

**Pantomime des Objektgebrauchs mit taktilem Feedback
bei Patienten mit Apraxie**

Sophia Hentze

Abteilung für Neuropsychologie
Krankenhaus München Bogenhausen
Akademisches Lehrkrankenhaus der Technischen Universität München
(Chefarzt: apl. Prof. Dr. G. Goldenberg)

**Pantomime des Objektgebrauchs mit taktilem Feedback
bei Patienten mit Apraxie**

Sophia Hentze

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Medizin
der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen
Grades eines Doktors der Medizin genehmigten
Dissertation.

Vorsitzender: Univ.- Prof. Dr. D. Neumeier

Prüfer der Dissertation:

1. apl. Prof. Dr. G. Goldenberg
2. Univ.- Prof. Dr. B. Conrad
3. Univ.- Prof. Dr. J. Förstl

Die Dissertation wurde am 06.07.2004 bei der Technischen Universität München
eingereicht und durch die Fakultät für Medizin
am 17.11.2004 angenommen.

Inhaltsverzeichnis

	<u>Seite</u>
1 Einleitung	1
1.1 Apraxie	2
1.2 Pantomime des Objektgebrauchs	7
1.3 Für diese Arbeit relevante Studien	10
1.4 Eigene Fragestellung	16
2 Material und Methoden	18
2.1 Überblick	18
2.2 Versuchspersonen	19
2.3 Versuchsdurchführung	21
2.4 Bewertung der Pantomime	25
2.5 Angewendete statistische Verfahren	28
3 Ergebnisse	30
3.1 Leistungen aller Patienten in den Versuchsaufgaben	30
3.2 Leistungen einzelner Patienten in den Versuchsaufgaben	33
3.3 Items in den Versuchsaufgaben	40
3.4 Korrelationen zwischen den Versuchsaufgaben	41
4 Diskussion	43
5 Zusammenfassung	56
6 Literaturverzeichnis	57

Das menschliche Gehirn ist eine faszinierende und rätselhafte Konstruktion. Bei einem Gewicht von etwa 1400 g und einem Volumen von etwa 1250 cm³ hat es die Fähigkeit, unsere grundlegenden lebenswichtigen Systeme zu überwachen (...) und unsere Bewegungen zu steuern, Informationen über unsere Umwelt aufzunehmen und zu interpretieren (...). Es ermöglicht uns, Probleme zu lösen, die von rein praktischen bis hoch abstrakten reichen, mit unseren Mitmenschen durch die Sprache zu kommunizieren (...) und uns Dinge vorzustellen, die nie existiert haben, Liebe, Freude und Enttäuschung zu fühlen und ein Bewusstsein von uns selbst als Individuen zu haben. Das Gehirn kann nicht nur eine Vielfalt von Funktionen ausführen, sondern es kann sie auch mehr oder weniger gleichzeitig bewältigen. Wie dies erreicht wird, ist eine der schwierigsten und aufregendsten Fragen, denen sich die gegenwärtige Wissenschaft gegenüberstellt.

(Beaumont, 1987)

1 EINLEITUNG

Die Neuropsychologie hat sich zur Aufgabe gemacht, den Zusammenhang zwischen Gehirn und Verhalten zu erforschen. Damit hat sie sich vor eine große Herausforderung gestellt. Die Frage, wie das Gehirn die unzähligen Aufgaben, die es zeitgleich zu erfüllen hat, bewältigt und welcher Funktionen und Strukturen es sich dabei bedient, ist eine der schwierigsten und spannendsten überhaupt. Um Erkenntnisse über die Gehirnfunktionen zu gewinnen verfolgen die Neuropsychologen den wissenschaftlichen Ansatz, Verhalten und Fehlverhalten von Patienten mit Hirnschädigungen zu beobachten und daraus Modelle abzuleiten. Durch die Beobachtung von Funktionsverlusten nach Beschädigung des Gehirns werden Rückschlüsse auf Hirnfunktionen im gesunden Zustand gezogen. Das morphologische Korrelat einer Funktion im Gehirn wird bei diesem Forschungsansatz daran festgemacht, welche Gehirnstrukturen betroffen sind, wenn eine bestimmte Fähigkeit verloren gegangen ist.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit Modellen über Gehirnaktivitäten bei der Pantomime des Objektgebrauchs. Die Pantomime des Objektgebrauchs ist seit den Anfängen der neuropsychologischen Wissenschaft Gegenstand der Forschung über Hirnfunktionen. Nachdem seit Beginn des letzten Jahrhunderts wiederholt beobachtet wurde, dass Patienten mit linksseitigen Hirnschädigungen die Fähigkeit der Pantomime verloren hatten, wurden zahlreiche Studien über dieses Symptom angestellt und Hypothesen über Fähigkeiten und Funktionen der linken Hemisphäre abgeleitet. Auch für die vorliegende Arbeit wurden Patienten mit Hirnschädigungen in der linken Hemisphäre untersucht, die bei der Pantomime des Objektsgebrauchs beeinträchtigt waren.

