



Körper und Gehirn – ein untrennbares Team

Aufstehen, einkaufen oder mit Freunden spazieren gehen: Sämtliche Aktivitäten unseres alltäglichen Lebens erfordern das präzise Zusammenspiel der Motorik, der Sensorik sowie des zentralen Nervensystems. Das Gehirn, welches für die Koordination dieser Teilsysteme verantwortlich ist, spielt dabei eine zentrale Rolle. Dieses Zusammenspiel funktioniert bei gesunden, jungen Menschen in der Regel einwandfrei. Im Alter, nach Krankheiten oder Unfällen fällt es Menschen durch Störungen in den oben genannten Teilsystemen oder deren Koordination oftmals schwer, optimal mit ihrer Umwelt zu interagieren. Dies kann zu Einschränkungen der Alltagsfunktionen, der Mobilität bis hin zu Sturzereignissen und dem Verlust der Selbstständigkeit führen.

Stürze – Ursachen, Folgen und Prävention

In industrialisierten Ländern stürzt durchschnittlich jede dritte Person der über 65-Jährigen einmal pro Jahr. Bei der Altersgruppe über 85 Jahren erhöht sich das jährliche Sturzrisiko sogar auf 50%. Stürze bei älteren Menschen resultieren bei annähernd 15% der Betroffenen in schwerwiegenden Verletzungen. Diese Verletzungen bedeuten Schmerzen, eine Reduktion der Mobilität und Selbstständigkeit und nicht selten zudem eine zunehmende Sturzangst. Des Weiteren führen Stürze neben dem persönlichen Leid auch zu hohen Kosten für die Gesellschaft und stellen eine sozio-ökonomische Problemstellung dar.

Als Sturz wird in der Medizin ein Unfallereignis bezeichnet, das durch den Verlust des Gleichgewichts im Stehen oder aus der Bewegung heraus resultiert. Als Gründe für ein erhöhtes Sturzrisiko werden in der Literatur folgende degenerative Veränderungen angegeben, welche durch Alterungsprozesse, Verletzungen oder Erkrankungen ausgelöst werden können:

- **Veränderungen im motorischen System:**
z.B. reduzierte Muskelmasse/Muskelkraft
- **Veränderungen im sensorischen System:**
z.B. beeinträchtigte Sinneswahrnehmung
- **Veränderungen im zentralen Nervensystem:**
z.B. reduzierte Signalleitung

Als Hauptursachen für ein erhöhtes Sturzrisiko werden der Verlust von Muskelmasse (Sarkopenie) und Muskelkraft (Dynapenie) angegeben. Interessanterweise schreitet die Dynapenie schneller voran als die Sarkopenie, steht also nicht in einem linearen Zusammenhang. Dies verdeutlicht, dass einer der wichtigsten Sturzrisikofaktoren, die muskuläre Schwäche, auf Defizite nicht nur des motorischen Systems, sondern auch des Nervensystems zurückzuführen sind [1].

Für den komplexen Vorgang des Gehens werden neben einer intakten Signalleitung und funktionsfähigen motorischen Hirnarealen auch höher geordnete Hirnfunktionen (kognitive Prozesse) benötigt. Vor allem attentionale und exekutive Funktionen sind notwendig für ein sicheres Gangbild. Exekutive Funktionen bezeichnen kognitive Fähigkeiten, welche zielgerichtetes Handeln ermöglichen (z. B. Aufmerksamkeitskontrolle). Die exekutiven Funktionen sind im vorderen Hirnbereich (Frontallappen) lokalisiert, welcher während des Alterungsprozesses besonders starken degenerativen Veränderungen unterliegt. Führen das Alter, Erkrankungen oder Verletzung zu einer Beeinträchtigung der kognitiven Funktionen, resultiert dies in einem erhöhten Sturzrisiko [2].

