

Granacher U^{1,2}, Mühlbauer T¹, Bridenbaugh S³, Wehrle A³, Kressig RW³

Altersunterschiede beim Gehen unter Einfach- und Mehrfach­tätigkeit

Age-Related Differences During Single and Multi-Task Walking

¹Institut für Sport und Sportwissenschaften, Universität Basel, Schweiz

²Institut für Sportwissenschaft, Friedrich-Schiller-Universität Jena, Deutschland

³Akutgeriatrische Klinik, Universitätsspital Basel, Schweiz

ZUSAMMENFASSUNG

Das Alter ist geprägt durch kognitive und somatosensorische Funktionseinbußen, die zu Veränderungen im Gangbild führen. Daher war es das Ziel der Studie, die Auswirkungen kognitiver und motorischer Zusatzaufgaben auf die Gehgeschwindigkeit junger und älterer Menschen zu untersuchen. An der Studie nahmen 36 gesunde junge (n = 18, Alter 22,3 ± 3,0 Jahre, BMI 21,0 ± 1,6 kg/m²) und ältere Probanden (Pbn) (n = 18, Alter 73,5 ± 5,5 Jahre, BMI 24,2 ± 1,6 kg/m²) teil. Zur Bestimmung der kognitiven Leistung wurden der „Mini-Mental-State“ und der „Clock-Drawing-Test“ herangezogen. Die Gehgeschwindigkeit wurde mit Hilfe eines drucksensitiven Gangteppichs (GAITRite system) unter Einfach- (Gehen), Doppel- (Gehen + kognitive Interferenz [KI] oder motorische Interferenz [MI]) und Dreifach­tätigkeitsbedingung (Gehen + KI + MI) erfasst. Unabhängig von der Testbedingung gingen die älteren gegenüber den jüngeren Pbn langsamer (p < .001, in allen Bedingungen). Mit zunehmender Aufgabenkomplexität reduzierte sich die Gehgeschwindigkeit in beiden Altersgruppen (p ≤ .002, in beiden Gruppen). Die größere Reduktion der Gehgeschwindigkeit unter Mehrfachbedingungen älterer im Vergleich zu jüngeren Pbn deutet darauf hin, dass die Regulation des Ganges im Alter weniger automatisiert ist, d.h. mehr Aufmerksamkeitsressourcen benötigt. Aufgrund der alltagsnahen Bedeutsamkeit von Mehrfach­tätigkeiten während des Gehens, wird zur Überprüfung der funktionellen Mobilität, die Ermittlung der Gehgeschwindigkeit unter Einbezug von Zusatzaufgaben empfohlen.

Schlüsselwörter: Ganginstabilität, Stürze, Senioren, Exekutivfunktion, Dual Tasking.

PROBLEM- UND ZIELSTELLUNG

Der immer größer werdende Anteil älterer Menschen in unserer Gesellschaft führt zwangsläufig zu einer Zunahme altersspezifischer Erkrankungen und Verletzungen. Für diesen Sachverhalt ist das zunehmende Auftreten von Stürzen im Alltag beispielhaft (40). Stürze sind häufige und folgenschwere Ereignisse für den älteren Menschen. Gesunde und selbstständig lebende Menschen im Alter von 65 Jahren und älter erleiden zwischen 0,3 und 1,6 Stürze pro Person und Jahr (im Mittel 0,6 Stürze). Bei Menschen, die in Pflegeheimen wohnen, ist die Sturzgefahr mit 0,6 bis 3,6 Stürzen pro Bett und Jahr erheblich höher (im Mittel 1,7 Stürze) (40). Fünf Prozent aller Stürzen führen bei selbstständig lebenden älteren Menschen zu Frakturen, wobei Oberschenkelhalsfrakturen mit einer Häufigkeit von 1 bis 2% auftreten (23). Bei Pflegeheimbewohner steigt der prozentuale Anteil der durch Stürze verursachten Frakturen auf 10 bis 25% an (40). Die durch Stürze verursachten Kosten im Gesundheitssystem sind immens. In den

SUMMARY

Biologic aging is characterized by cognitive and somatosensory deteriorations resulting in gait modifications. Thus, the purpose of this study was to investigate the effects of cognitive (CI) and/or motor interference (MI) tasks on gait velocity in young and old adults. Thirty-six healthy young (n = 18, age 22.3 ± 3.0 years, BMI 21.0 ± 1.6 kg/m²) and old sub-jects (n = 18, age 73.5 ± 5.5 years, BMI 24.2 ± 1.6 kg/m²) participated in this study. Cognitive functions were tested by means of the „Mini-Mental-State“ and the „Clock-Drawing-Test“. Gait velocity was measured on a pressure sensitive instrumented walkway (GAITRite system) under single-task (walking), dual-task (walking + CI/MI) and triple-task conditions (walking + CI + MI). Irrespective of task condition, elderly subjects walked slower than young subjects (p < .001, in all conditions). Gait velocity was reduced in both age groups with increasing task complexity (p ≤ .002, in both groups). Larger reductions in gait velocity under multi-task conditions in old compared to young adults indicate that the regulation of gait is less automated in old age, i.e. more attentional resources are required. Given the implications of walking under multi-task conditions in everyday life, it is suggested that functional mobility in general and gait velocity in particular should be assessed under multi-task conditions in older adults.

Key Words: Gait instability, falls, seniors, executive function, dual tasking.

USA beliefen sich die Behandlungskosten für das Jahr 2000 auf 19,2 Milliarden US Dollar (43). Für Deutschland werden die direkten Kosten (überwiegend Kosten zur stationären und unmittelbar post-stationären Versorgung von hüftgelenksnahen Frakturen) auf etwa 2,5 Milliarden Euro eingeschätzt (44). Neben den finanziellen Belastungen für das Gesundheitswesen bedeuten Stürze für die betroffenen Individuen eine Einschränkung der Lebensqualität aufgrund reduzierter Mobilität und verschlechterter körperlicher Funktionen.

