; Verwirrung darüber, welche Hand für Aufgaben zu verwenden ist; Unfähigkeit, einen Stift oder Bleistift richtig zu halten; Empfindlichkeit gegenüber Berührungen; schlechtes Kurzzeitgedächtnis; Schwierigkeiten beim Lesen und Schreiben; schlechter Orientierungssinn; Sprachprobleme; Phobien oder zwanghaftes Verhalten; und Ungeduld.

Im Allgemeinen umfasst die Behandlung von Personen mit Apraxie physikalische, kognitive und oder Beschäftigungstherapie. Wenn Apraxie ein Symptom einer anderen Störung ist, sollte die zugrunde liegende Störung behandelt werden. Um die Unabhängigkeit und Sicherheit der Apraxie-Patienten zu fördern, sollte die Intervention im häuslichen Umfeld der Patienten erfolgen, das eine natürliche, alltägliche Lebensumgebung bietet. Die ergotherapeutische Intervention sollte auf einem kombinierten funktionellen Rehabilitationsprogramm beruhen, das sich auf restaurative und kompensatorische Techniken konzentriert.

#### 2.1.4. Aufmerksamkeit

Aufmerksamkeit ist definiert als der Zustand der Beobachtung und Wachsamkeit, der die Wahrnehmung dessen ermöglicht, was in der Umgebung geschieht. Es ist eine Fähigkeit oder ein Prozess, durch den spezifische mentale Ressourcen erzeugt und auf die relevantesten Aspekte der Umgebung oder die geeignetsten Aktionen gerichtet werden, wobei der entsprechende Aktivierungszustand aufrechterhalten wird, um ein Ziel oder einen Zweck zu erreichen. Um diesen Prozess auszuführen, ist es notwendig, sich auf bestimmte Reize zu konzentrieren und andere, weniger wichtige zu ignorieren.

Sie wird als kognitive "Meta-Funktion" betrachtet, da sie für die allgemeine kognitive Funktion des Individuums unerlässlich ist. Sie ist verantwortlich für die Auswahl und Filterung der Informationen, die von anderen komplexen kognitiven Funktionen wie dem Gedächtnis verarbeitet werden.



Die meisten kognitiven Systeme können mehr oder weniger unabhängig voneinander funktionieren, aber keines könnte dies ohne "Aufmerksamkeit" tun.

Insbesondere ist die Aufmerksamkeit an den Prozessen der Auswahl, Verteilung und Aufrechterhaltung der kognitiven Aktivität im Allgemeinen beteiligt. Es ist schwierig, Aufmerksamkeit von Konzentration oder von mentaler Verfolgung zu trennen, da es sich um eine multidimensionale Reihe von Prozessen handelt, die verschiedene kognitive Domänen, eine Vielzahl von Komponenten und mehrere hierarchische Ebenen umfassen. Die traditionell am meisten untersuchten Typen sind:

- ✓ **Fokussierte oder anhaltende Aufmerksamkeit oder "Surveillance":** Es ist die Fähigkeit, den Fokus der Aufmerksamkeit kontinuierlich auf eine Aufgabe oder ein Ereignis für eine bestimmte Zeit aufrechtzuerhalten.
- ✓ **Selektive Aufmerksamkeit:** Es ist die Fähigkeit, die Aufmerksamkeit zu lenken und sich auf eine Aufgabe oder ein Ereignis zu konzentrieren, ohne zuzulassen, dass andere Reize, externe oder interne, die Aufgabe unterbrechen.
- ✓ **Alternierende oder geteilte Aufmerksamkeit:** Es ist die Fähigkeit, den Fokus der Aufmerksamkeit fließend von einer Aufgabe oder einem Ereignis zu einem anderen zu wechseln.
- ✓ **Komplexe Aufmerksamkeit:** Diese Fähigkeit umfasst sowohl die einfache Aufmerksamkeit als auch die Geschwindigkeit der Informationsverarbeitung.

Die Fähigkeit, Aufgaben auszuführen, die Aufmerksamkeit erfordern, beeinflusst verschiedene Aktivitäten des täglichen Lebens. Wenn Sie z. B. einen Zeitungsartikel lesen, ist die Fähigkeit, sich lange genug auf die Lesetätigkeit zu konzentrieren, um den ganzen Artikel zu lesen, in hohem Maße von der anhaltenden Aufmerksamkeit abhängig. Auch die Fähigkeit, ein Auto von einem Punkt zum anderen zu fahren und dabei zu vermeiden, mit anderen Autos oder Objekten zusammenzustoßen, erfordert ein hohes Maß an anhaltender, selektiver und wechselnder Aufmerksamkeit. Der Mensch nutzt seine Aufmerksamkeit, um geplante und sequenzierte Handlungen und Gedanken auszuführen, wie z. B. das Befolgen eines Rezepts, das Lesen einer Karte, das Organisieren eines sozialen Ereignisses, die soziale Interaktion oder das Schreiben eines Berichts. Es gibt mehrere Faktoren, die die Fähigkeit einer Person, ihre Aufmerksamkeit aufrechtzuerhalten, beeinflussen: die Art der Aufgabe, Müdigkeit, Stress, Persönlichkeit usw. So kann mangelnde Aufmerksamkeit oder Unaufmerksamkeit die meisten Aktivitäten des täglichen Lebens direkt beeinträchtigen. Vor allem aber hat ein Mangel an Aufmerksamkeit einen wichtigen und negativen Einfluss auf das Lernen. Die wichtigste Störung im Zusammenhang mit der Aufmerksamkeit ist die Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS).

Die Strategien zur Verbesserung nur der Unaufmerksamkeit sind recht begrenzt. Die beste Strategie zur Vermeidung der mit der Vigilanzminderung verbundenen Probleme ist die Umgestaltung der Aufgabe/des Systems, um diese Anforderung zu vermeiden. Komplexere Aufmerksamkeitsdefizite wie ADHS können eine pharmakologische Behandlung erfordern, aber die Verhaltensinterventionspläne können langfristig zu einer dauerhaften Verbesserung der Konzentrationsfähigkeit führen, die Medikamente nicht leisten können.

## 2.1.5. Speicher

Dank des Gedächtnisses können Sie lernen, sich weiterentwickeln und Persönlichkeit haben. Per Definition wird oft gesagt, dass das Gedächtnis die Fähigkeit ist, effektiv gelernte Informationen oder erlebte Ereignisse zu kodieren, zu speichern und abzurufen. In den ersten Erklärungsmodellen waren die kognitiven Prozesse, die am Gedächtnis beteiligt sind, Aufmerksamkeit, Kodierung, Speicherung, Konsolidierung und Informationsabruf. Darüber hinaus wurde zwischen sensorischem Gedächtnis, Kurzzeitgedächtnis und Langzeitgedächtnis unterschieden.

Gegenwärtig versteht die Neuropsychologie, dass das Gedächtnis eine viel komplexere Funktion ist, die viele andere kognitive Prozesse und Funktionen umfasst, die in Aufgaben unterteilt und auf verschiedene Weise klassifiziert werden:

- ✓ **Durch den Informationscharakter des Abrufs:** Verbales oder nonverbales Gedächtnis.
- ✓ **Nach dem Informationstyp des Abrufs:** Es kann sich um "semantische" (unpersönliche Informationen) handeln, die das Wissen über die Bedeutung von Wörtern, Fakten und Konzepten, Objekten und ihren Beziehungen untereinander sowie allgemeine Informationen über die Welt umfassen; und "episodische" (autobiografische Informationen) oder Erinnerungen an vergangene Ereignisse, die durch ihre zeitlichen Merkmale spezifiziert sind.
- ✓ **Durch die Zugriffsmethode zum Abruf:** Es kann unterschieden werden in "explizit" oder "deklarativ", Informationen, auf die bewusst zugegriffen werden kann, und "implizit" oder "prozedural", automatischer Abruf von Handlungen oder Abfolge von gelernten Handlungen.
- ✓ **Durch die Zugangsmodalität zum Abruf:** Nach der Art des Sinneskanals (Sehen, Hören, Tasten, Schmecken, Riechen, Kinästhetik), einzeln oder in Kombination, und nach der Art der Aufgabe (frei, geführt, gestört oder durch Wiedererkennung).
- ✓ **Nach der Zeitspanne, in der die Information abgerufen wird:** Sie kann in "sofort" oder "kurz" (Sekunden oder wenige Minuten) und "verzögert" oder "langfristig" (mehrere Minuten bis zu mehreren Stunden), mit oder ohne Störung, unterteilt werden.

Jeder vergisst manchmal Dinge. Ein gewisses Maß an Gedächtnisproblemen ist ein üblicher Teil des Alterns. Es gibt jedoch einen Unterschied zwischen normalen Veränderungen des Gedächtnisses und Gedächtnisverlust im Zusammenhang mit einer Krankheit. Die ersten oder deutlicher erkennbaren Anzeichen für den klinischen Zustand des Gedächtnisverlustes sind: das wiederholte Stellen der gleichen Fragen, das Vergessen von gebräuchlichen Wörtern beim Sprechen, das Verwechseln von Wörtern, z. B. das Sagen von "Bett" statt "Tisch", das längere Ausführen von vertrauten Aufgaben, wie z. B. das Befolgen eines Rezepts, das Verlegen von Gegenständen an unpassenden Orten, wie z. B. das Ablegen der Brieftasche in der Küchenschublade, das Verirren beim Spaziergehen oder Autofahren in einer vertrauten Gegend, Stimmungs- oder Verhaltensänderungen ohne erkennbaren Grund

usw. Einige Gedächtnisprobleme sind die Folge von behandelbaren Bedingungen: Schlafmangel, Medikamente oder eine Kombination von Medikamenten, ein kleines Kopftrauma oder eine Verletzung, emotionale Störungen, Stress, Angst oder Depression, Alkoholismus, Vitamin-B-12-Mangel, Schilddrüsenunterfunktion, Hirnerkrankungen (ein Tumor oder eine Infektion im Gehirn) usw. Andere sind Symptome oder Merkmale von neurologischen oder neurodegenerativen Erkrankungen, wie z. B. schwere geistige Störungen, Alzheimer, Parkinson und andere Arten von Demenz, oder von dauerhaften Hirnverletzungen.

Die Behandlung zur Verbesserung der schwersten Gedächtnisstörungen kann eine pharmakologische Behandlung erfordern, aber die kognitive Rehabilitation oder die Anwendung von Gedächtnistrainingstechniken kann bei mittleren oder geringeren Gedächtnisdefiziten sehr nützlich sein.

### **2.1.6. Verarbeitungsgeschwindigkeit:**

Es ist die Fähigkeit, Informationen automatisch und schnell zu verarbeiten, ohne bewusst zu denken. Ist definiert als die Geschwindigkeit, mit der eine Aufgabe erledigt wird, oder die Zeit, die zwischen der Aufnahme eines Reizes und der Abgabe einer Reaktion vergeht.

Eine langsame Verarbeitungsgeschwindigkeit äußert sich in der Schwierigkeit, mit dem Lerntempo anderer mithalten, in der Schwierigkeit, Aufgaben rechtzeitig zu erledigen oder in Problemen, Anweisungen zu folgen. Eine langsame Verarbeitungsgeschwindigkeit kann bei Lern- und Aufmerksamkeitsstörungen wie Legasthenie, Aufmerksamkeitsdefizitstörung, Autismus, Dysgraphie, Dyskalkulie und auditiver Verarbeitungsstörung eine Rolle spielen.

Wenn geistige Effizienz bei der Fokussierung der Konzentration gefordert ist, haben Schüler aller Altersgruppen mit langsamerer Verarbeitungsgeschwindigkeit Schwierigkeiten, einfache kognitive Aufgaben fließend und automatisch auszuführen. In diesen Fällen sind die Strategien der Modifizierung und Akkommodation der Umgebung und der Bewertungsanforderungen im Klassenzimmer sowie die Differenzierung des Unterrichtsstils angemessen, um sicherzustellen, dass sie gleichen Zugang zum Lehrplan haben. Einigen von ihnen müssen jedoch direkt kompensatorische Strategien beigebracht werden, die sie selbständig in verschiedenen Umgebungen anwenden können, und sie müssen ermutigt werden, ihre eigenen Lernstrategien zu entwickeln und die verfügbaren Ressourcen im Klassenzimmer zu nutzen.

Nichtsdestotrotz sollten die schwerwiegendsten Fälle von einem erfahrenen Neuropsychologen beurteilt und behandelt werden, der die Art und den Schweregrad des Problems beurteilt und die Ursachen identifiziert, indem er das Vorhandensein anderer Störungen ausschließt, insbesondere solche, die mit Lernen, geistiger Behinderung, oppositioneller Trotzhaltung, Angst oder Depression zusammenhängen.

### **2.1.7. Sprache**

Sprache ist eine kognitive Funktion höherer Ordnung, das Ergebnis einer komplexen Nerventätigkeit, die Symbolisierungsprozesse im Zusammenhang mit der Kodierung und

Dekodierung von Informationen entwickelt. Die Produktion von Sprache ist die Materialisierung von Zeichen (laut, nicht laut, verbal oder schriftlich), um Objekte, Ideen usw. gemäß einer Konvention einer Sprachgemeinschaft zu symbolisieren, die interindividuelle Kommunikation ermöglicht. Die Sprache setzt sich aus mehreren kognitiven Prozessen zusammen:

- ✓ **Wortschatz:** Es ist das lexikalische Wissen.
- ✓ **Schreiben:** Es ist die Fähigkeit, Ideen in Symbole, Zeichen und Bilder umzusetzen.
- ✓ **Lesen:** Es ist die Fähigkeit, Symbole, Zeichen und Bilder zu interpretieren und in Sprache umzusetzen.
- ✓ **Benennen:** Es ist die Fähigkeit, Objekte, Personen oder Fakten zu benennen.
- ✓ **Wiederholung:** Es ist die Fähigkeit, die erhaltene sprachliche Information auf die gleiche Weise zu reproduzieren.
- ✓ **Diskrimination:** Es ist die Fähigkeit, sprachbezogene Inhalte zu erkennen, zu differenzieren und zu interpretieren.
- ✓ **Geläufigkeit:** Es ist die Fähigkeit, sprachliche Inhalte schnell und effizient zu produzieren.
- ✓ **Verstehen:** Es ist die Fähigkeit, die Bedeutung von Wörtern und Ideen zu verstehen.
- ✓ **Ausdruck:** Es ist die Fähigkeit, Ideen mit Bedeutung und grammatikalisch korrekt zu formulieren.

