

Bestimmung kognitiver Ressourcen beim Gehen

O. Janke, J. Netz, V. Hömberg

Neurologisches Therapiezentrum NTC und Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

Zusammenfassung

Das »dual-task«-Paradigma, als Methode zur Bestimmung kognitiver Belastung bzw. Kapazitätsreserven, findet nicht nur in der kognitiven Psychologie, sondern auch in vielen medizinischen Bereichen immer häufigere Anwendung. Als »Gradmesser« für Automatisierungsvorgänge kann diese Methode die durch pathologische Zustände bedingte Reduktion von kognitiven Ressourcen aufdecken, kognitive Belastungen auch hochautomatisierter Fähigkeiten nachweisen sowie Lernvorgänge besser beurteilbar machen. In diesem Artikel geben wir einen Überblick über die wichtigsten Veröffentlichungen, die sich einerseits mit dem Thema »dual task«, andererseits mit dem Gehen als hochautomatisierter motorischer Fähigkeit beschäftigen. Einige Arbeiten mit gesunden Probanden zeigen auf, daß auch das Gehen kognitive Ressourcen verbraucht und daß bei Patienten mit bestimmten Erkrankungen die kognitive Kapazität reduziert ist. Weiterhin zeigen diese Veröffentlichungen, daß der Einsatz dieses Paradigmas im medizinischen Alltag, wie zum Beispiel in der Rehabilitation, Chancen und Möglichkeiten aufweist, die eine Verbesserung von Rehabilitationsstrategien und Erfolgsbeurteilung versprechen können.

Schlüsselwörter: Dual-Task-Paradigma, Gehen, Kognition, Automatisierung

Assessment of cognitive resources during walking

O. Janke, J. Netz, V. Hömberg

Abstract

The »dual task paradigm« designed for evaluation of cognitive demands wins more and more importance and is applied not only in cognitive psychology but also in the medical field. As a method for determination of levels of automaticity this paradigm can reveal reductions of cognitive resources caused by certain pathological circumstances as well as cognitive demands of highly automatized abilities like walking or elucidate learning procedures. In this article we want to present an overview of publications dealing with the »dual-task paradigm« in combination with the highly automatized procedure of walking. Some studies with healthy subjects show that even walking consumes cognitive effort. Cognitive resources are reduced in patients with neurological diseases like Alzheimer or Parkinson's disease. Some other recent publications support the growing importance of this paradigm in medical every-day life e.g. in rehabilitation. Improvement of rehabilitation strategies or evaluation of treatment outcome are just two of several other possible new implications.

Key words: dual task paradigm, walking, cognition, automatization

Neurol Rehabil 2000; 6 (2): 68-70

Einleitung

Gehen und Laufen zählen zu den besonders hoch automatisierten motorischen Fähigkeiten des Menschen. Eigentlich braucht man nicht darüber nachzudenken, »wie« man geht, es geschieht unwillkürlich, automatisch. Dabei handelt es sich um einen hoch komplexen Bewegungsablauf, bei dem eine Vielzahl von Muskeln und Gelenken beteiligt sind. Auch Tiefensensibilität, Orientierung im Raum und andere »Sekundärinformationen« sind essentiell, um diesen motorischen Gewaltakt zu koordinieren. Allerdings scheint unser subjektives Gefühl diese Komplexität kaum nachvollziehen zu können.

Um einen etwas genaueren Blick auf den kognitiven Anspruch werfen zu können, bedient man sich seit einigen Jahren des sog. »dual task«-Paradigmas. 1954 zum ersten Mal von Bahrick, Fitts und Nobles beschrieben [1], wurde diese Methode in der kognitiven Psychologie zur Aufdeckung versteckter Lernprozesse und Automatisierungsgrade benutzt. Prinzip dieses Paradigmas ist es, zwei Aufgaben gleichzeitig

durchzuführen. Die Aufgabe, deren kognitive Belastung man messen möchte, bezeichnet man als die »primary task«. Die Zweitaufgabe, auch »secondary task« genannt, dient als Maß dazu. Da angenommen wird, daß das menschliche Gehirn nur über begrenzte Verarbeitungsressourcen verfügt, muß eine Mehr- bzw. Überbelastung zu Performanceeinbußen führen. Diese würden sich somit in einer Verschlechterung des Ergebnisses der Zweitaufgabe niederschlagen, so die prinzipielle Annahme.