Unterschiedliche epidemiologische Studien konnten eine Vielzahl von Faktoren ermitteln, die für das erhöhte Sturzrisiko im Alter verantwortlich sind (28). Defizite in der posturalen Kontrolle (11) und ein verändertes Gangbild (17) erhöhen nachweislich die Sturzgefahr im Alter. In diesem Zusammenhang konnten Guimaraes und Isaacs (17) bei hospitalisierten und gestürzten älteren Menschen im Vergleich zu Personen ohne Sturzvergangenheit reduzierte Gehgeschwindigkeiten, kürzere Schrittlängen und eine größere Variabilität der Schrittlänge feststellen.

Das Gehen ist eine hoch automatisierte Bewegung und wird beim jungen und gesunden Menschen weitestgehend im Unterbewusstsein über subkortikale Hirnregionen und das Rückenmark reguliert. Daher werden während des Gehens lediglich minimale Aufmerksamkeitsressourcen beansprucht (19). Mit zunehmendem Alter setzen jedoch somatosensorische Defizite ein (15,16,41), die bei Betagten vermehrt Aufmerksamkeitsressourcen während des Gehens binden. Werden nun während des Gehens zeitgleich Aufmerksamkeit benötigende kognitive und/oder motorische Tätigkeiten ausgeübt, können Interferenzen zwischen diesen konkurrierenden und auf gleiche Hirnareale zurückgreifende Aufgaben auftreten, was zu einer Überlastung („central overload“) der prozessierenden Strukturen führt (36). Zur Untersuchung dieses Phänomens wird das sog. Doppeltätigkeits- oder „Dual-Task Paradigma“ verwendet.

Das „Dual-Task Paradigma“ wurde vor zwölf Jahren erstmals von einer schwedischen Physiotherapeutin im Rahmen der Bestimmung des Sturzrisikos älterer Menschen beschrieben. Diese Arbeitsgruppe (29) konnte nachweisen, dass Senioren, die nicht gleichzeitig gehen und sprechen können, verstärkt sturzgefährdet sind („stop walking when talking“). Weiterführenden Studien ist zu entnehmen, dass das Gehvermögen unter „Dual-Task“ Bedingungen einerseits vom Funktionsgrad der zerebralen Exekutivfunktion und andererseits vom Schwierigkeitsgrad der gestellten Zusatzaufgabe abhängig ist (7). Unter dem Begriff Exekutivfunktion werden hierbei diejenigen kognitiven Fähigkeiten zusammengefasst, die für Planung, Kontrolle, Ausführung und Abfolge komplexer und zielgerichteter Handlungen erforderlich sind (38). Aus der InCHIANTI-Studie geht eine eindruckliche Assoziation zwischen einer eingeschränkten Exekutivfunktion und einer Gehverlangsamung unter „Dual-Task“ Bedingungen hervor, die sich bei Probanden (Pbn) mit einer normalen Exekutivfunktion nicht feststellen ließ (7).

Daher bestand das Ziel der vorliegenden Studie in der Überprüfung der Auswirkung kognitiver und motorischer Zusatzaufgaben auf die Gehgeschwindigkeit junger und älterer Menschen. Es wurde angenommen, dass sich die Gehgeschwindigkeit beider Experimentalgruppen bei gleichzeitiger Ausführung einer kognitiven und/oder motorischen Interferenzaufgabe reduziert, wobei die Verminderung der Gehgeschwindigkeit bei den älteren Pbn aufgrund altersbedingter kognitiver und somatosensorischer Funktionseinbußen stärker ausgeprägt sein müsste.

METHODIK

Probanden

An der Studie nahmen 36 gesunde junge (n = 18, 14 Frauen, 4 Männer) und ältere (n = 18, 12 Frauen, 6 Männer) selbstständig lebende Pbn teil, die ihre schriftliche Einverständniserklärung zur Teilnahme an der Studie gaben (Tab. 1). Die Pbn waren neurologisch, kardiovaskulär und orthopädisch gesund und hatten keine Verletzungen der unteren Extremitäten, die sich auf die Ergebnisse der Studie auswirken könnten. Alle Teilnehmer benutzten für die Fortbewegung keine Gehhilfen und hatten keine Vorerfahrungen mit den Tests der Studie. Die Studie wurde nach den Richtlinien der Deklaration von Helsinki durchgeführt und war von der Ethikkommission der Universität Basel bewilligt.

Tabelle 1: Probandencharakteristik

	jung (n = 18)			alt (n = 18)		
	MW (SD)	Spannweite	Median	MW (SD)	Spannweite	Median
Alter (Jahre)	22,3 (3,0)	19,0-32,0	22,0	73,5 (5,5)	64,0-83,0	72,5
Größe (cm)	172,3 (7,5)	162,0-193,0	172,0	172,1 (8,0)	159,0-193,5	171,0
Masse (kg)	62,4 (7,6)	52,0-80,0	62,0	72,0 (13,0)	50,0-106,0	72,5
BMI (kg/m²)	21,0 (1,6)	18,6-23,7	21,0	24,2 (2,9)	18,6-28,3	24,0
CDT	–	–	–	–	0,0-1,0	0,0
MMS	–	–	–	27,6 (2,3)	22,0-30,0	28,0
FES-I	–	–	–	19,5 (2,3)	17,0-25,0	19,0

Legende: MW = Mittelwert; SD = Standardabweichung; BMI = Body Mass Index; CDT = Clock-Drawing-Test; MMS = Mini-Mental State Test; FES-I = Falls Efficacy-Scale-International

Apparatur

Zur Bestimmung der abhängigen Variable „Gehgeschwindigkeit“ wurde ein Gangteppich der Firma GaitRite System® (Havertown, USA) verwendet. Über Drucksensoren, die in dem zehn Meter langen Teppich integriert sind, wird die Druckverteilung während des Gehens mit einer Abtastrate von 80 Hz erfasst (Abb. 1). Die Gehgeschwindigkeit (cm/s) wurde über den Quotienten Schrittlänge durch Schrittdauer berechnet. Die Pbn wurden angewiesen, den Test mit ihrer habituellen Gehgeschwindigkeit durchzuführen. Die Testbedingungen (z.B. Raumbeleuchtung, Temperatur, Lautstärke) waren in Übereinstimmung mit den Richtlinien für posturographische Messungen (24).