Die eigenen Ergebnisse und Schlussfolgerungen daraus werden in den folgenden Ausführungen mit bereits bestehenden Studienergebnissen und Hypothesen verglichen.

1.1 Apraxie

Gestörte Pantomime des Objektgebrauchs ist ein häufig beobachtetes Phänomen bei Patienten mit linksseitigen Hirnschädigungen. Bei Beschreibungen in der heutigen Literatur wird das Symptom beeinträchtigte Pantomime immer im Zusammenhang mit der Diagnose Apraxie genannt. Es soll daher im folgenden näher auf den Begriff Apraxie eingegangen werden und erläutert werden, wie dieser Zusammenhang zustande kam.

Die Diagnose Apraxie

Im klinischen Alltag wird die Diagnose Apraxie nach Beobachtung des spontanen Verhaltens der Patienten und ihrer Leistungen in speziellen Untersuchungsanforderungen gestellt. Ein Patient wird als apraktisch bezeichnet, wenn er Auffälligkeiten bei der Benützung von Alltagsgegenständen zeigt, wenn er nicht in der Lage ist, auf Aufforderung vom Untersucher die Benützung eines Objektes oder eine bedeutungsvolle Geste zu demonstrieren oder bedeutungslose Gesten, die vom Untersucher vorgemacht werden, zu imitieren. Voraussetzung für die Diagnose Apraxie ist, dass sich die Ungeschicklichkeiten nicht durch eine motorische Beeinträchtigung erklären lassen und nicht auf eine Extremitätenseite beschränkt sind.

In der Literatur wird Apraxie allgemein als eine Störung definiert, deren Symptome sich in motorischen Fehlhandlungen äußern, die nicht durch ein motorisches Defizit erklärbar sind (11, 28, 30, 34, 36). Als geeignetes Diagnostikum werden dabei stets die oben genannten Fähigkeiten, Imitation, Pantomime und Objektgebrauch genannt. In zahlreichen Studien wurden Fehlhandlungen bei diesen Aufgaben hauptsächlich bei Patienten mit linksseitigen Hirnläsionen beobachtet (2, 5, 6, 8, 10, 16, 22, 32). Es wurde stets angenommen, dass diese Leistungseinschränkungen auf eine gemeinsame Grundstörung, die Apraxie, zurückzuführen sind, deren Ursache eine Schädigung der linken Hemisphäre ist. Allerdings konnte bis heute keine Übereinkunft gefunden werden, worin die Grundstörung besteht (9).

Der Begriff Apraxie ruft daher häufig Unsicherheiten hervor und der Wissensstand der Kliniker zu diesem Thema weist eine große Spannbreite auf. Zum Beispiel reichten die Antworten von Mitarbeitern (Ärzte und Therapeuten) der Abteilung für Neuropsychologie im Krankenhaus Bogenhausen auf die Frage „Was ist Apraxie?“ von „keine Ahnung“ und „fehlerhafter Werkzeuggebrauch“ über „Ungeschicklichkeit der Hände wenn die Parese fehlt“ bis zu „Unfähigkeit, Handlungen auszuführen“ und „Störung der motorischen Handlungsfolgen“. Alle Befragten stellen allerdings häufig selbst die Diagnose Apraxie an Patienten. Dies ist insofern zulässig, da nach allgemeiner Übereinkunft für die Diagnose Apraxie die Fähigkeiten Imitation, Pantomime und Objektbenützung getestet werden und jeder Patient mit Schwierigkeiten hierbei (wenn keine basale motorische Einschränkung als Erklärung hierfür vorliegt) als apraktisch bezeichnet wird.

Für die Diagnosenstellung im klinischen Alltag ist es somit nicht unbedingt nötig, sich mit dem Begriff Apraxie und seiner Bedeutung tiefgreifend auseinander zusetzen. So wird in der Praxis selten hinterfragt, warum gerade die Fähigkeiten Imitation, Pantomime und Objektgebrauch die Störung Apraxie definieren und ob ihre Beeinträchtigungen tatsächlich durch den Verlust einer einzigen bestimmten Hirnfunktion der linken Hemisphäre erklärbar sind. Beschäftigt man sich allerdings genauer mit diesem Thema findet man eine Erklärung dafür, warum die Diagnose Apraxie mit diesen Fähigkeiten verknüpft wird, in der Medizingeschichte.