Seit langem ist das Dual-Task-Prinzip Domäne der kognitiven Psychologie. Langsam scheinen sich andere, praxisnähere Anwendungen dieses Paradigmas durchzusetzen. Bei der vorhandenen Literatur handelt es sich zum einen um experimentelle Daten, die mit neurologisch erkrankten Patienten erhoben wurden. All diese Erkrankungen, so wurde postuliert, reduzieren die kognitiven Ressourcen insoweit, daß Dual-Task Performance überproportional degradiert würde. Die zweite Gruppe Literatur zu diesem Thema beschäftigt sich mit gesunden Probanden, mit denen das Gehen unter verschiedenen Dual-Task Variationen untersucht wurde.

Zusammenfassung wichtiger Veröffentlichungen

Eine häufige Beobachtung ist, daß oftmals ältere Menschen beim Gehen innehalten, wenn sie sich mit anderen Menschen unterhalten. Dabei resultiert bei gleichzeitiger Ausführung dieser beiden Tätigkeiten, so die Annahme, eine höheres Maß an kognitiver Interferenz als bei jungen Menschen. In einer Studie aus Schweden [5] wurde diese Beobachtung als Marker für Stürze bei älteren Menschen gewertet. Es wurden 58 Personen mit einem Durchschnittsalter von 80,1 Jahren untersucht. Man fand heraus, daß die Personen, die das Gehen beenden mußten, wenn sie sprachen, einen signifikant unsichereren Gang hatten. Somit wurde angenommen, daß die Beobachtung »stops walking while talking« als Marker für häufige Stürze bei älteren Menschen zu sehen ist. Eine einfache und billige Methode. Auch *Camicioli et al.* [2] versuchten, in ihrer Studie die Beobachtung, daß gerade ältere Menschen und Patienten mit Alzheimer-Demenz häufiger stürzen, mit dem Dual-Task-Prinzip wissenschaftlich zu untersuchen. Auch sie schreiben diesem Paradigma eine klinische Relevanz im Sinne einer Vorhersagemöglichkeit bezüglich des Sturzrisikos dieser Patientengruppen zu. Das Ergebnis ihrer Untersuchungen war, daß sich gerade die Ganggeschwindigkeit bei Patienten mit einer Alzheimer-Demenz unter Dual-Task-Bedingungen gegenüber gesunden älteren Menschen signifikant verringerte. Tendenziell verringerte sich auch die Ganggeschwindigkeit bei der Gruppe der gesunden älteren Menschen. Auch konnte gezeigt werden, daß es sich um einen zuverlässigen (test-retest) Dual-Task-Effekt handelt. Insofern, so die Autoren, wäre das Dual-Task-Paradigma ein einfaches und effektives Instrument zur Risikoabschätzung von Stürzen bei den genannten Patientengruppen.