Frage- und Assessment Bogen

Der „Mini Mental State“ (MMS) ist ein valider Test zur Überprüfung der kognitiven Leistung. Der Test unterscheidet Patienten mit kognitiven Störungen von Patienten ohne eine solche Störung. Anhand von neun Aufgabenkomplexen werden zentrale kognitive Funktionen überprüft (zeitliche und räumliche Orientierung, Merk- und Erinnerungsfähigkeit, Aufmerksamkeit, Sprache und Sprachverständnis, außerdem Lesen, Schreiben, Zeichnen und Rechnen). Die Test-retest Reliabilität ist mit einem r von .89 hoch. Die Kreuzkorrelation mit dem „Wechsler Adult Intelligence Score“ ergab einen Korrelationskoeffizienten von r = .78 (13). In Anlehnung an Folstein et al. (13), trennt ein MMS Ergebnis von weniger als 20 Punkten Patienten mit Demenz oder Psychosen von gesunden Personen.

Die „Falls Efficacy Scale-International (FES-I)“ erfasst die sturzassoziierte Selbstwirksamkeit älterer Menschen anhand von 16 Fragen zur Ausübung von Alltagsaktivitäten. Die FES-I zeigt sowohl eine hohe interne Konsistenz (Cronbachs α = .96) als auch eine hohe Test-retest Reliabilität (r = .96) (8). Darüber hinaus konnte eine akzeptable Konstruktvalidität der FES-I in verschiedenen Kohorten unterschiedlicher Länder ermittelt werden (r = .79 bis .82) (25). Mit dem so genannten „Clock-Drawing-Test“ (CDT) können Hirnleistungsstörungen (Störungen der Exekutivfunktion) bei Patienten diagnostiziert werden (47). Der CDT verlangt dabei von der untersuchten Person, eine Uhr in einem vorgegebenen Kreis zu zeichnen und diese dann auf eine ganz bestimmte Uhrzeit einzustellen. Die Interrater-Reliabilität des Tests liegt zwischen 75,4 und

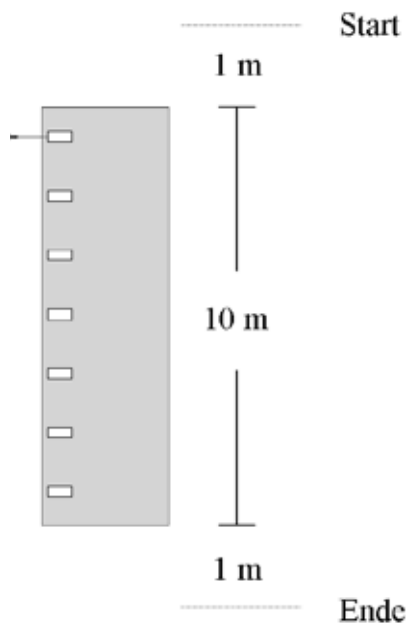


Abbildung 1: Darstellung der Testsituation Gehen auf dem Gangteppich.

99,6% je nach konsultierter Studie (47). Die Test-retest Reliabilität kann mit einem r von .90 als hoch bezeichnet werden (30). Die Kreuzkorrelation mit dem MMS ergab einen Korrelationskoeffizienten von $r > .50$ (42). Im Ergebnis unterscheidet der Test zwischen pathologischen Patienten und gesunden Personen.

Testablauf

Nach dem Betreten des Testraums erhielten die Pbn schriftliche Instruktionen zum Testablauf. Im Anschluss daran wärmten sich die Pbn über zehn Minuten auf einem Fahrradergometer bei 80 W auf. Die Belastungsintensität wurde während der Aufwärmphase über das subjektive Belastungsempfinden (Borg Skalenbereich: 11 bis 13) kontrolliert. Unmittelbar danach wurde die Ganganalyse über den zehn Meter langen Gangteppich durchgeführt. Die Messung startete jeweils einen Meter vor dem Teppich und endete einen Meter nach dem Teppich, um mögliche Effekte von Beschleunigungs- und Abbremsvorgängen auf die Gehgeschwindigkeit ausschließen zu können.

Die Erfassung der Gehgeschwindigkeit (Einfachbedingung) wurde zusätzlich mit einer motorischen (MI) und/oder kognitiven (KI) Interferenzaufgabe (Zweifach-/Dreifachbedingung) kombiniert. Die motorische Zusatzaufgabe sah das Halten von zwei Stäben vor, deren ringförmige Enden mit einem Durchmesser von 4 cm ineinander verschlungen waren (vgl. Abb. 2). Für die Pbn bestand die Aufgabe darin, ein Berühren der beiden Enden möglichst zu vermeiden. Da ein schwacher Strom durch die Ringe floss, konnte die Güte der Umsetzung sowohl über die Anzahl als auch die Dauer der realisierten Kontakte kontrolliert werden (26).