Sprachstörungen oder Sprachbeeinträchtigungen sind eine Beeinträchtigung der Verarbeitung von sprachlichen Informationen, die die Fähigkeit einer Person, Sprache zu empfangen und/oder auszudrücken, beeinträchtigt. Als eine Hirnfunktion, die eine Reihe von kognitiven Prozessen erfordert, ist sie häufig sowohl von fokalen Hirnläsionen als auch von neurologischen oder neurodegenerativen Störungen betroffen. Sie können nach dem Aspekt der Sprache, der beeinträchtigt ist (Phonologie, Syntax, Morphologie, Semantik und/oder Pragmatik), nach dem Schweregrad (leicht, mittelschwer oder schwer) und danach, ob das Verstehen (rezeptive Sprache), die Produktion (expressive Sprache) oder beides betroffen ist, klassifiziert werden. Dementsprechend gibt es verschiedene Arten von Sprachstörungen: Alexie, Agraphie, Aphasie, Dyspraxie, Legasthenie und andere sich überschneidende Begriffe (die expressiven/rezeptiven und fließenden/dysfluenten Bereiche der Aphasie). Sprachstörungen sind eine der vier Störungen, die vom DSM-V unter Kommunikationsstörungen klassifiziert werden, zusammen mit Sprachstörungen, zentralen auditiven Verarbeitungsstörungen und Hörstörungen.

Die Auswirkungen von Sprachstörungen auf das tägliche Leben können von der Abgrenzung von anderen in Familie, Schule oder Spielumgebung bis hin zu mangelndem Selbstvertrauen und Durchsetzungsvermögen als Folge von Schwierigkeiten beim Verstehen und Ausdrücken von Informationen reichen. Neuroentwicklungsstörungen der Sprache werden

typischerweise in der frühen Kindheit erkannt, wenn ein Kind keine altersgemäßen Sprachfähigkeiten zeigt.

Die Behandlung von Sprachstörungen sollte ein multidisziplinärer Ansatz sein, der Logopäden, Audiologen, Verhaltenstherapeuten und Sonderpädagogen sowie einen Arzt einbezieht, um körperliche Ursachen hinter den Sprachbeeinträchtigungen zu identifizieren (oder auszuschließen). Darüber hinaus sind die effektivsten Therapien diejenigen, die in diesen natürlichen Umgebungen durchgeführt werden, da der Patient in einer natürlichen Umgebung nicht nur schneller lernt, sondern auch das neue Verhalten und die neuen Fähigkeiten in dieser vertrauten Umgebung leichter beibehält. Der Einsatz neuer Technologien zur Unterstützung der Behandlung ist derzeit ein leistungsfähiges Kommunikationsmittel zur Verbesserung der kommunikativen und sozialen Fähigkeiten, allerdings müssen sich Kommunikations- und Erziehungsfachleute in erster Linie auf die Kommunikationsbedürfnisse des Einzelnen konzentrieren und sicherstellen, dass das Mittel diesen Bedürfnissen gerecht wird. Andere nützliche Hilfsmittel sind Spielprogramme und Musiktherapieprogramme. In jedem Fall ist die frühzeitige Erkennung von Sprachstörungen der Schlüssel zu einer frühzeitigen Intervention, die langfristig zu besseren Behandlungsergebnissen führen wird.

### 2.1.8. Exekutive Funktionen

Sie sind eine Reihe von kognitiven Prozessen höherer Ordnung oder komplexe mentale Aktivitäten, die Informationen aus vielen kortikalen sensorischen Systemen in den vorderen und hinteren Hirnregionen nutzen und modifizieren, um Verhalten zu modulieren und zu erzeugen. Diese kognitive Funktion beinhaltet sowohl kognitive als auch verhaltensbezogene Komponenten, die miteinander in Beziehung stehen, um Aktivitäten zu organisieren, zu leiten, zu überprüfen, zu regulieren, zu etablieren und zu initiieren. Sie umfasst auch alle anderen mentalen Operationen, die notwendig sind, um sich effektiv an die Umwelt anzupassen und unabhängige Aktivitäten des täglichen Lebens zu bewältigen.

Diese Funktionen erleichtern durch Feedback die Selbstregulierung und die Unterdrückung von unangemessenen Reaktionen oder Verhaltensweisen sowie die Überprüfung von Fehlern oder die Überwachung von Strategien. Sie ermöglichen auch die Lösung komplexer Probleme, die Verwendung abstrakter Konzepte, die Entscheidungsfindung und die Auswahl der richtigen Handlungen. Sie sind verantwortlich für Flexibilität und kognitive Veränderungen in neuen oder komplexen Situationen, um das Verhalten unter Kontrolle zu halten und auf die vorher festgelegten Ziele auszurichten.

Es gibt verschiedene Arten von exekutiven Funktionen:

- ✓ **Zeitabschätzung:** Es ist die Fähigkeit, die Zeitspanne und die Dauer einer Aktivität oder eines Ereignisses ungefähr zu berechnen.
- ✓ **Hemmung:** Es ist die Fähigkeit, Impulse oder irrelevante Informationen sowohl innerlich als auch äußerlich zu ignorieren, wenn eine Aufgabe ausgeführt wird.
- ✓ **Duale Ausführung:** Es ist die Fähigkeit, zwei Aufgaben unterschiedlicher Art gleichzeitig auszuführen und dabei beiden ständig Aufmerksamkeit zu schenken.



- ✓ **Multitasking (Verzweigung):** Es ist die Fähigkeit, Aufgaben optimal zu organisieren und gleichzeitig auszuführen, sie zu verschränken und zu wissen, wo sich jede einzelne zu jeder Zeit befindet.
- ✓ **Planung:** Es ist die Fähigkeit, Ziele zu generieren, Aktionspläne zu entwickeln, um sie zu erreichen (Abfolge von Schritten) und die am besten geeignete zu wählen, basierend auf der Antizipation von Konsequenzen.
- ✓ **logisches Denken:** Es ist die Fähigkeit, Ergebnisse zu vergleichen, Schlüsse zu ziehen und abstrakte Beziehungen herzustellen, Probleme verschiedener Art bewusst zu lösen und dabei kausale Zusammenhänge herzustellen.
- ✓ **Entscheidungsfindung:** Es handelt sich um einen mentalen Prozess, der es Ihnen ermöglicht, je nach Bedarf eine Auswahl zwischen mehreren Alternativen zu treffen und dabei die Ergebnisse und Konsequenzen aller Optionen abzuwägen.
- ✓ **Kognitive Flexibilität:** Es ist die Fähigkeit, neue Strategien zu generieren, um das Verhalten an die veränderten Anforderungen der Umgebung anzupassen. Diese Fähigkeit erlaubt es, etwas zuvor Geplantes zu ändern und sich so an die Umgebungsbedingungen anzupassen. Sie ermöglicht es auch, eigene Fehler zu korrigieren und Gewohnheiten zu ändern.
- ✓ **Arbeitsgedächtnis oder operatives Gedächtnis:** Es ist die Kapazität zur temporären Speicherung von Informationen und deren Verarbeitung. Es ist einer der Untertypen der "Art und Weise des Erinnerns" und stellt eine Variante des "unmittelbaren Gedächtnisses" dar, in dem nicht nur die Information für einige Sekunden behalten wird, sondern auch eine Manipulation der Information durchgeführt wird, um eine Antwort zu geben. Diese komplexe kognitive Funktion benötigt ein eigenes System zur Erhaltung, Manipulation und Transformation bestimmter Informationen für einen bestimmten Zeitraum. Dazu koordiniert es sich mit anderen Systemen wie der "Artikulationsschleife", um verbale Informationen aktiv zu halten, der "visuospatialen Agenda", um Bilder zu erhalten und zu manipulieren und dem zentralen exekutiven System, um Strategien zu regulieren und auszuwählen. Obwohl es als eine der Arten des Gedächtnisses betrachtet werden könnte, sollte es in die Klassifizierung der exekutiven Funktionen aufgenommen werden, da es wichtig ist, zukünftige Gedanken und Handlungen aus der jüngsten Vergangenheit zu organisieren.

Exekutive Dysfunktion kann sich auf Schwierigkeiten in einer ihrer Fähigkeiten oder Kapazitäten beziehen. Sie kann ein Symptom einer anderen Erkrankung sein, z. B. einer Verhaltensstörung, Depression, Zwangsstörung, Schizophrenie, bipolaren Störung, fetalen Alkoholspektrumsstörung, Lernbehinderung, Autismus, Alzheimer-Krankheit, Drogen- oder Alkoholsucht, Stress oder Schlafentzug und einer Schädigung der Frontallappen des Gehirns. Im alltäglichen Leben zeigt sie sich in Dingen wie: der Unfähigkeit, Pläne zu ändern, Schwierigkeiten beim Erledigen von Hausaufgaben, der Unfähigkeit, sich daran zu erinnern,



was man im Laden abholen muss, dem Verlegen von Dingen, Schwierigkeiten mit dem Zeitmanagement, Schwierigkeiten bei der Organisation von Zeitplänen, Schwierigkeiten, Orte zu organisieren, dem ständigen Verlieren von persönlichen Gegenständen, Schwierigkeiten, mit Frustration oder Rückschlägen umzugehen, Schwierigkeiten beim Abrufen von Erinnerungen oder beim Befolgen von mehrstufigen Anweisungen, der Unfähigkeit, Emotionen oder Verhalten selbst zu kontrollieren.

Die Behandlung hängt von den Bedingungen und den spezifischen Arten von exekutiven Dysfunktionen ab, die vorhanden sind; sie ist ein fortlaufender Prozess, der oft lebenslang ist und im Laufe der Zeit variieren kann. Die Behandlung umfasst in der Regel die Zusammenarbeit mit verschiedenen Therapeuten wie Neuropsychologen, Psychologen, Sprachtherapeuten oder Ergotherapeuten. In den schwersten Fällen kann eine medikamentöse Behandlung hilfreich sein. Bei leichteren Fällen sind Behandlungen, die sich auf die Entwicklung von Strategien zur Bewältigung der jeweiligen Störung konzentrieren, ebenfalls hilfreich (Haftnotizen, Organisations-Apps, Timer usw.).

### Welcher Zusammenhang besteht zwischen exekutiven Funktionen und motorischer Leistung?

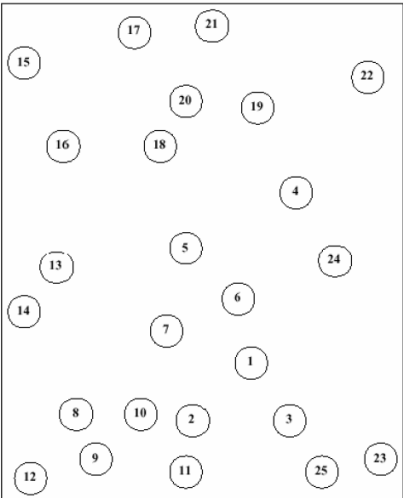
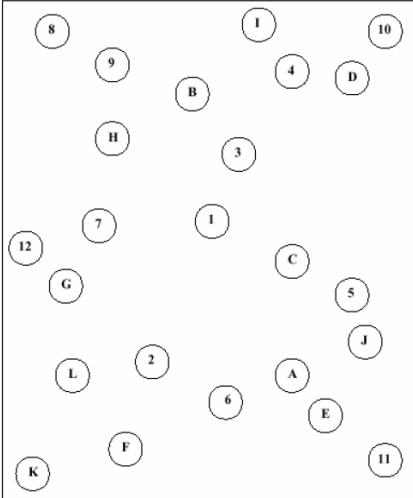
Die exekutive Funktion bezieht sich auf eine Vielzahl von höheren kognitiven Prozessen, die Informationen aus vielen kortikalen sensorischen Systemen in den vorderen und hinteren Hirnregionen nutzen und modifizieren, um Verhalten zu modulieren und zu produzieren. Sie umfassen eine Reihe von kognitiven Prozessen, die eine zielgerichtete Verarbeitung von neuartigen oder komplexen Situationen ermöglichen.

Mehrere Untersuchungen haben versucht, die Zusammenhänge zwischen Exekutivfunktionen und Gangfähigkeiten direkt zu untersuchen. Es konnte gezeigt werden, dass eine schlechte und mittlere Leistung der Exekutivfunktionen mit einer verminderten Ganggeschwindigkeit beim Gang mit einem Hindernis verbunden ist. Die gleiche Beziehung wurde beobachtet, wenn der Gang mit kognitiver Belastung durchgeführt wird, was zeigt, dass kognitive Exekutivfunktionen in komplexen Gangsituationen entscheidend sind. Dieser Zusammenhang ist bei Populationen mit Gangstörungen wie älteren Menschen und Menschen mit neurologischen Störungen stärker ausgeprägt.

Bei gesunden älteren Erwachsenen sind exekutive Funktionen wichtig für die erfolgreiche Bewältigung vieler Gleichgewichts- und Gehaufgaben,

## Wie werden kognitive Funktionen gemessen?

Der in der Forschung am häufigsten verwendete Test zur Messung der kognitiven Funktionen der Ausführung ist der Trail Making Test. Dieser Test wird häufig in Studien zur Gangbeurteilung bei Menschen mit neurodegenerativen Erkrankungen und neurologischen Erkrankungen eingesetzt. Der Test besteht aus zwei Teilen: A und B. Teil A des Tests erfordert, dass die untersuchte Person Linien zieht, die fünfundzwanzig Zahlen in kürzester Zeit sequentiell miteinander verbinden. Teil B erfordert eine ähnliche Ausführung, mit der Ausnahme, dass die Person die Zahlenfolge mit Buchstaben abwechseln muss.