Ebersbach et al. [3] konnten in ihrer Studie zeigen, daß erhöhter kognitiver Anspruch durch das »dual task«-Paradigma Versuchspersonen zwang, ihre »Gehstrategie« zu modifizieren, um ihre Balance aufrechtzuerhalten. Auch hier konnte beobachtet werden, daß das gleichzeitige Ausführen einer Zweitaufgabe (digit-span und knöpfen) zu einem Performanceverlust führt. Es zeigte sich, daß sich bei genauerer Analyse der Gangparameter die Zeit für die »double support«-Phase des Gangzyklus' in der Dual-Task-Situation erhöhte. Unter der Bedingung »fast finger tapping« als Zweitaufgabe ergab sich interessanterweise eine verringerte Schrittzeit als Hinweis für strukturelle Interferenz der beiden Aufgaben »Gehen« und »finger tapping«. *Lajoie et al.* verglichen den kognitiven Anspruch statischer und dynamischer Prozesse mit einer Dual-Task-Aufgabe bei sechs gesunden Probanden [4]. Sowohl Sitzen, Gehen als auch Stehen verbrauchen, obwohl hochautomatisiert, kognitive Ressourcen in einem Reaktionszeit-Paradigma. Je komplexer die motorische Äußerung wurde (Sitzen < Stehen < Gehen), desto schlechter wurde das Ergebnis der Zweitaufgabe. So konnte gezeigt werden, daß Sitzen die wenigsten Ressourcen verbraucht, Gehen die meisten. In der Bedingung »Gehen« wurde nochmals unterschieden zwischen der »single-support phase«, die die meiste kognitive Zuwendung verbrauch-

te, und der »double-support phase«, die etwas weniger Anspruch beinhaltet. Somit zeigte sich ebenso, daß die Bewegungsphase, die die höchste Anforderung an die Balance sowie an Regulation von sensorischem Input und supraspinaler Kontrolle stellt (d. h. die »single-support phase«), auch die höchste kognitive Anforderung beinhaltet.

Eine spezielle Anwendung des Dual-Task-Prinzips in der Rehabilitation kommt von *Wright und Kemp* [6]. Sie versuchten, den kognitiven Anspruch verschiedener Gehhilfen durch das Dual-Task-Prinzip sichtbar zu machen. Dazu benutzten sie als Zweitaufgabe die Bestimmung von Reaktionszeiten. Ein auditorisches Signal (Piepton) mußten die gesunden Probanden durch eine Lautäußerung in ein Kehlkopfmikrofon beantworten. Die »primary task« war das Gehen mit der entsprechenden Gehhilfe. Es konnte festgestellt werden, daß einerseits die Reaktionszeiten auch beim Gehen ohne Benutzung einer Gehhilfe verlängert waren, zum anderen, daß sich die verschiedenen Gehhilfen in ihrem kognitiven Anspruch unterschieden.

Eigene Studien zum Thema

Die Tatsache, daß das Gehen, so hoch automatisiert es auch ist, trotzdem kognitive Ressourcen verbraucht, haben wir auch in mehreren Studien in unserer Klinik nachweisen können.

Patienten und Methoden

In Studie 1 wurde bei 10 Normalpersonen die Interferenz rein kognitiver Belastung einer seriellen Arithmetikaufgabe (PASAT) mit motorischen Aufgaben (normales, langsames, schnelles Gehen, Joggen) überprüft. Verglichen wurden die Fehlerpunkte im PASAT und verschiedene Leistungsparameter der motorischen Aufgaben (Ganggeschwindigkeit, Schrittdauer und laterale Schwerpunktvarianz). In der 2. Studie erhielten jeweils fünf Patienten mit einer Gehstörung eine krankengymnastische Standardtherapie (Gruppe 1; Kontrollgruppe) bzw. zusätzlich dazu eine gleichzeitig zu lösende Wortzählaufgabe (Gruppe 2; Testgruppe), die über Kopfhörer zugespielt wurde. Der Automatisierungsgrad wurde durch Bestimmung von Reaktionszeiten (vor/nach Therapie) gleichzeitig zu einer Gehprobe sowie deren Beurteilung durch drei Krankengymnasten mittels eines dafür entwickelten Scores bestimmt. Weiterhin wurden die Schrittdauern vor und nach Therapie bestimmt. In einer 3. Studie, in der neben gesunden Probanden auch Patienten miteinbezogen wurden, haben wir zwei Dual-Task Bedingungen (Gehen über einen 20 m langen Korridor mit normaler Geschwindigkeit und PASAT, auf einer Linie gehen und PASAT sowie die beiden »Gehen-Bedingungen« als single task) bei gesunden Probanden und Patienten mit einer Hemiparese durchgeführt. Objektiviert wurde das Gangbild durch ein Ganganalysegerät (CDG Ganganalysegerät).