Die zusätzliche kognitive Aufgabe erforderte das Rückwärtszählen um den Wert „3“ beginnend mit einem zufällig ausgewählten Anfangswert aus dem Zahlenbereich von 300 bis 900 (31,36). Bei der Ausführung der Tests unter Zweifach- und Dreifachbedingung lautete die Bewegungsanweisung durch den Untersuchungsleiter, die Aufgaben so gut wie möglich zu absolvieren. Es wurde mit Absicht keine Priorität auf das Gehen gelegt, da dies aus funktioneller

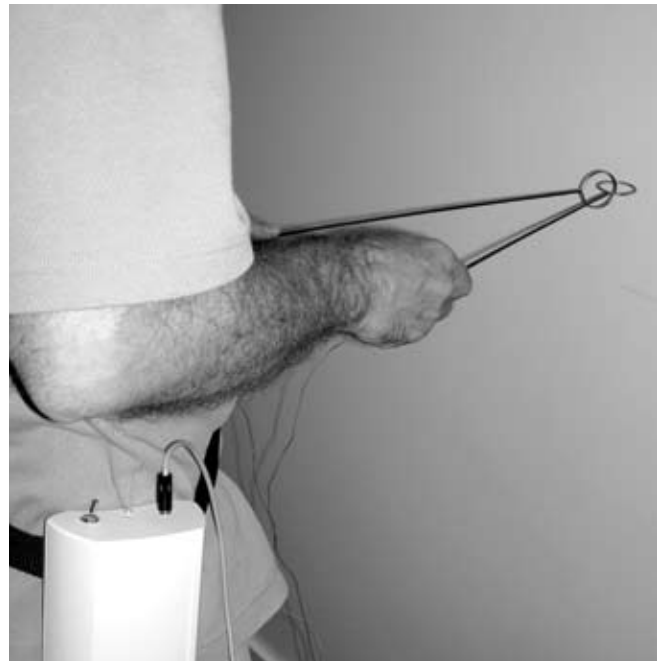


Abbildung 2: Darstellung der Testsituation motorische Interferenzaufgabe.

und alltagsmotorischer Sicht unrealistische und nicht alltagsnahe Bedingungen erzeugen würde (4). Eine Zusammenfassung der verschiedenen Testbedingungen kann Tabelle 2 entnommen werden. Für den gesamten Untersuchungsablauf galt, dass die Reihenfolge der einzelnen Tests zufällig erfolgte.

Statistik

Eine 2 (Gruppe: jung, alt) x 4 (Bedingung: Einfach, Zweifach + KI, Zweifach + MI, Dreifach) Varianzanalyse (ANOVA) mit Messwiederholung auf den Faktor Bedingung wurde durchgeführt, um Unterschiede zwischen den beiden Altersgruppen und den vier Aufgabenbedingungen für den Parameter „Gehgeschwindigkeit“ herauszustellen. Post hoc Tests mit Bonferroni-korrigiertem α wurden berechnet, um statistisch signifikante Vergleiche darzustellen. Die Bestimmung und Klassifikation der Effektgröße f erfolgte unter Verwendung des partiellen η^2_p . Ein f -Wert von .10 kennzeichnet einen schwachen, von .25 einen mittleren und von .40 einen starken Effekt (5). Das Signifikanzniveau wurde auf $\alpha = 5\%$ festgelegt. Die statistische Datenanalyse erfolgte mit dem Programmpaket SPSS (Version 16.0).

ERGEBNISSE

Frage- und Assessmentbogen

Die ermittelten Ergebnisse im MMS (27.6 ± 2.3), im CDT (alle Pbn nicht pathologisch) und in der FES-I (19.5 ± 2.3) weisen darauf hin, dass die älteren Teilnehmer dieser Studie über intakte kognitive Funktionen (z.B. Exekutivfunktion) verfügen und keine Einschränkungen in der sturzassoziierten Selbstwirksamkeit haben.

Gehgeschwindigkeit

Unabhängig von der absolvierten Gehbedingung, erzielten die alten Menschen im Mittel eine geringere Gehgeschwindigkeit als die jungen Menschen (vgl. Abb. 3). Der Unterschied in der Gehgeschwin-

digkeit zwischen jung und alt nahm mit ansteigender Aufgabenkomplexität (Gehen → Gehen + KI → Gehen + MI → Gehen + KI + MI) zu (vgl. Tab. 3). Weiterhin konnten für die jungen (von 137,0 bis 98,3 cm/s) wie für die alten Menschen (von 129,7 bis 57,2 cm/s) reduzierte Gehgeschwindigkeiten mit zunehmender Aufgabenkomplexität festgestellt werden (vgl. Tab. 3). Die statistische Analyse ergab einen statistisch signifikanten Haupteffekt für den Faktor Gruppe, $F(1,38) = 31.3, p < .001, \eta^2_p = .45, f = .90$, sowie für den Faktor Bedingung, $F(3,234) = 108.7, p < .001, \eta^2_p = .74, f = 1.69$. Des Weiteren konnte ein signifikanter Interaktionseffekt Gruppe x Bedingungen, $F(3,234) = 13.3, p < .001, \eta^2_p = .26, f = .59$, beobachtet werden. Post hoc Analysen in Form von paarweisen Einzelvergleichen zeigten, dass in beiden Altersgruppen die Bedingung Gehen ohne Zusatzaufgabe mit signifikant höheren Gehgeschwindigkeiten umgesetzt wurde als die Bedingung Gehen mit Zusatzaufgabe ($p \leq .002$).

DISKUSSION

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie weisen eindrücklich darauf hin, dass (1) die älteren Pbn unabhängig von der Testaufgabe im Mittel langsamer gingen als die jungen, wobei der Unterschied in der Gehgeschwindigkeit zwischen den beiden Gruppen mit ansteigender Aufgabenkomplexität zunahm; (2) sich die Gehgeschwindigkeit bei jungen und bei älteren Pbn mit zunehmender Aufgabenkomplexität reduzierte, wobei die Verringerung bei den älteren Pbn stärker ausgeprägt war.