Trail Making Test Part A	Trail Making Test Part B
Patient's Name: _____ Date: _____	Patient's Name: _____ Date: _____
	

### 2.1.9. Soziale Kognition

Es ist eine Reihe von kognitiven und emotionalen Prozessen, um Informationen über die soziale Welt wahrzunehmen, sich zu erinnern, zu analysieren, zu interpretieren, vorherzusagen, zuzuordnen und zu nutzen. Es ist die Fähigkeit, über uns selbst, andere und deren Verhalten sowie soziale Beziehungen nachzudenken und ihnen einen Sinn zu geben. Soziale Kognition ist notwendig, um Verhalten und Emotionen im sozialen Kontext zu regulieren. Sie erleichtert auch die Interpretation der Emotionen, Gedanken und Reaktionen anderer Menschen auf bestimmte Situationen (Empathie).

Diese Art der Kognition hat einige Komponenten:

- ✓ **Soziale Wahrnehmung:** Es ist die Fähigkeit, die soziale Realität zu verstehen. Sie bezieht sich darauf, wie andere wahrgenommen werden und wie ihr Verhalten interpretiert wird.
- ✓ **Metakognition:** Es ist die Fähigkeit, die Absichten und Überzeugungen anderer Menschen mental zu repräsentieren.
- ✓ **Theorie des Geistes:** Es ist die Fähigkeit, sich automatisch und fast unbewusst der Unterschiede bewusst zu sein, die zwischen der Sichtweise der anderen und der eigenen Sichtweise bestehen.
- ✓ **Emotionale Verarbeitung:** Es ist ein Prozess, bei dem Situationen, Dinge, Menschen usw. auf eine Werteskala gesetzt werden. Aus der durchgeführten Analyse ergibt sich die Qualität und Intensität der zugehörigen Emotion, was zu einer subjektiven Bewertung, Veränderungen der physiologischen Aktivierung und / oder der Verhaltensmobilisierung führt.
- ✓ **Attributionsstil oder attributionale Verzerrung:** Das sind die Unterschiede, mit denen Menschen dem, was ihnen widerfährt, Ursachen zuschreiben. Attributionen sind eine Reihe von inneren Botschaften, nicht unbewusst, aber manchmal ist es schwer zu erkennen. Es gibt verschiedene Arten von Attributionen: global oder spezifisch, stabil oder instabil, und, interner oder externer Kontroll-Locus.

Im alltäglichen Leben interagieren Menschen ständig miteinander, sei es um zu kooperieren, zu konkurrieren oder einfach nur, um dem Tagesgeschäft nachzugehen. Diese Interaktionen müssen, um erfolgreich zu sein, die Fähigkeit beinhalten, die Handlungen der anderen Menschen in Bezug auf ihre Überzeugungen, Wünsche und Absichten zu verstehen und vorherzusagen. Menschen, während sie mit anderen interagieren, lesen deren Signale und senden Signale zurück, die andere lesen können, teilen sich also gegenseitig ihre mentalen Zustände mit und reagieren aktiv darauf, um sie zu verändern: um ihnen Vertrauen oder Angst zu machen. Bei einer Aktion, bei der zwei Menschen zusammenarbeiten, um ein gemeinsames Ziel zu erreichen, müssen die Teilnehmer beispielsweise verstehen, wie sie und ihr Partner die Rolle des anderen innerhalb der Partnerschaft sehen, und in der Lage sein, die Absichten des Partners zu verstehen und seine Handlungen vorherzusagen. Dieser Prozess beinhaltet mindestens vier Ebenen des Mentalisierens: (1) unsere Überzeugung über die Rolle unseres Partners, (2) unsere Überzeugung darüber, wie unser Partner seine Rolle sieht, (3) unsere Überzeugung darüber, wie unser Partner glaubt, dass wir unsere Rolle sehen, und schließlich (4) unsere Überzeugung darüber, wie unser Partner glaubt, dass wir ihn sehen (Abbildung 3).



Abbildung 3: Ebenen des Mentalisierens

Soziale Beeinträchtigungen sind häufig und tragen in hohem Maße zur Belastung durch psychische Erkrankungen oder Behinderungen bei. Autismus ist eine Entwicklungsstörung, die durch soziale und kommunikative Beeinträchtigungen definiert ist, ebenso wie bestimmte Formen der Schizophrenie, psychopathische und Borderline-Persönlichkeiten. Bei Patienten mit Psychosen hat sich ein deutliches Defizit in der sozialen Kognition in ihren verschiedenen Bereichen gezeigt, das eine wichtige Rolle bei der Ätiologie sowohl positiver als auch negativer psychotischer Symptome spielt. Zum Beispiel wurde das Erleben von Paranoia mit Defiziten in der Emotionserkennung und Attributionsverzerrungen in Verbindung gebracht, d.h. neutrale Stimuli werden als negativ fehlinterpretiert. Asoziales Verhalten (wie soziale Isolation und soziale Anhedonie) kann teilweise durch soziale Beeinträchtigungen erklärt werden.

Die Behandlung der sozialen Behinderung kann sozial ausgerichtete Verhaltensinterventionen, Interaktionstraining, kognitiv-behaviorale Behandlungen und pharmakologische Behandlungen für schwerere Fälle umfassen.

Zusammenfassend sind die beteiligten kognitiven Domänen und Unterfunktionen in Diagramm 1 dargestellt.

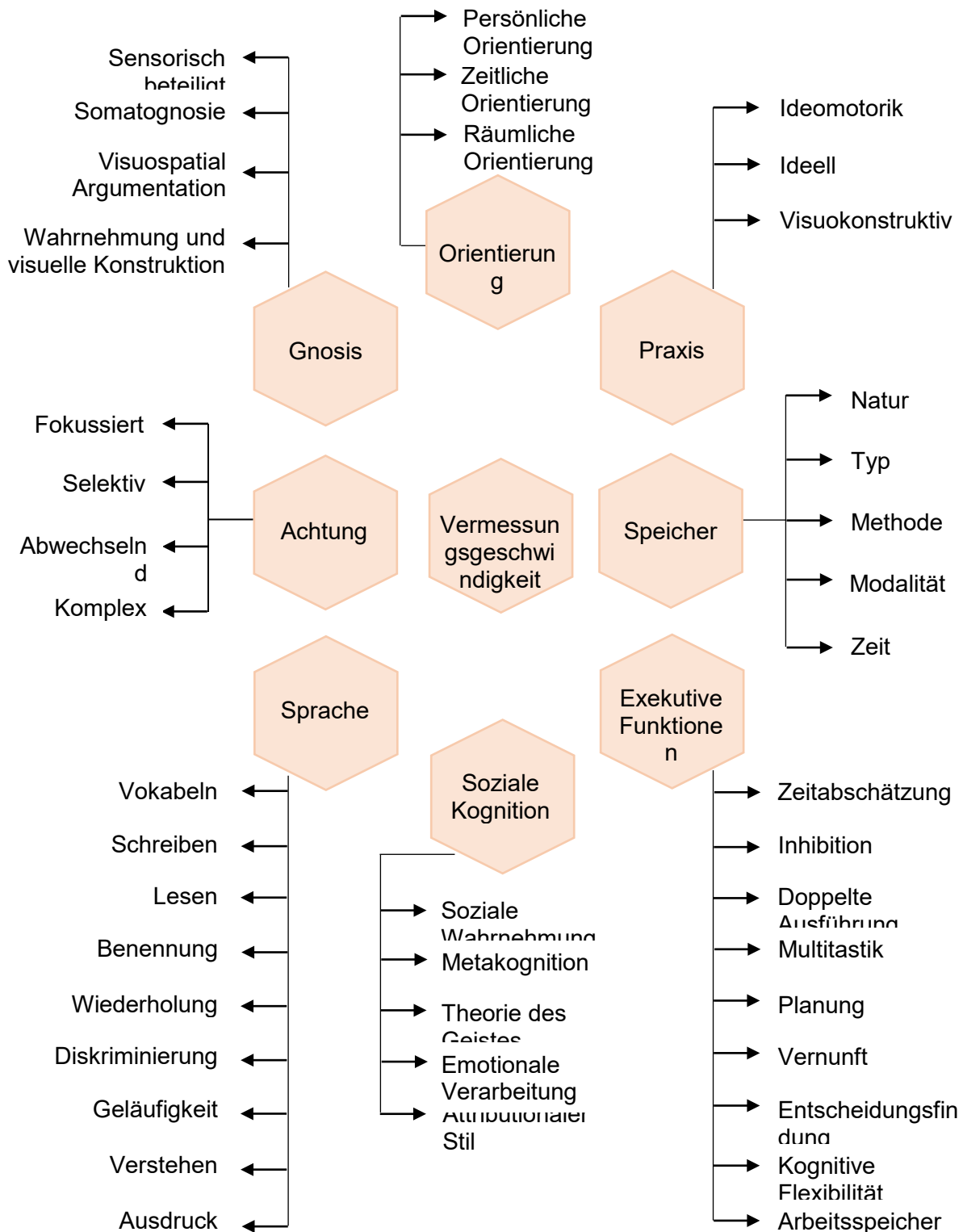


Diagramm 1: Zusammenfassung der beteiligten kognitiven Domänen und Unterfunktionen.

## 2.2. Grundlagen des Gehirns für kognitive Funktionen

Traditionell hat sich die Neurowissenschaft vor allem auf die topologische Organisation der kognitiven Funktionen in bestimmten Hirnregionen konzentriert (Abbildung 4).

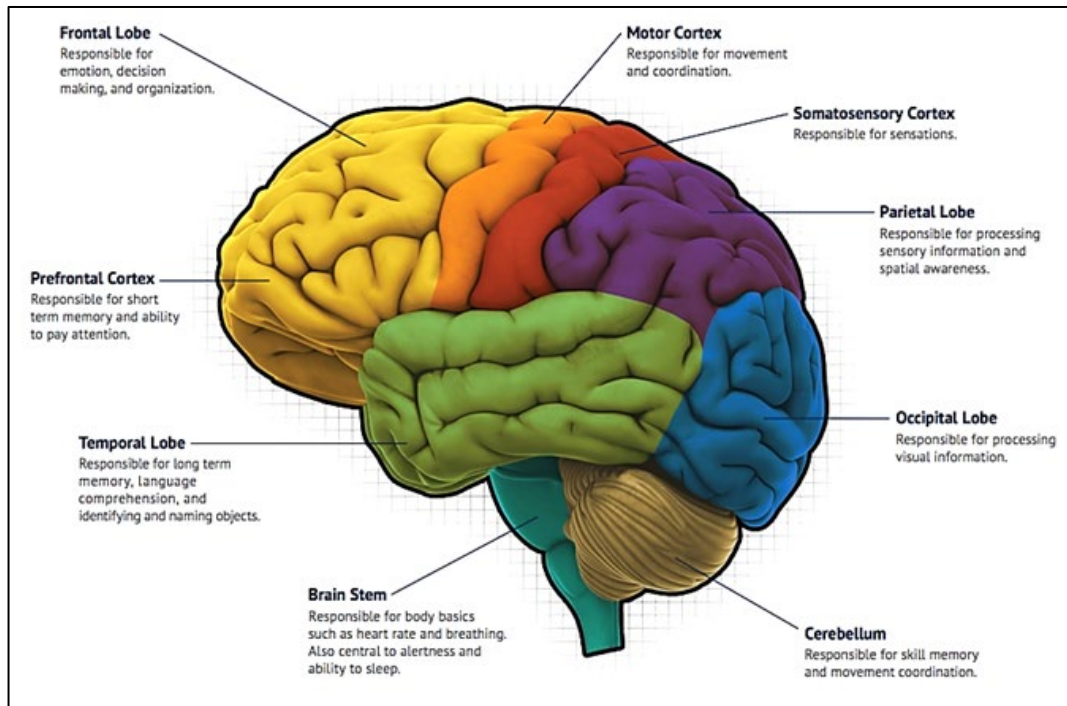


Abbildung 4: Gehirnkartierung (aus North Jersey Health & Wellness)

Tatsächlich gibt es aber ein neues "Netzwerk-Paradigma", um die neuronale Basis der Kognition zu verstehen: Der Schlüssel zum Verständnis der Funktionen einer bestimmten Hirnregion liegt darin, zu verstehen, wie sich ihre Konnektivität von den Verbindungsmustern in anderen funktional verwandten Hirnarealen unterscheidet. Verschiebung der neurowissenschaftlichen Interessen in Richtung der Entwicklung eines tieferen Verständnisses, wie die intrinsische Architektur des Gehirns die Verarbeitung kognitiver Informationen beeinflusst.

Nach Mesulam (1990) enthält das menschliche Gehirn mindestens fünf große funktionelle Kernnetzwerke:

- I. Ein räumliches Aufmerksamkeitsnetzwerk, verankert im posterioren parietalen Kortex (PPC) und den frontalen Augenfeldern.
- II. Ein Sprachnetzwerk, das im Wernicke- und Broca-Areal verankert ist.
- III. Ein explizites Gedächtnisnetzwerk, das im hippocampal-entorhinalen Komplex und im inferioren parietalen Kortex verankert ist.
- IV. Ein Netzwerk zur Erkennung von Gesichtern und Objekten, verankert im mitteltemporalen und temporepolaren Kortex.
- V. Ein Netzwerk aus Arbeitsgedächtnis und exekutiven Funktionen, verankert im präfrontalen und inferioren parietalen Kortex.