Gerade in sogenannten Dual-Task Paradigmen wird ersichtlich, dass Gehen kognitive Ressourcen benötigt. Gibt man einer Person zusätzlich zum Gehen eine kognitive Aufgabe wie z.B. Rechnen (Dual-Task Bedingung), verändert sich das Gangbild. Die zusätzliche Aufgabe erfordert Ressourcen, welche nicht mehr für die Steuerung des Gehens zur Verfügung stehen. Die sogenannte Dual-Task Interferenz, welche auch bei gesunden Menschen zu beobachten ist, wird neben Alterungsprozessen auch durch neurologische Erkrankungen verstärkt [3].

Für eine erfolgreiche Sturzprävention muss deshalb neben der Verbesserung von Muskelkraft und Gleichgewicht auch das Training der kognitiven Funktionen berücksichtigt werden. Zentral dabei ist das Training der Interaktion zwischen dem Körper (motorisches und sensorisches System) und dem Gehirn. Deshalb

sollte körperliche Aktivität mit kognitiven Herausforderungen kombiniert werden. Diese Art des Trainings ist zunehmend bekannt als kognitiv-motorisches Training [4].

Kognitiv-motorisches Training – Vorteile und Umsetzung

Eine neuartige und besonders vielversprechende Art des Trainings setzt genau bei diesem kombinierten Konzept an. Das interaktive kognitiv-motorische Training (auch dual-task Training genannt) koppelt Bewegungen an kognitive Aufgaben. Es simuliert die Anforderungen unseres täglichen Lebens und trainiert zielgerichtet die Gehirn-Körper-Kommunikation [4]. In der Forschungsliteratur gibt es zahlreiche Belege dafür, dass kognitiv-motorisches Training wirksam ist [5;6;7;8]. Es zeigen sich Verbesserungen in physischen Funktionen (z.B. Gleichgewicht, Koordination, Gangbild) aber auch in kognitiven Funktionen (z.B. Aufmerksamkeits- oder Exekutivfunktionen). Weiter wird beschrieben, dass durch kognitiv-motorisches Training das Sturzrisiko bei älteren Menschen minimiert werden kann [9].

Forscher vermuten, dass kombiniertes kognitiv-motorisches Training im Vergleich zu sequentiellen Trainingsansätzen zu überlegenen Effekten führen kann. Erkenntnisse aus der Tierforschung bestätigen diese Vermutung, der durch einen Synergieeffekt hervorgerufen wird [10]: Körperliche Aktivität scheint positive Veränderungen im Gehirn (neuroplastische Effekte) zu triggern (z.B. die Entstehung von neuen Nervenzellen), wobei die kognitive Herausforderung entscheidend sein könnte, um diese Effekte zu erhalten (z.B. Einbindung der neuen Zellen in bestehendes Netzwerk).

In Zusammenarbeit mit der ETH Zürich wurde der senso entwickelt, welcher ein solches interaktives kognitiv-motorisches Training in Kombination mit Exergames (exercise games) ermöglicht. Auf einem Bildschirm werden dem Nutzer Trainingsspiele präsentiert, welche jeweils spezifische Hirnfunktionen ansprechen. Die Spiele werden mittels Körperbewegungen wie Schritten oder Gleichgewichtsverlage-

rungen gesteuert. Die Bewegungen werden von einer drucksensitiven Platte erfasst.

Anwendungsfelder und wissenschaftliche Evidenz

Kognitiv-motorisches Training eignet sich für all jene, welche die Gehirn-Körper-Kommunikation stärken wollen. Es findet Anwendung in der Prävention, sowie in der Therapie und Rehabilitation. Gerade im Bereich des „active agings“, der Sturzprävention und Geriatrie sowie in der Neurorehabilitation wird der senso häufig eingesetzt.

Studien mit gesunden Senioren im Rahmen der Sturzprävention haben gezeigt, dass durch ein Training auf dem senso die wichtigsten Gangparameter (z.B. die Gehgeschwindigkeit oder die Schrittlänge) verbessert werden konnten [11,12]. Diese Parameter stehen wiederum in einem direkten Zusammenhang mit einem reduzierten Sturzrisiko.