Die Resultate dieser Studie sind in Übereinstimmung mit der Literatur. In einer kürzlich veröffentlichten Untersuchung von Laessoe et al. (26) konnten ebenfalls reduzierte Gehgeschwindigkeiten älterer Pbn im Vergleich zu jüngeren festgestellt werden. Bei Einbezug kognitiver und motorischer Interferenzaufgaben wurde der Unterschied in der Gehgeschwindigkeit zwischen jung und alt größer. Im Gegensatz zur Studie von Laessoe et al. (21), in der die Probanden in Achterschleifen gehen mussten, konnten wir dieses Ergebnis unter den natürlichen Bedingungen des Geradeausgehens ermitteln.

Die Tatsache, dass sich in unserer Studie und in der Studie von Laessoe et al. (26) die Gehgeschwindigkeit der älteren Pbn bei zeitgleichem Vollzug einer kognitiven und/oder motorischen Zusatzaufgabe stärker verringerte als diejenige der jüngeren, deutet darauf hin, dass die Regulation des Ganges älterer Menschen weniger automatisiert ist, d.h. mehr Aufmerksamkeitsressourcen benötigt, als die jüngerer Pbn. Eine natürlich eingeleitete Verringerung der Gehgeschwindigkeit weist auf eine Kompensationsstrategie zur Aufrechterhaltung der Haltungskontrolle und zur Wiederherstellung der Gangsicherheit hin (18).

Vor diesem Hintergrund ergibt sich die Frage nach den Gründen für die stärkere Reduktion der Gehgeschwindigkeit älterer

Menschen im Vergleich zu jüngeren bei zeitgleicher Ausführung kognitiver und/oder motorischer Interferenzaufgaben? Altersbedingte kognitive und somatosensorische Funktionseinbußen scheinen für diesen Sachverhalt verantwortlich zu sein. Kognitive Dysfunktionen lassen sich insbesondere am Beispiel der Exekutivfunktion beschreiben. Die Exekutivfunktion ist neben der Planung, Kontrolle, Ausführung und Abfolge komplexer und zielgerichteter Handlungen auch für die konzentrierte Zuteilung der vorhandenen Aufmerksamkeitsressourcen auf die zu bewältigende kognitive und/oder motorische Zusatzaufgabe verantwortlich (38). Unterschiedlichen Studien ist zu entnehmen, dass sich die Qualität der Exekutivfunktion im Alternsgang verschlechtert (39). Veränderungen des Gangbildes (z.B. reduzierte Gehgeschwindigkeiten) können unter „Dual-Task“ Bedingungen die Folge sein (7). Neben altersbedingten Einbußen der Exekutivfunktion tragen v.a. degenerative Prozesse im somatosensorischen System zu Gangveränderungen bei (17). Aus verschiedenen Untersuchungen geht hervor, dass sich im Alter die sensorische Bewegungswahrnehmung (visuell, propriozeptiv, vestibular) (41), die integrative Verarbeitung sensorischer Signale (z.B. veränderte präsynaptische Hemmung (10), numerische Reduktion der Interneurone (46)) sowie deren Umsetzung in geeignete neuromuskuläre Antworten (reduzierte Leitungsgeschwindigkeiten, verringerte Anzahl an Alpha-Motoneuronen, Verlust der Muskelmasse (27,32)) verschlechtert. Aufgrund dieser somatosensorischen Einschränkungen benötigen ältere Menschen vermutlich mehr Aufmerksamkeitsressourcen zur Aufrechterhaltung der Gangstabilität als junge Menschen (37, 45). Dieser Sachverhalt bedarf jedoch weiterer Klärung. Weiterhin führt die zeitgleiche Verarbeitung kognitiver und/oder motorischer Zusatzaufgaben während des Gehens zu einer Überforderung prozessierender Hirnstrukturen und damit zu Leistungseinbußen sowohl in den Zusatzaufgaben als auch in der Gangstabilität (9,26). Dieses parallele Wetteifern verschiedener Aufgaben um einen beschränkten Ressourcenpool bezeichnet man auch als sog. „cross-talk“ oder auch als „neural structure theory“ (14,35). Ein weiterer Ansatz, der häufig für die Erklärung der Leistungseinbußen bei zeitgleichem Vollzug mehrerer Aufgaben herangezogen wird, ist die sog. „bottle neck theory“. Diese besagt, dass zwei oder mehrere

Tabelle 2: Zusammenfassung der Testbedingungen.

Aufgabe	Testbedingung
Gehen	Einfach
Gehen + KI	Zweifach
Gehen + MI	Zweifach
Gehen + KI + MI	Dreifach

Legende: KI = kognitive Interferenzaufgabe; MI = motorische Interferenzaufgabe

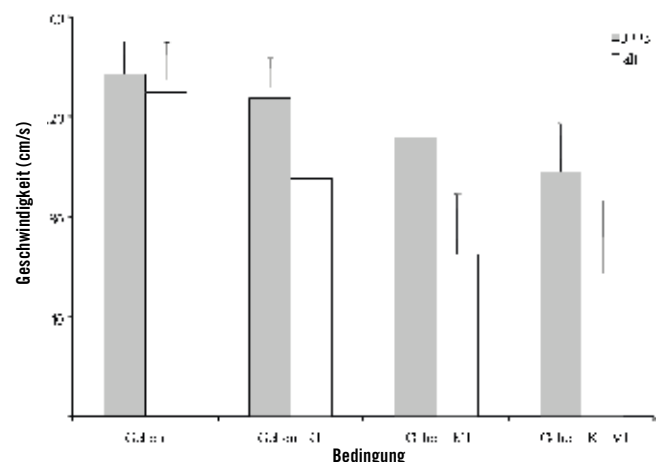


Abbildung 3: Mittelwerte + SD der Geschwindigkeit junger und älterer Probanden beim Gehen und beim Gehen mit zeitgleichem Vollzug von Zusatzaufgaben. KI = kognitive Interferenzaufgabe MI = motorische Interferenzaufgabe

Tabelle 3: Das Verhalten der Gehgeschwindigkeit (cm/s) in den unterschiedlichen Testbedingungen.