Darüber hinaus wurde die unabhängige Komponentenanalyse (ICA) verwendet, um intrinsische Konnektivitätsnetzwerke zu identifizieren, die an der exekutiven Kontrolle, dem episodischen Gedächtnis, dem autobiographischen Gedächtnis, der selbstbezogenen Verarbeitung und der Erkennung von auffälligen Ereignissen beteiligt sind. Diese Studien haben ein sensomotorisches Netzwerk aufgedeckt, das in den bilateralen somatosensorischen und motorischen Kortex verankert ist; ein visuospatiales Aufmerksamkeitsnetzwerk, das in den intraparietalen Sulci und den frontalen Augenfeldern verankert ist; ein visuelles Netzwerk höherer Ordnung, das in den lateralen okzipitalen und inferioren temporalen Kortex verankert ist; und ein visuelles Netzwerk niedrigerer Ordnung, das im striatalen und extrastriatalen Kortex verankert ist. Diese Netzwerkmodule können ihre Intrakonnektivität und die Intermodulkonnektivität variieren. Abbildung 5 zeigt ein Topologiebeispiel für die modulare Organisation funktioneller Hirnnetzwerke, das die Kommunikation zwischen Rechenressourcen verschiedener Typen demonstriert: (A) Hirnregionen sind in zytoarchitektonisch unterschiedliche Bereiche organisiert, (B) jede zytoarchitektonische Konfiguration hat strukturelle Eigenschaften mit unterschiedlichen Implikationen für Rechenfunktionen, (C) zytoarchitektonische Regionen können als Knoten in einem Netzwerk dargestellt werden, (D) die Knoten haben funktionelle Assoziationen, dargestellt als Kanten, die über räumliche Grenzen hinausgehen, die in der zytoarchitektonischen Organisation offensichtlich sind.

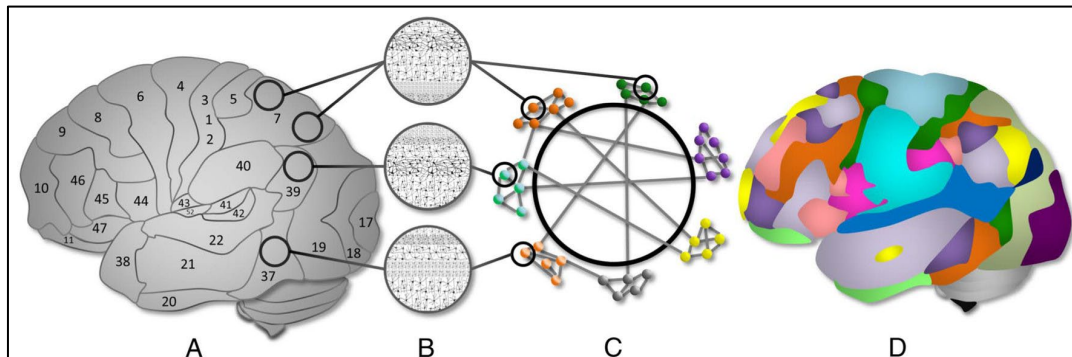


Abbildung 5: Von Knoten zu Netzwerken (Medaglia et al., 2015). (A) Hirnregionen, die in zytoarchitektonisch unterschiedliche Bereiche organisiert sind, (B) zytoarchitektonische Konfiguration mit strukturellen Eigenschaften, (C) Knoten in einem Netzwerk, (D) funktionelle Zusammenhänge der Knoten.

### 2.3. Beeinträchtigte kognitive Funktionen

Wie bereits erwähnt, ist der Verlust der kognitiven Fähigkeiten auf den natürlichen Alterungsprozess zurückzuführen. Die Art und Weise, wie sich dieser degenerative Prozess entwickelt, hängt jedoch von mehreren Bedingungen ab: Gesundheit, funktionelle Kapazität, genetische Struktur und Umwelt. Darüber hinaus können andere Faktoren die kognitiven

Fähigkeiten akut oder chronisch verändern: neurodegenerative Erkrankungen, neurologische Entwicklungsstörungen, geistige Behinderungen, psychische Erkrankungen, Süchte, schwere körperliche oder seelische Traumata usw. Die Beeinträchtigung einer oder mehrerer kognitiver Funktionen hat eine direkte Auswirkung auf das tägliche Funktionieren von Menschen, individuell oder in Interaktion mit anderen und der Umwelt. Tabelle 1 zeigt die Auswirkungen einiger kognitiver Funktionen bei der Durchführung von Aktivitäten des täglichen Lebens.

Tabelle 1: Auswirkungen von kognitiven Defiziten bei der Durchführung von Aktivitäten des täglichen Lebens

Kognitive Funktion	Aktivitäten des täglichen Lebens
Erkennung des Aufbauschemas	Schwierigkeiten beim Anziehen, beim Gebrauch von Gegenständen in Bezug auf den Körper (Kamm, Zahnbürste, Besteck usw.).
Anhaltende Aufmerksamkeit	Schwierigkeiten, einem Film oder Buch zu folgen, zu lernen usw.
Selektive Aufmerksamkeit	Schwierigkeiten bei der Arbeit in einer Umgebung mit anderen Menschen, mit Lärm oder anderen möglichen Ablenkungen.
Geteilte Aufmerksamkeit	Schwierigkeiten beim Führen eines Fahrzeugs, bei der häuslichen Pflege oder bei Kindern usw.
Semantisches Gedächtnis	Vergessen von zuvor erworbenem Wissen, Vergessen des Namens von bekannten Personen.
Episodisches Gedächtnis	Vergessen, wo Sie Ihr Auto, Ihre Schlüssel oder Ihre Brille gelassen haben, Vergessen von Reiserouten (Urlaub, Besuche usw.)
Prospektiver Speicher	Termine für den nächsten Tag vergessen, vergessen, was man einkaufen will, usw.
Exekutive Funktionen	Schwierigkeiten, die Mahlzeit zu planen und durchzuführen, den Computer zu benutzen, die Ausgaben zu kontrollieren, Ausflüge oder Reisen zu organisieren, problematische Situationen zu lösen, usw.

In den letzten Jahren und durch zahlreiche Studien weltweit wurde gezeigt, dass die Verschlechterung kognitiver Defizite verlangsamt oder gemildert werden kann, wenn man ein aktives und gesundes Leben führt, sich in einer anregenden Umgebung aufhält und diese Funktionen durch kognitiv stimulierende Praktiken und Übungen weiter anregt oder entwickelt.

### Wie können die Übungen die kognitive Funktion

Eine vielversprechende nicht-pharmakologische Intervention bei kognitiven Problemen ist körperliche Bewegung. Bei gesunden älteren Erwachsenen und Menschen mit leichter kognitiver Beeinträchtigung häufen sich die Hinweise auf positive Effekte von Bewegung auf die Kognition. In den veröffentlichten Studien deutet die Evidenz darauf hin, dass Gedächtnis, Exekutivfunktion, Aufmerksamkeit und Verarbeitungsgeschwindigkeit kognitive Funktionen sind, die sich nach körperlichem Training bei älteren Menschen verbessert haben.

Die Mechanismen, die den Effekten von körperlicher Betätigung zugrunde liegen, stehen im Zusammenhang mit der Neurogenese, vaskulären Veränderungen wie erhöhter Sauerstoffsättigung, der Förderung der Angiogenese und erhöhtem zerebralen Blutfluss. Auch Veränderungen bei Neurotransmittern und Entzündungsfaktoren wurden untersucht. Dahinter steht der Nachweis, dass die Übung zu erhöhten Spiegeln neurotropher Faktoren führt, die wiederum einen positiven Einfluss auf die Neurogenese haben. Der Brain-Derived Neurotrophic Factor (BDNF) ist nach aerobem Training erhöht

## 2.4. Auswertung der kognitiven Funktionen

Eine angemessene kognitive oder neurokognitive Bewertung kann die Anwendung von Beobachtung, Interviews, klinischen und psychosozialen Skalen, kognitiven Tests, bildgebenden Verfahren oder jeder anderen geeigneten Form der Bewertung beinhalten. Fokussierung auch auf die spezifischen Behandlungsbedürfnisse der betroffenen Person.

Im Allgemeinen sollte die neurokognitive Beurteilung zumindest die Untersuchung der allgemeinen intellektuellen Leistungsfähigkeit, der zeitlichen und räumlichen Orientierung, der Aufmerksamkeit, der Geschwindigkeit der Informationsverarbeitung, der Lern- und Gedächtniskapazität, der visuell-räumlichen Fähigkeiten, der Wahrnehmung und Motorik, der Sprache und Kommunikation, des logischen Denkens, der Fähigkeit, Probleme zu lösen und einiger der exekutiven Funktionen umfassen.

Derzeit gibt es mehrere Bewertungsinstrumente, die für die Bewertung einer oder mehrerer kognitiver Funktionen und für die allgemeine Bevölkerung oder spezifische Gruppen von Patienten mit Beeinträchtigungen vorgesehen sind.

### I. Kurzskalen oder kognitive Verfolgungstests

Diese Tests sind einfach anzuwenden und erfordern wenig Zeit für die Anwendung (5 bis 20 Minuten). Die meisten von ihnen wurden ursprünglich entwickelt, um kognitive Defizite bei älteren Patienten zu beurteilen, obwohl sie allgemein bei Patienten mit allen Arten von sowohl akuten als auch chronischen kognitiven Defiziten angewendet wurden. Der erhaltene Gesamtscore erlaubt es, einen "Cut-off-Punkt" zwischen normal und pathologisch zu erhalten, der es erlaubt, diejenigen auszusondern, die eine detailliertere neuropsychologische Bewertung benötigen. Sein Hauptnutzen beschränkt sich darauf, einen

schnellen Überblick über den Patienten zu geben, Patienten zu überwachen und Korrelationen zwischen diesem globalen Score und anderen relevanten Variablen herzustellen. Z. B. Mini-Mental State Examination (MMSE): Bewertung von Zeitorientierung, Ortsorientierung, Registrierung, Aufmerksamkeit und Berechnung, Abruf, Sprache, Wiederholung und komplexe Befehle (Abbildung 6-links).

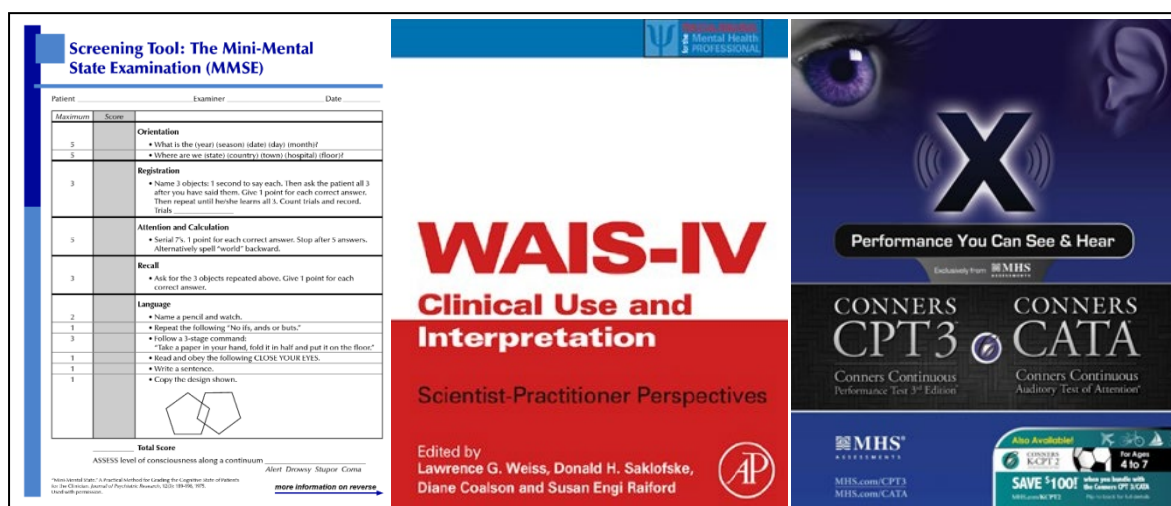
## II. Allgemeine Auswertungsbatterien

Das sind eine Reihe von Tests oder Elementen, die die wichtigsten kognitiven Funktionen systematisch untersuchen. Die Hauptvorteile ihrer Verwendung ist die Möglichkeit, eine große Datenbank zu haben, die es erleichtert, ein Profil zu erhalten, das verschiedene Ebenen der kognitiven Domänen von Personen charakterisiert, und eine größere Kontrolle über eine Reihe von Variablen, die die Leistung von Personen beeinflussen können (Alter, Bildungsniveau, etc.). Sie identifizieren nicht nur die Hauptdefizite, sondern auch die bei jeder Person erhaltenen Fähigkeiten, was für die Erstellung eines anschließenden personalisierten Rehabilitationsprogramms unerlässlich ist. Z. B. Wechsler Adult Intelligence Scale (WAIS): Bewertung von Wortschatz, Ähnlichkeiten, Informationen, Verständnis, Arithmetik, Ziffernspanne, Buchstaben-Zahlen-Sequenzierung, Bildvervollständigung, Block-Design, Matrix Reasoning, Kodierung von Ziffernsymbolen, Symbolsuche (Abbildung 6-Mitte).

## III. Spezifische Tests der neuropsychologischen Auswertung

Diese Tests konzentrieren sich auf die Untersuchung einer spezifischen Verschlechterung der kognitiven Funktion. Sie werden verwendet, um einen realistischen Arbeitsplan für den Patienten zu entwickeln. Z. B. Conners CPT - CATA: misst anhaltende und selektive Aufmerksamkeit. (Abbildung 6-rechts).

Obwohl die kognitive oder neurokognitive Bewertung von einem Neuropsychologen durchgeführt werden sollte, sind die kognitiven Screening-Tests allen Angehörigen der Gesundheitsberufe zugänglich, die mit minimaler Vorbereitung und in kurzer Zeit eine vorherige Bewertung vornehmen können, die es ihnen ermöglicht, einen Patienten an die entsprechende Fachkraft zu überweisen.



**Screening Tool: The Mini-Mental State Examination (MMSE)**

Maximum Score	Score	Orientation
5		• What is the (year) (season) (date) (day) (month)?
5		• Where are we (state) (country) (town) (hospital) (floor)?
3		<b>Registration</b> • Name 3 objects: 1 second to say each. Then ask the patient all 3 after you have said them. Give 1 point for each correct answer. Then repeat until he/she learns all 3. Count trials and record trials.
5		<b>Attention and Calculation</b> • Serial 7s: 1 point for each correct answer. Stop after 5 answers. Alternatively spell "world" backward.
3		<b>Recall</b> • Ask for the 3 objects repeated above. Give 1 point for each correct answer.
2		<b>Language</b> • Name a pencil and watch. • Repeat the following "No ifs, ands or buts." • Follow a 3-stage command: • Take a paper in your hand, fold it in half and put it on the floor." • Read and obey the following CLOSE YOUR EYES.
1		• Write a sentence.
1		• Copy the design shown.