Ergebnisse und Diskussion

In Studie 1 fanden sich bei paralleler Durchführung der Einzelaufgaben gegenüber der Einzelbearbeitung lediglich Trends für Minderung der Leistung, am deutlichsten im Ver-

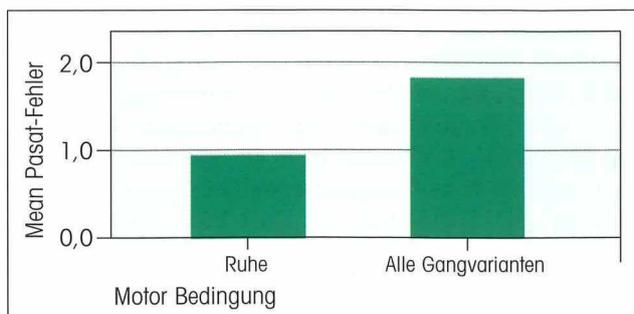


Abb. 1: Pasat-Fehlerpunkte

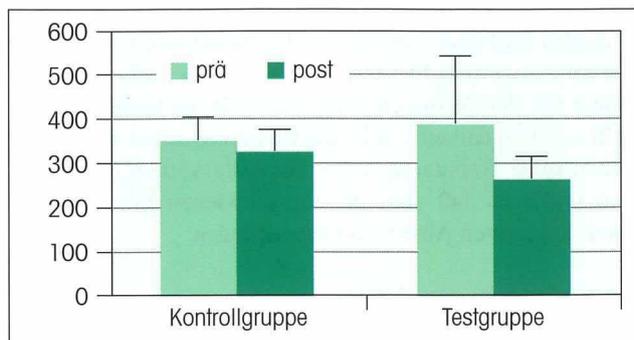


Abb. 2: Mittelwerte und Standardabweichungen der Reaktionszeiten vor und nach Therapie

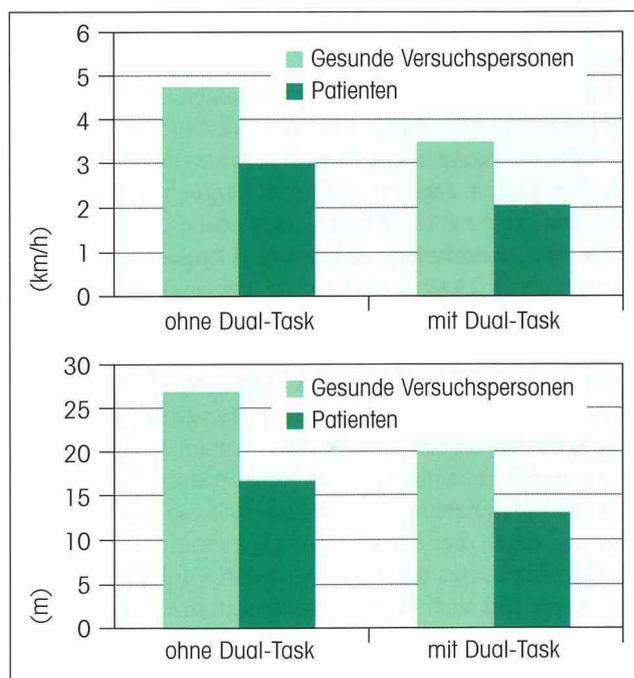


Abb. 3: Geschwindigkeit (oben) und Gehstrecke (unten)

gleich »PASAT in Ruhe« (0,95 Fehlerpunkte) gegenüber »PASAT + Mittel aller motorischen Aufgaben« (1,86 Fehlerpunkte), (Abb. 1). Die Ganggeschwindigkeit bei den Varianten »langsam und schnelles Gehen« veränderte sich unter kognitiver Belastung im Vergleich zu der ungestörten Durchführung jeweils in Richtung normales Gehen. Die Belastungssymmetrie nahm bei einigen Gangvarianten (langsam, schnelles Gehen und Joggen) unter kognitiver Belastung ab.