	Aufgabe / Testbedingung				Differenz: Gehen ohne vs. mit Zusatzaufgabe (%)		
	Gehen	Gehen + KI	Gehen + MI	Gehen + KI + MI	Gehen vs. Gehen + KI	Gehen vs. Gehen + MI	Gehen vs. Gehen + KI + MI
jung (n = 18)	137,0 ± 12,9	127,5 ± 16,0	111,5 ± 16,4	98,3 ± 18,9	-6,9%	-18,6%	-28,2%
alt (n = 18)	129,7 ± 20,0	95,2 ± 32,6	65,2 ± 23,8	57,2 ± 29,3	-26,6%	-49,7%	-55,6%
Differenz: alt vs. jung (%)	-5,3%	-25,3%	-41,6%	-41,9%			

Legende: Die Daten sind in Form von Mittelwerten ± Standardabweichung dargestellt. Ein negativer Prozentwert meint Leistungseinbußen. KI = kognitive Interferenzaufgabe; MI = motorische Interferenzaufgabe

Aufgaben, die zeitgleich kognitive Verarbeitungsressourcen beanspruchen, aufgrund eines entstehenden Engpasses („bottle neck“) nur sequentiell umgesetzt werden können (35).

Die Aufrechterhaltung der Gangstabilität unter Doppeltätigkeitsbedingungen ist für den älteren Menschen vor allen Dingen in Alltagssituation von großer Bedeutung. Alleine das Überqueren der Straße kann in unterschiedlichen Situationen zu einer Vielzahl von Mehrfachstätigkeitsbedingungen führen. Zunächst ist es für den älteren Menschen bereits unter Einfachstätigkeitsbedingungen eine Herausforderung, einen Schritt von der Bordsteinkante nach unten auf die Straße zu tätigen, diese schnellstmöglich zu überqueren und am Ende die Schrittlänge so anzupassen, dass der letzte Schritt auf die Bordsteinkante erfolgen kann. Gleichzeitig sollte die Ampel im Auge behalten werden, um die Zeit für die Überquerung der Straße in etwa abschätzen zu können. In der Regel tragen ältere Menschen während der Straßenüberquerung ihre Einkäufe mit sich und führen möglicherweise das Enkelkind an der noch freien Hand. Dieses alltagsnahe Beispiel soll veranschaulichen, dass ältere Menschen sehr häufig mit Mehrfachaufgaben während des Gehens konfrontiert sind, die Gangveränderungen in Form reduzierter Gehgeschwindigkeiten zur Folge haben. Zur sicheren Überquerung einer Straße ist eine mittlere Gehgeschwindigkeit von 122 cm/s notwendig (20). In einer Studie von Hoxie und Rubenstein (20) wurde festgestellt, dass 96% der über 65-jährigen beim Überqueren einer Straße eine langsamere Gehgeschwindigkeit als 122 cm/s aufwiesen. Die Pbn der vorliegenden Studie können als kognitiv und körperlich gesund klassifiziert werden, waren im Mittel 73,5 Jahre alt und gingen mit einer Gehgeschwindigkeit von 129,7 cm/s unter Einfachstätigkeitsbedingungen (nur Gehen). Unter Mehrfachstätigkeitsbedingungen reduzierte sich die Gehgeschwindigkeit erheblich, um unter Dreifachstätigkeitsbedingungen ein Minimum von 57,2 cm/s zu erreichen (vgl. Tab. 3). Unsere Probanden wären damit in der Lage, unter Einfachstätigkeitsbedingungen die gegenüberliegende Straßenseite innerhalb der Grünphase zu erreichen. Unter Doppel- oder gar Dreifachstätigkeitsbedingungen würde dies jedoch misslingen. Da Doppel- oder Dreifachstätigkeitsbedingungen im Alltag von Senioren eher die Regel als die Ausnahme darstellen, sollten zukünftige Ganganalysen zur Bestimmung eines möglichen Sicherheitsrisikos immer unter Anwendung eines Doppeltätigkeitsparadigmas durchgeführt werden. Weitere Vorteile der Analyse von Gehgeschwindigkeiten liegen in der einfachen und kostengünstigen Testanwendung sowie im Erfassen relevanter Informationen zur funktionellen Mobilität von Seniorinnen und Senioren (6). Sollte es sich zeigen, dass im Rahmen von Ganganalysen Werte ≤ 122 cm/s auftreten, so wäre die präventive Verschreibung eines Gangtrainings die logische Konsequenz. In der Tat gibt es Hinweise, dass durch ein zwölfwöchiges kombiniertes Kraft- und

Gleichgewichtstraining mit älteren Menschen (mittleres Alter 82,1 Jahre) die Gehgeschwindigkeit statistisch signifikant um 8% verbessert werden konnte (22).

Mit der Gehgeschwindigkeit wurde ein relativ globales Maß zur Erfassung der dynamischen Haltungskontrolle gewählt. Die Gehgeschwindigkeit stellt jedoch einen etablierten Gangparameter dar, welcher in zahlreichen Studien zur Kennzeichnung der Gleichgewichtsleistung während des Gehens verwendet wurde (22,34). Er bietet den Vorteil, dass er sowohl räumliche (Schrittlänge) als auch zeitliche (Schrittdauer) Informationen einschließt. Aus diesem Grund wurde die Gehgeschwindigkeit als essentieller Parameter und primärer Endpunkt vor Studienbeginn festgelegt. Weiterhin korreliert die Gehgeschwindigkeit hoch mit Parametern der funktionellen Mobilität (z.B. Treppen steigen, aus einem Stuhl aufstehen, Bewältigen eines Hindernisparcours) (21,33,34) sowie mit der Kraft von Muskeln der unteren Extremität (1,12,2,3). Ein weiterer Vorteil der Gehgeschwindigkeit ist, dass sie sich methodisch einfach/ökonomisch erfassen lässt, was wiederum für den Praktiker/Therapeuten von großer Bedeutung ist.