Total Score \_\_\_\_\_  
ASSESS level of consciousness along a continuum.

Not for sale. © 1975, Psychological Services, Inc. All rights reserved. For information on this test, contact Psychological Services, Inc., 3750 Central Expressway, Suite 100, San Jose, CA 95128.

Alert Drowsy Stupor Coma

more information on reverse

**WAIS-IV**  
**Clinical Use and Interpretation**  
Scientist-Practitioner Perspectives  
Edited by Lawrence G. Weiss, Donald H. Saklofske, Diane Coakson and Susan Engi Raiford

**CONNERS CPT 3**  
Conners Continuous Performance Test 3rd Edition

**CONNERS CATA**  
Conners Continuous Auditory Test of Attention

**MHS**  
ASSESSMENTS  
MHS.com/CPT3  
MHS.com/CATA

Also Available!  
CONNERS CPT 2  
For Ages 4 to 7  
SAVE \$100!  
When you bundle with the Conners CPT 3 CBA.  
MHS.com/CPT3

Abbildung 6: Test zur neurokognitiven Beurteilung. (links) Mini-Mental State Examination (MMSE), (Mitte) Weschsler Adult Intelligence Sacale (WAIS), (rechts) Conners CPT - CATA.

## 2.5. Fortschritte bei der objektiven kognitiven Beurteilung

Die kognitive Bewertung wird seit jeher durch standardisierte Tests und Skalen durchgeführt, bei denen ein Beobachter die Leistung der bewerteten Person bei der Beantwortung ihrer Fragen bewertet. Die möglichen Fehler, die sich aus dieser Methodik ergeben, sind endlos. Zum Beispiel:

- Der Beobachter oder Bewerter kann sich bei der Skalierung der Antworten irren. Die Skalen und der kognitive Bewertungstest sind also subjektiv, da sie von den Kriterien einer Person abhängen. Obwohl diese Kriterien standardisiert sind, ist es normal, dass der Auswerter in einigen Fällen die Anweisungen falsch interpretiert oder einfach einen Fehler bei der Bewertung eines Ergebnisses macht.
- Die evaluierte Person fühlt sich in Gegenwart des Evaluators möglicherweise unwohl und erbringt aufgrund der fehlenden Motivation eine schlechte Leistung.
- Bei neurologischen Erkrankungen ist die motorische und verbale Funktion oft beeinträchtigt, so dass die Ergebnisse einiger kognitiver Tests aufgrund der begleitenden körperlichen Störung ihrer Krankheit schlechter ausfallen können. Zum Beispiel muss bei Tests wie dem Trail Making Test eine Spur auf dem Papier gezogen werden, während Zahlen und Buchstaben aneinandergereiht werden. Bei diesem Test ist das Ergebnis die Zeit, die die Person benötigt, um den Test zu beenden. Bei Menschen mit Morbus Parkinson ist dies ein Test, der häufig zur Messung der exekutiven Funktionen verwendet wird. Allerdings kann die Langsamkeit der Bewegungen der Krankheit selbst eine mögliche kognitive Verlangsamung während des Tests überdecken.

Um die kognitive Bewertung zu objektivieren, wurde eine Technologie entwickelt, die immer noch innovativ ist. Eye-Tracking ist eine nicht-invasive Methode, um ein tieferes Verständnis von kognitiven Prozessen, wie z. B. Problemlösung und Entscheidungsfindung, zu gewinnen. Durch die Messung der Augenbewegungen ist es möglich, Einblicke in die laufenden mentalen Prozesse während Aufgaben zu erhalten und auf die Motorik der Sprache oder die Beweglichkeit der oberen Gliedmaßen zu verzichten, um einen klinischen Test im Papier-Bleistift-Format zu entwickeln. Das Eye-Tracking-System erlaubt es, die Augenbewegung durch eine intelligente Kamera zu registrieren und so objektive Parameter darüber zu erhalten, wie Patienten eine bestimmte mentale Aufgabe bearbeiten. In früheren Studien wurde festgestellt, dass als Biomarker.

Das System besteht im Wesentlichen aus einem Bildschirm, in den eine intelligente Kamera integriert ist, die die Pupillenbewegung der untersuchten Person verfolgt. Diese Technik funktioniert ähnlich wie die Photogrammetrie im menschlichen Bewegungsregister. Im Fall des Eye-Trackers ist die Pupille der "Marker", der die Auswertung der gewünschten



Bewegung ermöglicht. Das Ziel dieser Technik ist es also, die Augenbewegung als klinischen Indikator für kognitive Störungen zu bewerten und die visuelle Strategie und die Verfolgung des Blicks als Reaktion auf einen bestimmten Stimulus zu analysieren. Diese Technik erlaubt es, die Situation zu berechnen, auf die der Benutzer seinen Blick richtet (Abbildung 7), ohne dass ein physischer Kontakt erforderlich ist, und erlaubt es, seine visuelle Strategie und die Nachfolge des Blicks zu identifizieren, um seine Reaktion auf bestimmte visuelle Reize (Farben, Fotos, etc.) und textuelle (Verstehen und Lesen von Texten) zu charakterisieren. Die objektiven Variablen, die mit diesem System untersucht werden können, sind in Tabelle 2 aufgeführt.

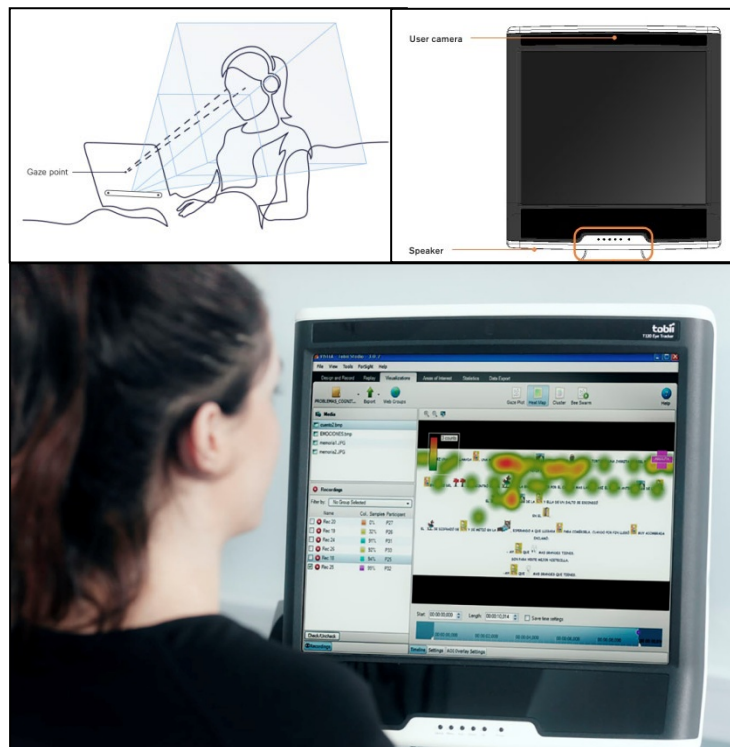


Abbildung 7: Blickverlaufsmessung mit dem Eye-Tracker-System Tobii studio 120, Software Release 2.2. (Obere Bilder aus Tobii-Benutzerhandbuch).

Tabelle 2 - Ergebnisse der Auswertung des Eye-Tracking-Systems

Ergebnis	Beschreibung
Anzahl der Blickfixierungen	Eine hohe Anzahl von Fixierungen deutet auf eine geringere Sucheffizienz von Elementen auf dem Bildschirm hin.
Durchschnittliche Zeit der Blickfixierung	Lange Fixationen sind in der Regel ein Hinweis auf die Schwierigkeit des Teilnehmers, die Stimulusinformation zu extrahieren.
Anzahl der Fixierungen des	Die Anzahl der Blickfixierungen auf ein spezielles Element des Stimulus sollte die Wichtigkeit dieses Elements widerspiegeln. Die



Blicks in jedem Bereich von Interesse	wichtigsten Elemente werden eine größere Anzahl von Fixierungen erhalten.
Zeitanteil des Blicks in jedem Interessenbereich	Der Anteil der Zeit, in der auf ein bestimmtes Element des Stimulus geschaut wird, könnte die Wichtigkeit dieses Elements widerspiegeln.
Spontane Augenblinzelrate	Korreliert mit dem Dopaminspiegel im zentralen Nervensystem und kann Prozesse aufzeigen, die dem Lernen und zielgerichteten Verhalten zugrunde liegen.
Pupillenerweiterung	Die Pupillen des Auges verengen sich nicht nur bei Lichteinfall und erweitern sich bei Dunkelheit; bei Kindern und Erwachsenen erweitern sie sich auch bei autonomer Erregung und geistiger Aktivität. Der Grund dafür, dass die Pupille auf Erregung und geistige Aktivität reagiert, ist, dass die Pupillenerweiterung durch den noradrenergen Locus coeruleus moduliert wird, der an der Regulierung der physiologischen Erregung und der kognitiven Funktionen beteiligt ist.
Trajektorie des Blicks	Kreislauf des verfolgten Blicks während eines Tests. Er ermöglicht es, eine Reihenfolge der Stellen zu erhalten, an denen die Person den Blick auf den Bildschirm fixiert.
Blinzelrate	Frequenz, mit der sich die Augenlider öffnen und schließen. Dienen als nicht-invasives, indirektes Maß für die Dopaminaktivität im zentralen Nervensystem. Dieser Neurotransmitter ist am Lernen, Arbeitsgedächtnis und zielorientiertem Verhalten beteiligt.

Zusammengenommen sind der Blick, die Pupillenerweiterung und die Blinzelrate drei nicht-invasive und komplementäre Messgrößen der Kognition mit hoher zeitlicher Auflösung und gut verstandenen neuronalen Grundlagen.

Eye Tracking kann in der Evaluation, Diagnose und Rehabilitation kognitiver Leistungen eingesetzt werden, daher sind die Anwendungen vielfältig, unter anderem in Bereichen wie kognitive Entwicklung und Sozialpsychologie.

### 3. Kognitive Beeinflussung der motorischen Leistung

---

In gewöhnlichen Kontexten erledigen wir mehrere Aufgaben zur gleichen Zeit. Einige Situationen, die dies veranschaulichen, sind:

- Wenn wir gehen, können wir eine Vielzahl von kognitiven Aufgaben erledigen: darüber nachdenken, wie wir zu unserem Ziel kommen, die Objekte in der Umgebung beobachten, ein Gespräch mit einer anderen Person führen oder etwas in unserer Handtasche suchen.
- Wenn wir ein Gespräch führen, machen wir die motorische Aufgabe des "Sprechens", während wir planen, was wir der anderen Person sagen wollen.
- Wenn wir kochen, ordnen wir zur gleichen Zeit, in der wir mit Gegenständen in der Küche hantieren, die Reihe von Schritten an, die wir befolgen müssen, um ein Rezept auszuführen.

Diese kognitive Belastung kann die motorische Aufgabe, die wir entwickeln, stören, was in letzter Zeit Gegenstand von Studien war. Diese Beeinträchtigung variiert je nach Art der untersuchten Population, ob es sich um junge gesunde Probanden, gesunde ältere Menschen, Menschen mit neurologischen Erkrankungen oder Menschen mit anderen Pathologien handelt, die aufgrund ihrer Krankheit oder Behandlung eine metabolische Toxizität erzeugen, die ihre kognitiven oder motorischen Funktionen verändert, ein Thema, das wir später erklären werden.

Bei gesunden Menschen kann die kognitive Belastung gemessen werden, da die Leistung der primären Aufgabe nicht die gleiche ist, wie wenn keine kognitive Belastung enthalten ist. Dieser Unterschied in der Leistung ist bei gesunden älteren Menschen stärker ausgeprägt. Ein Beispiel dafür ist die Studie von MacPherson (2019), in der der Einfluss der kognitiven Belastung durch eine Sprachproduktionsaufgabe auf die sprachmotorische Leistung gesunder älterer und jüngerer Erwachsener ermittelt wurde. Das Experiment dieser Studie bestand aus einer dreimaligen Wiederholung: vor, während und nach der Stroop-Aufgabe. Bei der Stroop-Aufgabe geht es darum, ein Wort mit einer Stroop-Aufgabe in 2 kognitiven Bedingungen wiederzugeben: kongruent und inkongruent, wobei die Teilnehmer orthographische Informationen unterdrücken mussten, um die Schriftfarben zu sagen, in denen Farbwörter geschrieben waren. Die Ergebnisse dieser Studie sind, dass eine erhöhte kognitive Belastung in der inkongruenten Bedingung mit einer erhöhten artikulatorischen Koordinationsvariabilität und Bewegungsdauer im Vergleich zur kongruenten Stroop-Bedingung für beide Altersgruppen verbunden war. Der Effekt der erhöhten kognitiven Belastung war bei älteren Erwachsenen größer als bei jüngeren und war am größten in dem Teil des Satzes, in dem die kognitive Belastung manipuliert wurde (während-Stroop), gefolgt von dem Segment vor-Stroop. Die Genauigkeit der Satzproduktion war bei älteren Erwachsenen in der inkongruenten Bedingung reduziert.