In Studie 2 war bei beiden Therapiegruppen eine Verbesserung der Reaktionszeiten festzustellen, während bei der Kontrollgruppe die Verbesserung 28 ms betrug, erreichte sie bei der Testgruppe 117 ms. Das Gangmuster, gemessen an geblindetem Scoring der Bewegungsphasen, verbesserte sich in beiden Gruppen, in manchen Scores in der Testgruppe ausgeprägter als in der Kontrollgruppe. Die Schrittdauern vor und nach Therapie veränderten sich kaum. Es zeigte sich somit, daß a) auch bei Normalpersonen hochgradig überlernte Gangvarianten kognitive Ressourcen verbrauchen und b), daß mit Lernen unter »dual task«-Bedingungen eine bessere Automatisierung und auch eine bessere motorische Leistung zu erwarten ist (Abb. 2).

Als Ergebnis der dritten Studie zeigte sich neben dem zu erwartenden Befund, daß Patienten mit einer Hemiparese eine signifikant reduzierte Gehstrecke und Ganggeschwindigkeit aufwiesen (Abb. 3) und daß die Dual-Task-Situation sowohl bei gesunden Probanden als auch bei Patienten eine Verschlechterung der Gangparameter zur Folge hatte. Die Patienten wiesen dabei allerdings unter der Bedingung »freies Gehen und PASAT« deutlichere Beeinträchtigungen auf. Dies veranschaulicht, daß Patienten selbst auf kleinste kognitive Anforderungen sehr empfindlich reagieren.

Alle durchgeführten Studien zeigen also, tendenziell oder signifikant, daß eine Dual-Task-Situation eine hochautomatisierte Handlung wie das Gehen, als Zeichen eines doch vorhandenen kognitiven Anspruches, beeinträchtigen kann. Dabei wurde deutlich, daß Patienten noch empfindlicher auf diese Situation reagieren als gesunde Probanden. Überprüfungen des Automatisierungsgrades bei neu erlernten bzw. wieder erlernten motorischen Fähigkeiten (Bsp.: Gehen lernen bei Patienten mit einer Hemiparese oder Gleichgewichtsstörungen etc.) als zusätzlicher Parameter zur genaueren Beurteilung des Transfers in den Alltag könnten eine einfache und billige Anwendung des Dual-Task-Prinzips darstellen. Weitere Studien mit größeren Patientenzahlen wären sinnvoll, um den Nutzen dieses Paradigmas weiter zu überprüfen.

Literatur

1. Bahrick HP, Noble M, Fitts PM: Extra-task performance as a measure of learning a primary task. *J Exp Psychol* 1954; 48 (4): 298-302
2. Camicioli R, Howieson D, Lehman S, Kaye J: Talking while walking: The effect of a dual task in aging and Alzheimer's disease. *Neurology* 1997; 48: 955-958
3. Ebersbach G, Dimitrijevic MR, Poewe W: Influence on concurrent task on gait: a dual-task approach. *Perceptual and Motor Skills* 1995; 81: 107-113
4. Lajoie Y, Teasdale N, Bard C, Fleury M: Attentional demands for static and dynamic equilibrium. *Exp Brain Res* 1993; 97: 139-144
5. Lundin-Olsson L, Nyberg L, Gustafson Y: »Stops walking when talking« as a predictor of falls in elderly people. *The Lancet* 1997; March 1: Vol 349,
6. Wright DL, Kemp TL: The Dual-Task Methodology and Assessing the attentional demands of ambulation with walking devices. *Phys Ther* 1992; 72: 306-315

Korrespondenzadresse:

Oliver Janke
Neurologisches Therapiezentrum gemGmbH
Hohensandweg 37
40591 Düsseldorf
e-mail:hoemberg@clio.rz.uni-duesseldorf.de