Das kognitiv-motorische Training auf dem THERA-Trainer senso eignet sich zudem für die Anwendung bei neurologischen Erkrankungen wie z.B. Demenz, Parkinson, Schlaganfall oder Multiple Sklerose. In einer Studie mit Schlaganfallpatienten konnte gezeigt werden, dass sowohl Verbesserungen der physiologischen Parameter (z.B. im Gangbild) als auch Optimierung der Hirnfunktionen (z.B. psychomotorische Geschwindigkeit) durch Training mit dem THERA-Trainer senso erzielt werden können [13]. In einer Studie mit Patienten mit schweren kognitiven Beeinträchtigungen im Rahmen von Demenzerkrankungen zeigten sich positive Effekte des THERA-Trainer senso Trainings auf die Gehgeschwindigkeit und Schnelligkeit der Schrittausführung, auf den allgemeinen kognitiven Status sowie das psychische Wohlbefinden [14].

Literaturverzeichnis

- [1] **Clark, B. C., & Manini, T. M.** (2012). What is dynapenia?. *Nutrition*, 28(5), 495-503.
- [2] **Mirelman, A., Herman, T., Brozgot, M., Dorfman, M., Sprecher, E., Schweiger, A., ... & Hausdorff, J. M.** (2012). Executive function and falls in older adults: new findings from a five-year prospective study link fall risk to cognition. *PLoS one*, 7(6), e40297.
- [3] **Beurskens & Bock** (2012). Age-related deficits of dual-task walking: a review. *Neural plasticity*, 2012
- [4] **Herold, F., et al.** Thinking while Moving or Moving while Thinking—Concepts of motor-cognitive training for cognitive performance enhancement. *Frontiers in aging neuroscience*, 2018. 10.
- [5] **Stojan, R. and C. Voelcker-Rehage** A Systematic Review on the Cognitive Benefits and Neurophysiological Correlates of Exergaming in Healthy Older Adults. *Journal of clinical medicine*, 2019. 8(5): p. 734.
- [6] **Bamidis, P., et al.** A review of physical and cognitive interventions in aging. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 2014. 44: p. 206-220.
- [7] **Lauenroth, A., A.E. Ioannidis, and B. Teichmann** Influence of combined physical and cognitive training on cognition: a systematic review. *BMC geriatrics*, 2016. 16(1): p. 1.
- [8] **Law, L.L., et al.** Effects of combined cognitive and exercise interventions on cognition in older adults with and without cognitive impairment: a systematic review. *Ageing research reviews*, 2014. 15: p. 61-75.
- [9] **Schoene et al.** (2014) The effect of interactive cognitive-motor training in reducing fall risk in older people: a systematic review.
- [10] **Fabel, K. and G. Kempermann** Physical activity and the regulation of neurogenesis in the adult and aging brain. *Neuromolecular medicine*, 2008. 10(2): p. 59-66.
- [11] **de Bruin, E. D., Patt, N., Ringli, L., & Gennaro, F.** (2019). Playing exergames facilitates central drive to the ankle dorsiflexors during gait in older adults; a quasi-experimental investigation. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 11, 263.
- [12] **Schättin, A., Arner, R., Gennaro, F., & de Bruin, E. D.** (2016). Adaptations of prefrontal brain activity, executive functions, and gait in healthy elderly following exergame and balance training: a randomized-controlled study. *Frontiers in aging neuroscience*, 8, 278
- [13] **Huber, S. K., Held, J. P., de Bruin, E. D., & Knols, R. H.** (2021) Personalized motor-cognitive exergame training in chronic stroke patients—A feasibility study. *Frontiers in aging neuroscience*, 13, 730801.
- [14] **Swinnen, N., Vandenbulcke, M., de Bruin, E. D., Akkerman, R., Stubbs, B., Firth, J., & Vancampfort, D.** (2021). The efficacy of exergaming in people with major neurocognitive disorder residing in long-term care facilities: a pilot randomized controlled trial. *Alzheimer's research & therapy*, 13(1), 1-13.