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass unabhängig von der Testbedingung die Gehgeschwindigkeit älterer Menschen im Vergleich zu jungen Menschen reduziert ist. Unterschiede in der Gehgeschwindigkeit zwischen jung und alt steigen mit zunehmender Aufgabenkomplexität an. Vor dem Hintergrund funktioneller Schwellenwerte der Gehgeschwindigkeit sollten Ganganalysen unter Berücksichtigung des Doppeltätigkeitsparadigmas in den klinischen Alltag integriert werden, um bei negativem Resultat umgehend präventive Trainingsmaßnahmen einleiten zu können.

Angaben zu finanziellen Interessen und Beziehungen, wie Patente, Honorare oder Unterstützung durch Firmen: Keine.

LITERATUR

1. ANIANSSON A, RUNDGREN A, SPERLING L: Evaluation of functional capacity in activities of daily living in 70-year-old men and women. *Scand J Rehabil Med* 12 (1980) 145-154.
2. BASSEY EJ, BENDALL MJ, PEARSON M: Muscle strength in the triceps surae and objectively measured customary walking activity in men and women over 65 years of age. *Clin Sci* 74 (1988) 85-89.
3. BASSEY EJ, FIATARONE MA, O'NEILL EF, KELLY M, EVANS WJ, LIPSITZ LA: Leg extensor power and functional performance in very old men and women. *Clin Sci* 82 (1992) 321-327.
4. BEAUCHET O, DUBOST V, AMINIAN K, GONTHIER R, KRESSIG RW: Dual-task-related gait changes in the elderly: does the type of cognitive task matter? *J Mot Behav* 37 (2005) 259-264.
5. BORTZ J: Statistik für Sozialwissenschaftler. Springer Verlag (1999).
6. CESARI M, KRITCHEVSKY SB, PENNINX BW, NICKLAS BJ, SIMONSICK EM, NEWMAN AB, TY-LAVSKY FA, BRACH JS, SATTERFIELD S, BAUER