Obwohl die Studie von MacPherson (2019) eine kognitive Aufgabe mit hohem Schwierigkeitsgrad und eine motorische Aufgabe verwendet, die durch die verwendete kognitive Aufgabe gestört werden kann (Sprechen), verwendet die Studie von Chatain C. et

al. (2019) eine völlig andere Methodik. In dieser Studie werden einmalige Quadriparskontraktionen bei 15 % der maximalen willentlichen Kontraktion (Blöcke von 170 s, die durch neuromuskuläre Auswertungen unterbrochen werden) bis zur Erschöpfung als motorische Aufgabe und zwei Auswendiglernbedingungen als kognitive Aufgabe verwendet. Alle Bedingungen (d. h. ohne kognitive Aufgabe und mit jeder Gedächtnisaufgabe) wurden an verschiedenen Tagen durchgeführt. Die Forscher stellten fest, dass die Ausdauerzeit während beider Gedächtnisbedingungen im Vergleich zur Kontrolle kürzer war. Zusätzlich waren andere Maße wie das freiwillige Aktivierungsniveau, die sympathische Aktivität und die wahrgenommene Muskelanstrengung während der Leistung mit kognitiver Belastung beeinträchtigt. Die Studie von Chatain C. et al. (2019) zeigt, dass kognitive Belastung motorische Aufgaben stören kann, die keine kognitiven Funktionen für ihre Ausführung benötigen. Es ist wichtig, an dieser Stelle die kognitive Belastung von der mentalen Belastung zu unterscheiden. Es ist gut dokumentiert, dass mentale Ermüdung einen negativen Einfluss auf die spätere Ausdauerleistung sowohl bei Ganzkörperübungen als auch bei isometrischen Kontraktionen hat. Im Falle der mentalen Ermüdung wird die Leistungsbeeinträchtigung hauptsächlich dadurch erklärt, dass mental ermüdete Probanden ihr maximales Niveau der wahrgenommenen Anstrengung schneller erreichen, was zu einem früheren Ausstieg aus der Aufgabe führt. Die mentale Ermüdung impliziert mentale Blockade, Motivationsmangel, Reizbarkeit, Stress, etc. die einen Einfluss auf das Multisystem haben. Andererseits kann die durch kognitive Belastung verringerte motorische Leistung in der Studie von Chatain C. et al. (2019) durch das Zusammenspiel verschiedener psychologischer und neurophysiologischer Faktoren erklärt werden, darunter eine höhere wahrgenommene Anstrengung, größere Störungen der Aktivität des autonomen Nervensystems und zerebrale Beeinträchtigungen, die zu einem früheren Einsetzen der zentralen Ermüdung führen.

Eine weitere wichtige Theorie zur Erklärung der schlechten motorischen Leistung bei gleichzeitiger Entwicklung einer kognitiven Aufgabe ist die "Engpass"-Theorie, die besagt, dass beide Aufgaben (motorische und kognitive) um ähnliche Ressourcen konkurrieren, wenn sie sich gleichzeitig entwickeln. Diese Theorie könnte die Fälle erklären, in denen motorische und kognitive Aufgaben in irgendeiner Weise miteinander verbunden sind, wie es bei einer funktionellen Aufgabe wie dem Gang und einer kognitiven Aufgabe wie der visuellen Erkennung der Fall sein könnte. Dieser Ansatz unterscheidet sich jedoch von der Methodik, die von Chatain C. et al. (2019) verwendet wird.

Was wir zuvor erklärt haben, ist viel schwerwiegender, wenn es eine zusätzliche Pathologie mit motorischer Störung gibt. Die Studien der motorischen Leistung mit kognitiver Belastung bei Menschen mit traumatischen Hirnverletzungen, erworbenen Hirnverletzungen, Multipler Sklerose, Parkinson-Krankheit, Schlaganfall und Alzheimer-Krankheit haben eine signifikante Verschlechterung der verschiedenen motorischen Funktionen gezeigt, wenn sie sich zusammen mit einer anderen kognitiven Aufgabe entwickelt. Die wichtigsten untersuchten motorischen Aufgaben sind Gang und Gleichgewicht und die Hauptmerkmale der Beeinträchtigung sind in Abbildung 8 dargestellt. Diese Studien haben es ermöglicht, eine neue Methodik der motorischen Rehabilitation bei Menschen mit den oben genannten Pathologien vorzuschlagen. Dieser neue Ansatz besteht darin, die kognitive Belastung in die motorische Rehabilitation des Gangs und des Gleichgewichts einzubeziehen, um das motorische Training in einem allgemeineren Kontext durchzuführen und das Üben

wahrscheinlicher Situationen im täglichen Leben zu fördern. Die Literatur unterstützt diese Methodik, da gezeigt wurde, dass ein anspruchsvolles Training mit kognitiver Belastung die Gangleistung und das Gleichgewicht in größerem Maße verbessert als die übliche motorische Rehabilitation ohne kognitive Belastung.

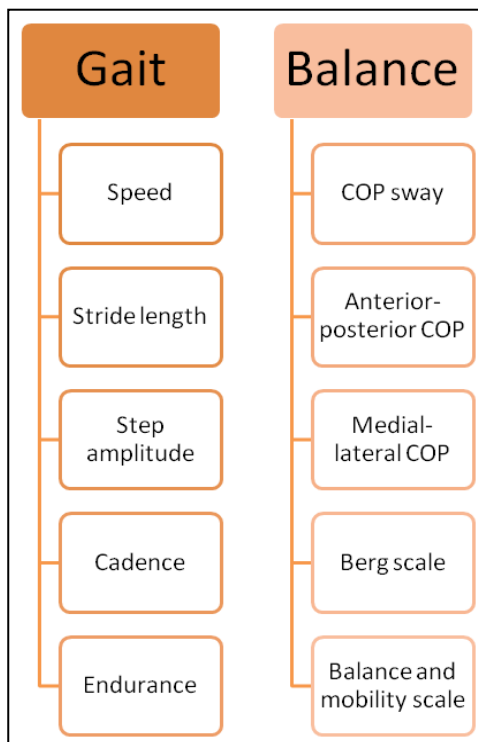


Abbildung 8: Gang- und Gleichgewichtsergebnisse, die sich häufig ändern, wenn beide motorischen Aufgaben mit kognitiver

## 4. Motorische Leistung bei Menschen mit kognitiver Beeinträchtigung und psychischen Störungen

---

Im vorherigen Abschnitt haben wir untersucht, wie kognitive Belastung die motorische Leistung bei gesunden, älteren Menschen und bei Menschen mit neurologischen Bewegungsstörungen beeinflusst. Wenn wir dieses Paradigma in einer umgekehrten Situation untersuchen, d. h. bei Menschen mit einer Pathologie, die kognitive Störungen impliziert, werden wir ebenfalls eine schlechte motorische Leistung feststellen. Die körperliche Gesundheit wird zunehmend als bestimmender Faktor des neurokognitiven Status in psychiatrischen und nicht-psychiatrischen Populationen erkannt. Zum Beispiel ist ein höherer Body-Mass-Index mit einer schlechteren kognitiven Leistung und einer reduzierten grauen Substanz in gesunden Stichproben verbunden.

Bei der Untersuchung dieses Ansatzes sollte berücksichtigt werden, dass das Alter ein zu kontrollierender Faktor sein muss, da die Alterung ein Faktor der motorischen Beeinträchtigung sein kann, der sich von der kognitiven Beeinträchtigung selbst unterscheidet. Die Pathologien, bei denen dies untersucht wurde, sind von zwei Typen: 1) Pathologien bei jungen Erwachsenen oder erwachsenen Menschen, die eine kognitive Veränderung mit sich bringen, wie z. B. Bipolare Störung, Schizophrenie und Depression, 2) Pathologien, die auf sekundäre Weise, entweder durch einen natürlichen Verlauf der Krankheit oder durch eine aggressive Behandlung, eine sekundäre kognitive Störung entwickeln, wie bei Menschen mit Leberschäden und Krebs. Im Folgenden wird jedes dieser Beispiele eingehend betrachtet.

### *Bipolare Störungen und Major Depression*

Kognitive Beeinträchtigungen sind ein stabiles und lebenslanges Merkmal der bipolaren Störung (BD), das während der akuten und euthymischen Stimmungsphasen bestehen bleibt. Insbesondere das verbale Gedächtnis, die psychomotorische Geschwindigkeit, die exekutiven Funktionen (z. B. Planung und Hemmung) und in geringerem Maße das visuelle Gedächtnis und die Aufmerksamkeit sind bei akut erkrankten BD-Patienten nachweislich stark beeinträchtigt. Diese kognitiven Defizite beeinträchtigen auch das soziale und berufliche Funktionieren und tragen zu der persönlichen, sozialen und wirtschaftlichen Belastung bei, die mit Stimmungsstörungen verbunden ist.

Diese Befunde können auf der Grundlage der Theorie der Neuroprogression interpretiert werden, die mit einer Zunahme der individuellen Anfälligkeit für psychischen Stress, Hirnatrophie und schließlich kognitiver Beeinträchtigung in Verbindung gebracht wird. Eng damit verbunden ist das Konzept des "Staging", das auf die Pathophysiologie von BD angewandt wurde, um die fortschreitende Verschlechterung der psychischen Gesundheit, der psychosozialen Funktionsfähigkeit und der kognitiven Leistung im Verlauf der Krankheit zu erklären. Eine weitere mögliche Erklärung für die Ergebnisse dieser Übersichtsarbeit könnte mit einer neueren Hypothese zusammenhängen, die besagt, dass die bei BD beobachteten strukturellen Hirnanomalien in der grauen und weißen Substanz mit einem Prozess der beschleunigten Hirnalterung verbunden sind. Diese Befunde deuten darauf hin, dass eine erhöhte Entzündung zu einem neuronalen Verlust in Hirnregionen der grauen und



weißen Substanz führen kann, ähnlich dem, der bei altersbedingten neurodegenerativen Erkrankungen wie Demenz beobachtet wird.

Diese kognitiven Veränderungen bei Menschen mit bipolaren Störungen können zu einer Reihe von motorischen Anzeichen führen, die mit körperlicher Gebrechlichkeit zusammenhängen, wie z. B. eine geringere Geschwindigkeit beim Gehen, Gleichgewichtsprobleme beim Gehen und Aufstehen und ein Verlust der Muskelkraft. Zum Beispiel zeigte die Studie von Firth et al., dass die maximale Handgriffstärke bei Menschen mit Major Depression, bipolarer Störung und der Allgemeinbevölkerung signifikante Assoziationen mit einer besseren Leistung bei Aufgaben des logischen Denkens, der Reaktionszeit und Messungen des unmittelbaren und verzögerten Gedächtnisses aufweist. Andererseits beschreibt eine wachsende Zahl von Publikationen Kleinhirnanomalien bei Patienten mit bipolaren Störungen, die das implizite motorische Lernen beeinträchtigen könnten, das die Verbesserung einer Sequenz von motorischen Handlungen durch ihre Wiederholung ermöglicht, ohne dass die Exposition gegenüber der Aufgabe bewusst ist. Chrobak et al. fanden heraus, dass Patienten mit bipolaren Störungen nicht in der Lage sind, prozedurales Wissen zu erwerben, während sie eine serielle Reaktionszeitaufgabe mit beiden Händen vor einem Computer mit vier Tasten ausführen (Abbildung 9), verglichen mit Kontrollen ohne Erkrankung.

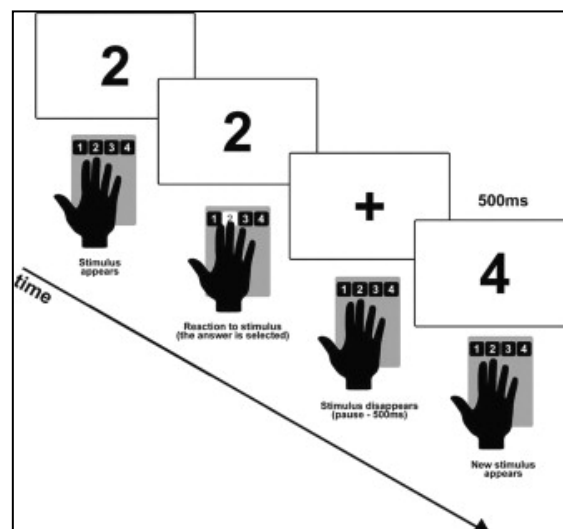


Abbildung 9: Serielle Reaktionszeitaufgabe zur Beurteilung des impliziten motorischen Lernens. Die Aufgabe aus der Studie von Chrobak et al. bestand darin, auf verschiedene Zahlen von eins bis vier mit einer entsprechenden Taste auf einem Antwortblock zu reagieren.

## Schizophrenie

Schizophrenie ist eine verheerende Störung, von der man annimmt, dass sie hauptsächlich durch eine zerebrale Pathologie verursacht wird. Neuroimaging-Studien haben eine Fülle von Befunden der Hirnfunktionsstörung bei Schizophrenie geliefert. Zusätzlich zu den bei der Schizophrenie bekannten mentalen und kognitiven Zeichen gibt es eine hohe Prävalenz von

motorischen Symptomen wie Katatonie, neurologischen Weichheitszeichen, Parkinsonismus und abnormen unwillkürlichen Bewegungen. Obwohl bei einigen Pathologien die Beeinträchtigung der kognitiven Funktionen zur Beeinträchtigung der motorischen Leistung prädisponiert, weil die Kognition bei der Entwicklung der Bewegung eine Rolle spielt, konnte mit Hilfe der Neuroimaging-Methoden bei der Schizophrenie festgestellt werden, dass die Hypokinesie auf eine unzureichende Interaktion der thalamokortikalen Schleifen im motorischen System zurückzuführen ist. Diese thalamisch-kortikale Insuffizienz verursacht eine schlechte Kommunikation vom motorischen Kortex mit dem Eingangskern des Basalganglienkreises (Striatum), was die Rückkopplung dieses Teilkreises auf die Bewegungskontrolle, die in der Großhirnrinde entsteht, verschlechtert (Abbildung 10).

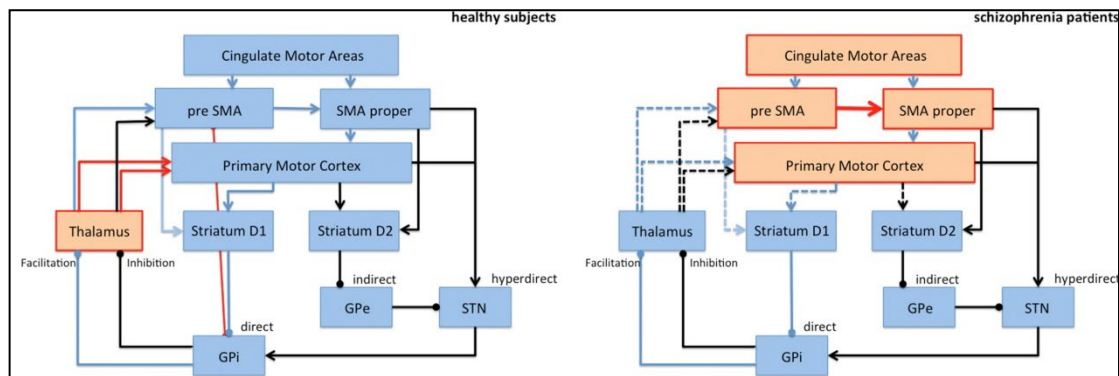


Abbildung 10: Verbindungen zwischen kortikalen und subkortikalen Komponenten der motorischen Schleife. (Links) Schaltkreis gesunder Probanden, (Rechts) veränderter Schaltkreis von Menschen mit Schizophrenie. Bild aus Walther S. 2015.

Darüber hinaus leiden Patienten mit Schizophrenie häufig an Beeinträchtigungen in verschiedenen kognitiven Bereichen. Diese Defizite wirken sich nachweislich negativ auf die Funktionsfähigkeit im täglichen Leben aus. Kognitive Beeinträchtigungen der Verarbeitungsgeschwindigkeit, der Aufmerksamkeit, der exekutiven Kontrollfunktionen und des Gedächtnisses sind als Kernmerkmal der Schizophrenie gut dokumentiert, und sie sind mit einer reduzierten Lebensqualität, funktioneller Behinderung und schlechter Prognose verbunden. Sie sind mit reduzierter Lebensqualität, funktioneller Behinderung und schlechter Prognose assoziiert.

### Hepatische Schädigung

Leberversagen kann die zerebrale Funktion beeinträchtigen und zu einer hepatischen Enzephalopathie (HE) führen, einer neuropsychiatrischen Erkrankung, die verschiedene Formen und Schweregrade aufweisen kann. Leberversagen kann akut oder chronisch sein (z. B. Zirrhose), und jeder Zustand induziert unterschiedliche neurologische Veränderungen. Ammoniak und Entzündungen sind die Hauptverantwortlichen für diese Beeinträchtigung des Gehirns. Aufgrund des Leberstoffwechsels in einer Krankheitssituation wird eine

metabolische Toxizität erzeugt, die schließlich die Gehirnfunktion verändert, was zu den Anzeichen einer kognitiven Verschlechterung führt, die bei der hepatischen Enzephalopathie beobachtet werden. Der offenen HE geht häufig eine minimale hepatische Enzephalopathie (MHE) voraus, wobei Aufmerksamkeitsdefizite und leichte kognitive Beeinträchtigungen durch psychometrische Tests aufgedeckt werden.

Da kognitive Beeinträchtigung und Neuropathie bei Patienten mit Lebererkrankung den Beginn der körperlichen Gebrechlichkeit auslösen, haben einige Autoren versucht, ein spezifisches kognitives und körperliches Profil bei diesen Patienten zu bestimmen, mit dem endgültigen Ziel, Frühindikatoren für die fortschreitende Verschlechterung zu identifizieren. Bis jetzt wurde über die Beziehung zwischen kognitiven und motorischen Defiziten bei Patienten mit Leberschäden nur sehr begrenzt berichtet. Eine Linie dieser Forschung bezieht sich auf die Bewertung der Gebrechlichkeit anhand von Skalen oder psychometrischen Tests. Zum Beispiel beschrieben Ney et al. einen zusammengesetzten Score aus dem Montreal Cognitive Assessment und der Clinical Frailty Scale zur Vorhersage der Krankenhausaufnahme von Patienten mit HE nach 6 Monaten. Motorische Beurteilungen wie klinische Tests oder Skalen haben jedoch einige Einschränkungen, da die Ergebnisse durch die Subjektivität der Beurteiler oder die Ungenauigkeit der Patientenberichte verzerrt werden können. In dieser Hinsicht ist die Einbeziehung der Bewertung motorischer Anzeichen in die Untersuchung von Frühindikatoren bei Patienten mit MHE ein Schritt nach vorn, insofern als biomechanische Werkzeuge dem Forscher erlauben, objektive Maße der Gebrechlichkeit zu überprüfen. Gleichzeitig ermöglichen uns diese präzisen Auswertungen, das Risiko bei nicht behinderten Patienten besser nachzuweisen. In dieser Richtung analysierten Mechtcheriakov et al. die Kinematik der Handschrift bei Patienten mit Leberzirrhose und fanden heraus, dass die von den Patienten ausgeführten Handschriftbewegungen deutlich langsamer und weniger effizient koordiniert waren als die von gesunden Kontrollpersonen. Darüber hinaus fanden Urios et al. heraus, dass zirrhotische Patienten mit MHE im Vergleich zu zirrhotischen Patienten ohne MHE ein beeinträchtigtes Gleichgewicht zeigten, hauptsächlich auf einer instabilen Oberfläche mit offenen Augen. Außerdem korrelierten die Parameter des Posturographie-Tests mit anderen biomechanischen Parametern wie der motorischen Koordination und den kognitiven Domänen wie der Aufmerksamkeit.

Eine mögliche Erklärung für die körperliche Verschlechterung, die mit der bei MHE-Patienten beobachteten kognitiven Beeinträchtigung einhergeht, ist, dass die Funktion der neuronalen Schaltkreise zwischen den Basalganglien, dem Thalamus und dem Kortex, die die motorische Aktivität modulieren, bei MHE aufgrund der veränderten dopaminergen, glutamatergen und GABAergen Neurotransmission verändert ist.

### **Krebs**

Nach der Behandlung mit Chemotherapie treten bei vielen Patientinnen mit Brustkrebs kognitive Probleme auf. Die Chemotherapie ist eine wichtige Säule in der Behandlung von primärem Brustkrebs, die die Kognition durch verschiedene Mechanismen beeinträchtigt. Präklinische Studien zeigten, dass Chemotherapeutika verschiedene neurobiologische Prozesse stören können, was zu kognitiven Beeinträchtigungen führen kann. Es werden Auswirkungen der zellulären Toxizität auf die kognitive Beeinträchtigung beschrieben (Neuronen, Gliazellen, Progenitor- und Stammzellen), aber auch reduzierte Integrität der

weißen Substanz und Entzündungsreaktionen wie vaskuläre Toxizität und oxidativer Stress. Diese Mechanismen schließen sich nicht gegenseitig aus und der eine kann auch den anderen beeinflussen.

Die beobachteten kognitiven Veränderungen betreffen häufig die Lern- und Gedächtnisfunktion, die Geschwindigkeit der Informationsverarbeitung und die exekutive Funktion. Die kognitiven Probleme sind in der Regel leicht bis mittelschwer und können die Arbeitsfähigkeit, zwischenmenschliche Beziehungen und Freizeitaktivitäten beeinträchtigen. Obwohl die kognitive Beeinträchtigung an sich eine Auswirkung auf die motorische Beeinträchtigung in Bezug auf Aktivitäten und Funktionsfähigkeit hat, kann die Toxizität der Behandlung von Krebspatienten die Beeinträchtigung der Bewegung verstärken. In einer systematischen Übersichtsarbeit wurden empirische Studien ausgewertet, die die motorischen Fähigkeiten von Kindern während und nach der Behandlung von akuter lymphatischer Leukämie untersuchten. Die meisten Studien wiesen darauf hin, dass Kinder unter Behandlung schlechtere grob- und feinmotorische Fähigkeiten aufweisen als gesunde Gleichaltrige, aber im Allgemeinen intakte visuell-motorische Integrationsfähigkeiten haben. Studien berichteten über grobmotorische Schwierigkeiten bei 5-54% der Überlebenden.

## 5. Dual-Task-Bewertung

---

Der richtige Weg, um die kognitive Belastung bei einer motorischen Aufgabe zu beurteilen oder umgekehrt, ist die Entwicklung einer Dual-Task. Als Dual-Task oder Dual-Tasking wird in der wissenschaftlichen Literatur die gleichzeitige Entwicklung von zwei Aufgaben mit unterschiedlichen Zielen bezeichnet, die für ihre Ausführung Aufmerksamkeit erfordern. Eine der Aufgaben wird als Primäraufgabe und die andere als Sekundäraufgabe bezeichnet.

Wenn wir eine motorische Aufgabe evaluieren, tun wir dies traditionell in einer Single-Task-Bedingung, in der sich die evaluierte Person nur der Art und Weise bewusst ist, in der sie die zu evaluierende motorische Geste ausführt. Im täglichen Leben führen wir jedoch mehrere Aufgaben gleichzeitig aus, wie z. B. gehen und gleichzeitig ein Gespräch führen oder kochen, während wir fernsehen. Es gibt wissenschaftliche Belege dafür, dass unsere motorische Leistung nicht dieselbe ist, wenn wir eine zusätzliche Aufgabe ausführen oder nicht. Aus diesem Grund kann uns die Bewertung einer motorischen Funktion unter einer Doppelaufgabe Informationen darüber liefern, wie sich die Menschen in einem funktionellen und üblichen Kontext "bewegen".

In letzter Zeit wird in Studien mit älteren oder motorisch eingeschränkten Menschen sehr häufig die Auswertung von Dual-Tasks durchgeführt, wobei der Gang die am häufigsten ausgewertete motorische Geste unter Dualbedingungen ist. In diesem Zusammenhang entspricht der Gang (oder eine andere motorische Geste, die Gegenstand der Untersuchung ist), der primären Aufgabe. Als Sekundäraufgaben werden eine kognitive oder eine motorische Aufgabe mit den Armen verwendet. Die für die Auswertung unter dualen Bedingungen verwendeten Methoden variieren zwischen den Studien. Derzeit werden sowohl die Ausführung der primären Aufgabe als auch die Ausführung der sekundären Aufgabe beobachtet und aufgezeichnet. Hierfür ist die Standardisierung der Instruktionen und der Auswertungsprozedur unerlässlich, die zum Ziel haben, dass alle Teilnehmer einer Studie die Ausführung der Teile, aus denen sich die Doppelaufgabe zusammensetzt, mit der gleichen Prozedur durchführen.

Einer der wichtigsten Teile der Standardisierung des Dual-Task-Messprotokolls ist die Kontrolle, wo der Patient seine Aufmerksamkeit fixiert. Je nachdem, wohin die Person ihre Aufmerksamkeit richtet oder fokussiert, bestimmt sie die Ebene des zentralen Nervensystems, das die primäre Aufgabe steuert. Wenn wir zum Beispiel gehen, ohne darüber nachzudenken, gehen wir automatisch, wobei die nervliche Steuerung von unteren Strukturen wie spinalen oder mesenzephalen Kontrollzentren übernommen wird. Im Gegensatz dazu, wenn wir das Gangbild ändern müssen, um die Geschwindigkeit, die Länge des Schritts oder irgendein anderes Merkmal anzupassen, tun wir dies auf "bewusste" Weise und die Änderung wird von den motorischen Arealen der Großhirnrinde reguliert. Dies wird als duale Gangsteuerung bezeichnet und ist ebenso flexibel wie effektiv.

Ein anschauliches Beispiel für die Entwicklung von Doppelaufgaben im täglichen Leben ist, wenn eine Person geht und dabei auf das Mobiltelefon schaut. Während des Gehens führt er eine sekundäre motorische Aufgabe mit den Händen der Manipulation und mindestens eine zusätzliche kognitive Aufmerksamkeitsaufgabe aus (Abbildung 11). Die Bedeutung der



Auswertung unter Dual- oder Multitasking-Bedingungen ist nicht nur nützlich und notwendig, weil es ein gewohnheitsmäßiger Kontext des täglichen Lebens ist, sondern bei vielen Pathologien, wie wir in dieser didaktischen Einheit gesehen haben, haben sie einen gewissen Grad der Beeinträchtigung beider Domänen, der kognitiven und motorischen. Eine Möglichkeit, diese Art der Bewertung durchzuführen, sind biomechanische Bewertungsinstrumente, die es erlauben, die motorische Dysfunktion zu objektivieren. In der Tat gibt es in der Literatur nur objektive Bewertungsinstrumente, mit denen Gangstörungen, Gleichgewicht, Muskelkraft, motorische Reaktionsgeschwindigkeit u. a. charakterisiert wurden.



Abbildung 11: Dual-Task-Bewertung. In diesem Beispiel ist die primäre Aufgabe der Gang und die sekundäre Aufgabe ist die Manipulation des Mobiltelefons. Die Bewertung des Gangs wird mit einem Photogrammetriesystem durchgeführt, das die Registrierung der kinematischen Ergebnisse der Bewertung ermöglicht, wie z. B.

Ganggeschwindigkeit, räumlich-zeitliche Parameter und Gelenkwinkel.

Sobald eine duale Bewertung mit objektiven Werkzeugen durchgeführt wird, erhalten wir zwei Arten von Parametern, die in der Einzelbedingung durchgeführt werden, d.h. nur durch die Entwicklung der motorischen Aufgabe unter Bewertung und die Parameter, die aus der motorischen Aufgabe mit kognitiver Belastung oder in dualen Bedingungen erhalten werden. Die Interferenz der sekundären Aufgabe, entweder kognitiv oder motorisch, wird durch eine Variable namens "Dual-Task-Kosten" erhalten, die aus Gleichung 1 berechnet wird.

$$DTC(\%) = \frac{(ST \text{ score} - DT \text{ score})}{ST \text{ score}} * 100$$

Gleichung 1: Dual-Task-Kosten. Interferenzrate von Doppelaufgaben während der Ausführung einer motorischen Aufgabe.