- DC, VISSER M, RUBIN SM, HARRIS TB, PAHOR M: Prognostic value of usual gait speed in well-functioning older people-results from the Health, Aging and Body Composition Study. *J Am Geriatr Soc* 53 (2005) 1675-1680.
7. COPPIN AK, SHUMWAY-COOK A, SACZYNSKI JS, PATEL KV, BLE A, FERRUCCI L, GURALNIK JM: Association of executive function and performance of dual-task physical tests among older adults: analyses from the InChianti study. *Age Ageing* 35 (2006) 619-624.
 8. DIAS N, KEMPEN GI, TODD CJ, BEYER N, FREIBERGER E, PIOT-ZIEGLER C, YARDLEY L, HAUER K: The German version of the Falls Efficacy Scale-International Version (FES-I). *Z Gerontol Geriatr* 39 (2006) 297-300.
 9. DUBOST V, KRESSIG RW, GONTHIER R, HERRMANN FR, AMINIAN K, NAJAFI B, BEAUCHET O: Relationships between dual-task related changes in stride velocity and stride time variability in healthy older adults. *Hum Mov Sci* 25 (2006) 372-382.
 10. EARLES D, VARDAXIS V, KOCEJA D: Regulation of motor output between young and elderly subjects. *Clin Neurophysiol* 112 (2001) 1273-1279.
 11. ERA P, SAINIO P, KOSKINEN S, HAAVISTO P, VAARA M, AROMAA A: Postural balance in a random sample of 7,979 subjects aged 30 years and over. *Gerontology* 52 (2006) 204-213.
 12. FIATARONE MA, MARKS EC, RYAN ND, MEREDITH CN, LIPSITZ LA, EVANS WJ: High-intensity strength training in nonagenarians. Effects on skeletal muscle. *JAMA* 263 (1990) 3029-3034.
 13. FOLSTEIN MF, FOLSTEIN SE, MCHUGH PR: "Mini-mental state". A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res* 12 (1975) 189-198.
 14. FRAIZER EV, MITRA S: Methodological and interpretive issues in posture-cognition dual-tasking in upright stance. *Gait Posture* 27 (2008) 271-279.
 15. GRANACHER U, GOLLHOFER A: Auswirkungen des Alterns auf die Schnellkraftfähigkeit und das Reflexverhalten - Ein Übersichtsbeitrag. *Dtsch Z Sportmed* 3 (2005) 68-73.
 16. GRANACHER U, ZAHNER L, GOLLHOFER A: Strength, power, and postural control in seniors: Considerations for functional adaptations and for fall prevention. *Eur J Sport Sci* 8 (2008) 325-340.
 17. GUIMARAES RM, ISAACS B: Characteristics of the gait in old people who fall. *Int Rehabil Med* 2 (1980) 177-180.
 18. HOLLMAN JH, KOVASH FM, KUBIK JJ, LINBO RA: Age-related differences in spatiotemporal markers of gait stability during dual task walking. *Gait Posture* 26 (2007) 113-119.
 19. HORAK FB, MACPHERSON JM: Postural orientation and equilibrium. In: Rowell LB, Shepherd, JT, ed. *Handbook of Physiology - Section 12: Exercise: Regulation and Integration of Multiple Systems*. New York: Oxford University Press (1996) 255-292.
 20. HOXIE RE, RUBENSTEIN LZ: Are older pedestrians allowed enough time to cross intersections safely? *J Am Geriatr Soc* 42 (1994) 241-244.
 21. IMMS FJ, EDHOLM OG: Studies of gait and mobility in the elderly. *Age Ageing* 10 (1981) 147-156.
 22. JUDGE JO, UNDERWOOD M, GENNOSA T: Exercise to improve gait velocity in older persons. *Arch Phys Med Rehabil* 74 (1993) 400-406.
 23. KANNUS P, PARKKARI J, KOSKINEN S, NIEMI S, PALVANEN M, JARVINEN M, VUORI I: Fall-induced injuries and deaths among older adults. *JAMA* 281 (1999) 1895-1899.
 24. KAPTEYN TS, BLES W, NJIOKIKTJEN CJ, KODDE L, MASSEN CH, MOL JM: Standardization in platform stabilometry being a part of posturography. *Agressologie* 24 (1983) 321-326.
 25. KEMPEN GI, TODD CJ, VAN HAASTREGT JC, ZIJLSTRA GA, BEYER N, FREIBERGER E, HAUER KA, PIOT-ZIEGLER C, YARDLEY L: Cross-cultural validation of the Falls Efficacy Scale International (FES-I) in older people: results from Germany, the Netherlands and the UK were satisfactory. *Disabil Rehabil* 29 (2007) 155-162.
 26. LAESSOE U, HOECK HC, SIMONSEN O, VOIGT M: Residual attentional capacity amongst young and elderly during dual and triple task walking. *Hum Mov Sci* 27 (2008) 496-512.
 27. LEXELL J, TAYLOR CC, SJOSTROM M: What is the cause of the ageing atrophy? Total number, size and proportion of different fiber types studied in whole vastus lateralis muscle from 15- to 83-year-old men. *J Neurol Sci* 84 (1988) 275-294.
 28. LORD SR, DAYHEW J: Visual risk factors for falls in older people. *J Am Geriatr Soc* 49 (2001) 508-515.
 29. LUNDIN-OLSSON L, NYBERG L, GUSTAFSON Y: "Stops walking when talking" as a predictor of falls in elderly people. *Lancet* 349 (1997) 617.
 30. MANOS PJ, WU R: The ten point clock test: a quick screen and grading method for cognitive impairment in medical and surgical patients. *Int J Psychiatry Med* 24 (1994) 229-244.
 31. MAYLOR EA, WING AM: Age differences in postural stability are increased by additional cognitive demands. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci* 51 (1996) 143-154.
 32. MCNEIL CJ, DOHERTY TJ, STASHUK DW, RICE CL: Motor unit number estimates in the tibialis anterior muscle of young, old, and very old men. *Muscle Nerve* 31 (2005) 461-467.
 33. MONTERO-ODASSO M, SCHAPIRA M, SORIANO ER, VARELA M, KAPLAN R, CAMERA LA, MAYORGA LM: Gait velocity as a single predictor of adverse events in healthy seniors aged 75 years and older. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 60 (2005) 1304-1309.
 34. MONTERO-ODASSO M, SCHAPIRA M, VARELA C, PITTERI C, SORIANO ER, KAPLAN R, CAMERA LA, MAYORGA LM: Gait velocity in senior people. An easy test for detecting mobility impairment in community elderly. *J Nutr Health Aging* 8 (2004) 340-343.
 35. PASHLER H: Dual-task interference in simple tasks: data and theory. *Psychol Bull* 116 (1994) 220-244.
 36. PELLECCIA GL: Dual-task training reduces impact of cognitive task on postural sway. *J Mot Behav* 37 (2005) 239-246.
 37. PRINCE F, CORRIVEAU H, REJEAN H, WINTER DA: Gait in the elderly. *Gait Posture* 5 (1997) 128-135.
 38. ROYALL DR, LAUTERBACH EC, CUMMINGS JL, REEVE A, RUMMANS TA, KAUFER DI, LAFRANCE WC, JR., COFFEY CE: Executive control function: a review of its promise and challenges for clinical research. A report from the Committee on Research of the American Neuro-psychiatric Association. *J Neuropsychiatry Clin Neurosci* 14 (2002) 377-405.
 39. ROYALL DR, PALMER R, CHIDO LK, POLK MJ: Declining executive control in normal aging predicts change in functional status: the Freedom House Study. *J Am Geriatr Soc* 52 (2004) 346-352.
 40. RUBENSTEIN LZ: Falls in older people: epidemiology, risk factors and strategies for prevention. *Age Ageing* 35 Suppl 2 (2006) i37-ii41.
 41. SHAFFER SW, HARRISON AL: Aging of the somatosensory system: a translational perspective. *Phys Ther* 87 (2007) 193-207.
 42. SHULMAN KI: Clock-drawing: is it the ideal cognitive screening test? *Int J Geriatr Psychiatry* 15 (2000) 548-561.
 43. STEVENS JA, CORSO PS, FINKELSTEIN EA, MILLER TR: The costs of fatal and non-fatal falls among older adults. *Inj Prev* 12 (2006) 290-295.
 44. STÖCKLE U, LUCKE M, HAAS NP: Der Oberschenkelhalsbruch. *Deutsches Ärzteblatt* 102 (2005) A 3426-A 3434.
 45. TEASDALE N, SIMONEAU M: Attentional demands for postural control: the effects of aging and sensory reintegration. *Gait Posture* 14 (2001) 203-210.
 46. TERAU S, SOBUE G, HASHIZUME Y, LI M, INAGAKI T, MITSUMA T: Age-related changes in human spinal ventral horn cells with special reference to the loss of small neurons in the intermediate zone: a quantitative analysis. *Acta Neuropathol* 92 (1996) 109-114.
 47. THALMANN B, SPIEGEL R, STÄHELIN HB, BRUBACHER D, ERMINI-FÜNFSCHILLING D, BLÄSI S, MONSCH AU: Dementia screening in general practice: optimised scoring for the clock drawing test. *Brain Aging* 2 (2002) 36-43.

Korrespondenzadresse:

PD Dr. phil. Urs Granacher
 Institut für Sport und Sportwissenschaften
 Universität Basel
 Birsstr. 320 B
 4052 Basel
 Schweiz
 E-Mail: urs.granacher@unibas.ch