Wenn zum Beispiel eine ältere Person mit einer Geschwindigkeit von 1,10 m/s geht, aber bei der Durchführung des gleichen Gehens während des Sprechens seine Gangart auf 0,98 m/s verlangsamt, betragen die Dual-Task-Kosten 10,9 %. Das bedeutet, dass das Gangbild der untersuchten Person während der Dual-Task-Bedingung eine Verschlechterung von elf Prozent aufweist.

## 6. Wichtige Ideen

---

- Die kognitiven Funktionen im Menschen ermöglichen es, alle Arten von Aktivitäten, sowohl geistige, soziale als auch motorische, effektiv auszuführen. Innerhalb der kognitiven Funktionen sind die exekutiven Funktionen weithin untersucht, weil sie die Ausführung mehrerer Aufgaben effizient ermöglichen und weil sie an der Bewegung beteiligt sind.
- Die Bewertung kognitiver Funktionen erfolgt traditionell über Skalen und psychometrische Tests, die eine subjektive Komponente haben, da die vom Bewerter beobachtete oder vom Patienten gegebene Reaktion aus einer subjektiven Wahrnehmung stammt. Werkzeuge wie der Eye-Tracker ermöglichen es uns, eine kognitive Reaktion durch die Überwachung der Augenbewegung zu objektivieren und die Pupille zu identifizieren.
- Kognitive Belastung hat einen Einfluss auf die motorische Leistung von gesunden Menschen, älteren Menschen oder mit neurologischen Erkrankungen. Die am meisten untersuchten Funktionen unter kognitiver Belastung sind Gang und Gleichgewicht, wobei eine schlechtere Leistung festgestellt wurde, wenn gleichzeitig eine zusätzliche Aufgabe ausgeführt wird.
- Menschen mit Krankheiten, die eine kognitive Beeinträchtigung implizieren, zeigen vor allem aus zwei Gründen motorische Beeinträchtigungen: 1) weil veränderte kognitive Funktionen in motorische Aktivitäten wie Arbeit oder Autofahren involviert sind, und 2) weil es zusätzlich zu den Hirnanomalien, die eine kognitive Schädigung aufweisen, Mechanismen gibt, bei denen auch motorische Schaltkreise betroffen sind. Beispiele für diese Pathologien sind die bipolare Störung, Schizophrenie, chronische Leberschäden und Patienten mit Krebs und Chemotherapiebehandlung.
- Die Art und Weise, die kognitive Belastung in einer motorischen Aufgabe oder umgekehrt zu bewerten, ist durch eine Dual-Task, bei der die Aufmerksamkeit der bewerteten Person zwischen der Entwicklung der primären Aufgabe und der sekundären Aufgabe schwankt. Der Indikator für diese Interferenz ist der *Dual-Task-Kosten-Parameter*, der den Prozentsatz der Verschlechterung der zusätzlichen Belastung der primären Aufgabe angibt.
- Die Bedeutung der biomechanischen Beurteilung unter dualen Bedingungen liegt darin, dass sie einerseits einen funktionalen und gewohnheitsmäßigen Kontext für den Menschen darstellen und andererseits viele mentale oder kognitive Pathologien, die wiederum motorische Schäden verursachen, eine medizinische Behandlung in diesem Bereich erfordern können.

## 7. Referenzen

---

- [1] Adams R, Parsons O. Neuropsychology for clinical practice: etiology, assessment, and treatment of common neurologic disorders. Washington, DC: American Psychological Association; 2003.
- [2] Alvarez JA, Emory E. Executive function and the frontal lobes: a meta-analytic review. *Neuropsychol Rev* 2006;16:17-42.
- [3] American Psychiatric Association. (2013). Diagnostic and statistical manual of mental disorders (5th ed.). Arlington, VA: Author.
- [4] Baddeley A. Modularity, Mass-Action and Memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, Volume: 38 issue: 4, page(s): 527-533. November 1, 1986.
- [5] Ballesteros, S. (2001). *Habilidades cognitivas básicas: Formación y deterioro*. Madrid: UNED.
- [6] Ballesteros, S. (2002). *Psicología General. Atención y percepción. (Vol. II)*. Madrid: UNED. Ballesteros, S. (2014). La atención selectiva modula el procesamiento de la información y la memoria implícita [Selective attention modulates information processing and implicit memory]. *Acción Psicológica*, 11(1).
- [7] Chatain C., Radel R., Vercruyssen F., Rabahi T., Vallier JM., Bernard T., Gruet M. Influence of cognitive load on the dynamics of neurophysiological adjustments during fatiguing exercise. *Psychophysiology*. 2019 Jun;56(6):e13343.
- [8] Chrobak A., Siuda-Krzywick K., Przemysław-Siwiek G., Arciszewska A., Siwiek M., Starowicz-Filip A., Dudek D. Implicit motor learning in bipolar disorder. *Journal of Affective Disorders*, Volume 174, 15 March 2015, Pages 250-256.
- [9] Collette F, Hogge M, Salmon E, Van der LM. Exploration of the neural substrates of executive functioning by functional neuroimaging. *Neuroscience* 2006;139:209-221.
- [10] Dorfman J. Problem solving, inhibition and frontal lobe function. In: Raz N, editor. *The other side of the error term: aging and development as model systems in cognitive neuroscience*. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier Science; 1998. p 395–448.
- [11] Dosenbach NU, Fair DA, Cohen AL, Schlaggar BL, Petersen SE. A dual-networks architecture of top-down control. *Trends Cogn Sci*. 2008 Mar;12(3):99-105. doi: 10.1016/j.tics.2008.01.001. Epub 2008 Feb 11.
- [12] Eckstein M., Guerra-Carrillo B., Miller Singley A., Bunge S. Beyond eye gaze: What else can eyetracking reveal about cognition and cognitive development? *Developmental Cognitive Neuroscience* 25 (2017) 69–91.

- [13] Felipo V. Hepatic encephalopathy: effects of liver failure on brain function. *Nat Rev Neurosci.* 2013 Dec;14(12):851–8.
- [14] Firth J., Firth J., Stubbs B. Association between muscular strength and cognition in people with major depression or bipolar disorders and healthy controls. *JAMA Psychiatry.* 2018;75(7):740-746.
- [15] Fox MD, Raichle ME. Spontaneous fluctuations in brain activity observed with functional magnetic resonance imaging. *Nat Rev Neurosci.* 2007 Sep;8(9):700-11.
- [16] Fritz NE., Cheek FM., Nichols-Laren DS. Motor-cognitive dual-task training in neurological disorders: A systematic review. *J Neurol Phys Ther.* 2015 July ; 39(3): 142–153.
- [17] Greicius MD, Krasnow B, Reiss AL, Menon V. Functional connectivity in the resting brain: a network analysis of the default mode hypothesis. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2003 Jan 7;100(1):253-8. Epub 2002 Dec 27.
- [18] Greicius MD, Krasnow B, Boyett-Anderson JM, Eliez S, Schatzberg AF, Reiss AL, Menon V. Regional analysis of hippocampal activation during memory encoding and retrieval: fMRI study. *Hippocampus.* 2003;13(1):164-74.
- [19] Green J., Knight S., McMarthy M., De Luca C. Motor functioning during and following treatment with chemotherapy for pediatric acute lymphoblastic leukemia. *Pediatr Blood Cancer* 2013; 60: 1261-1266.
- [20] John D. Medaglia, Mary-Ellen Lynall, and Danielle S. Bassett. *J Cogn Neurosci.* 2015 August; 27(8): 1471–1491.
- [21] Kang G., Mickey B., Krembs B., McInnis M., Gross M. The effect of mood phases on balance control in bipolar disorder. *Journal of Biomechanics*, Volume 82; 3 January 2019, Pages 266-270.
- [22] Kelly VE., Eusterbrock AJ., Shumway-Cook A. A review of dual-task walking deficits in people with Parkinson's disease: motor and cognitive contributions mechanisms, and clinical implications. *Parkinson's disease*; 2012: 918719.
- [23] Kopelman MD. Disorders of memory, *Brain*, Volume 125, Issue 10, October 2002, Pages 2152–2190.
- [24] Lachman, R., Lachman, J. L., & Butterfield, E. C. *Cognitive psychology and information processing. An introductory.* Hillsdale, NJ: Erlbaum.1979.
- [25] Lezak MD, Howieson DB, Bigler ED, Tranel D. *Neuropsychological assessment.* Fifth edition. New York: Oxford University Press; 2012.



- [26] Light, J., & McNaughton, D. (2013). Putting People First: Re-Thinking the Role of Technology in Augmentative and Alternative Communication Intervention. *Augmentative and Alternative Communication*, 29(4), 299-309.
- [27] Lynne Beal A., Holdnack James A., Saklofske Donald H., Weiss Lawrence G. Chapter 3 - Practical Considerations in WISC-V Interpretation and Intervention in WISC-V Assessment and Interpretation Scientist-Practitioner Perspectives Practical Resources for the Mental Health Professional. 2016, Pages 63-93.
- [28] MacPherson MK. Cognitive Load Affects Speech Motor Performance Differently in Older and Younger Adults. *J Speech Lang Hear Res*. 2019 May 21;62(5):1258-1277.
- [29] Mechtcheriakov S, Graziadei IW, Kugener A, Schuster I, Mueller J, Hinterhuber H, et al. Motor dysfunction in patients with liver cirrhosis: impairment of handwriting. *J Neurol*. 2006 Mar 1;253(3):349–56.
- [30] Menon V (2010) Large-Scale Brain Networks in Cognition: Emerging Principles. In: *Analysis and Function of Large-Scale Brain Networks*. (Sporns O, ed) pp. 44-53. Washington, DC: Society for Neuroscience.
- [31] Meehan TP, Bressler SL. Neurocognitive networks: findings, models, and theory. *Neurosci Biobehav Rev*. 2012 Nov; 36(10):2232-47. doi: 10.1016/j.neubiorev.2012.08.002. Epub 2012 Aug 18.
- [32] Mirsky, A.F., Anthony, B.J., Duncan, C.C. et al. Analysis of the elements of attention: A neuropsychological approach. *Neuropsychol Rev* 2, 109–145 (1991).
- [33] Morice R and Delahunty A. Frontal/Executive Impairments in Schizophrenia. *Schizophrenia Bulletin*, Volume 22, Issue 1, 1996, Pages 125–137.
- [34] Ney M, Tangri N, Dobbs B, Bajaj J, Rolfson D, Ma M, et al. Predicting Hepatic Encephalopathy-Related Hospitalizations Using a Composite Assessment of Cognitive Impairment and Frailty in 355 Patients With Cirrhosis. *Am J Gastroenterol*. 2018 Sep 28;1.
- [35] North Jersey Health and Wellness. Comprehensive and Preventive Health Care. Brain Mapping. Cited: January 2020 (Available from: <https://njhwllc.com/brain-mapping/>).
- [36] Persad C., Jones JL., Ashton-Miller J., Alexander NB. and Giordan B. Executive Function and Gait in Older Adults With Cognitive Impairment. *Journal of Gerontology*: 2008, Vol. 63A, No. 12, 1350–1355.
- [37] Ridderinkhof KR, van den Wildenberg WP, Segalowitz SJ, Carter CS. Neurocognitive mechanisms of cognitive control: the role of prefrontal cortex in action selection, response inhibition, performance monitoring, and reward-based learning. *Brain Cogn* 2004; 56:129-140.

- [38] Seeley WW, Menon V, Schatzberg AF, Keller J, Glover GH, Kenna H, Reiss AL, Greicius MD. Dissociable intrinsic connectivity networks for salience processing and executive control. *J Neurosci*. 2007 Feb 28;27(9):2349-56.
- [39] Seeley WW<sup>1</sup>, Allman JM, Carlin DA, Crawford RK, Macedo MN, Greicius MD, Dearmond SJ, Miller BL. Divergent social functioning in behavioral variant frontotemporal dementia and Alzheimer disease: reciprocal networks and neuronal evolution. *Alzheimer Dis Assoc Disord*. 2007 Oct-Dec;21(4):S50-7.
- [40] Squire LR. The organization and neural substrates of human memory. *International Journal of Neurology*, 01 Jan 1987; 21-22:218-22.
- [41] Stuss DT, Alexander MP. Executive functions and the frontal lobes: a conceptual view. *Psychol Res* 2000;63:289-298.
- [42] Tirapu J (2007) La evaluación neuropsicológica. *Intervención Psicosocial*, Vol. 16 N.º 2. Págs. 189-211. Colegio Oficial de Psicólogos de Madrid.
- [43] Urios A, Mangas-Losada A, Gimenez-Garzó C, González-López O, Giner-Durán R, Serra MA, et al. Altered postural control and stability in cirrhotic patients with minimal hepatic encephalopathy correlate with cognitive deficits. *Liver Int*. 2017 Jul 1;37(7):1013–22.
- [44] Vervoot G., Heremans E., Bengevoord A., Strouwen C., Nackaerts E., Vandenberghe W. Dual-task related neural connectivity changes in patients with Parkinson's disease. *Neuroscience*. 2016 Mar 11; 317:36-46.
- [45] Walther S. Psychomotor symptoms of schizophrenia map on the cerebral motor circuit. *Psychiatry Research: Neuroimaging*, Volume 233, Issue 3, 30 September 2015, Pages 293-298.
- [46] Witlox L., Schagen S., Ruiters M., Geerlings M., Peeters P., Koevoets E., van der Wall E., Stuver M., Sonke G., Velthuis M., van der Palen L., Jobsen J., May A., Monnikhof E. Effects of physical exercise on cognitive function and brain measures after chemotherapy in patients with breast cancer (PAM study): protocol of a randomised controlled trial. *BMJ Open* 2019;9:e028117.
- [47] Yogev G., Hausdorff JM., and Giladi N. The Role of Executive Function and Attention in Gait. *Mov Disord*. 2008 Feb 15; 23(3):329-472.



Die Unterstützung der Europäischen Kommission für die Erstellung dieser Veröffentlichung stellt keine Billigung des Inhalts dar, welcher nur die Ansichten der Verfasser wiedergibt, und die Kommission kann nicht für eine etwaige Verwendung der darin enthaltenen Informationen haftbar gemacht werden.