Historischer Hintergrund

Die heute übliche Testung auf Vorliegen einer Apraxie anhand der Imitation von bedeutungslosen Gesten und der Produktion von bedeutungsvollen Gesten hat einen historischen Hintergrund.

Sie geht auf die Arbeit von H. Liepmann Anfang des 20. Jahrhunderts zurück. Liepmann untersuchte und beschrieb 1908 diese Fähigkeiten bei einem Patientenkollektiv aufgrund von theoretischen Überlegungen. Es existierten zwar seit Mitte des 19. Jahrhunderts erste Beschreibungen von einzelnen Patienten mit Schwierigkeiten bei pantomimischen Darstellungen (13, 14, 16, 30), aber Liepmann war der erste, der zu Studienzwecken

Pantomime und Imitation in einer Untersuchungssituation an Patienten testete. Er untersuchte bei 42 Patienten mit linksseitiger und 41 Patienten mit rechtsseitiger Hirnschädigung Pantomime und Imitation und fand bei 20 von den Patienten mit Läsionen in der linken Hemisphäre Fehlleistungen und Schwierigkeiten, aber keine Fehler oder Unsicherheiten bei Patienten mit rechtsseitigen Hirnläsionen (22, 23). Aus diesen und weiteren angestellten Beobachtungen leitete er ein Modell über Hirnfunktionen der linken Hemisphäre ab. Dieses Modell betraf die Handlungsplanung von Willkürbewegungen. Anhand dieses Modells wiederum leitete er die Diagnose Apraxie ab und klassifizierte die Störung in Untergruppen. Da die theoretischen Überlegungen Liepmanns den Begriff Apraxie und die heute noch angewendete Diagnostik prägten, wird im Folgenden das von ihm entworfene Modell über die Hierarchie der Handlungsplanung beschrieben.

Das Modell besagt, dass für die Planung einer Willkürbewegung im Gehirn drei Ebenen durchlaufen werden müssen. Störungen im Ablauf der Bewegungsplanung bezeichnete Liepmann als Apraxie und klassifizierte Untergruppen der Apraxie nach der jeweils betroffenen Ebene.

In der ersten, höchsten Stufe wird eine Vorstellung der Bewegung entworfen. Dieser Rohentwurf ist eine Leistung des gesamten Gehirns. Störungen des Handlungsentwurfs bezeichnete Liepmann als ideatorische Apraxie. In der zweiten Stufe wird der Handlungsentwurf in motorische Programme übersetzt. Dieser Schritt wird ausschließlich von der linken Hemisphäre ausgeführt. Probleme in dieser Ebene werden als motorische Apraxie oder ideo-kinetische Apraxie bezeichnet. Die Ausführung des motorischen Planes stellt die dritte, untergeordnete Stufe dar und erfolgt über fixe motorische Engramme, die in beiden Hemisphären gespeichert sind. Der Verlust der motorischen Engramme führt zur gliedkinetischen Apraxie, welche sich als einzige in einseitigen Symptomen (der jeweils gegenüberliegenden Seite) äußert.

Die Kernaussage von Liepmanns Modell ist, dass die Planung von Bewegungen in Teilschritten abläuft, in denen eine multimodale, nicht motorische Idee einer Bewegung in motorische Programme übersetzt wird. Diese Übersetzung von nicht motorischen in motorische Programme ist eine Funktion der linken Hemisphäre. Die Grundlage für diese

Theorie fand Liepmann in der Beobachtung, dass Fehler bei der Imitation von vorgemachten Bewegungen nur bei Patienten mit linksseitigen Hirnläsionen auftraten. Die theoretische Überlegung dahinter war, dass bei der Handlungsplanung für eine Imitation die erste Stufe, also der Handlungsentwurf, übersprungen werden kann, da er von außen vorgegeben wird. Liepmann folgerte, dass die Unfähigkeit, vorgemachte Bewegungen zu imitieren, bei diesen Patienten nur durch eine gestörte Umsetzung in motorische Konzepte erklärbar war, da der multimodale Bewegungsentwurf nicht benötigt wurde. Hieraus schloss Liepmann, dass Läsionen der linken Hemisphäre eine Störung in der Übersetzung von nicht motorischen Konzepten in motorische Programme, also eine motorische Apraxie hervorrufen.

Die Idee, dass mit der Imitation selektiv diese Übersetzungsfunktion der linken Hemisphäre geprüft werden kann, wird noch immer in Studien aufgegriffen und bildet die Grundlage für die heute übliche Diagnostik.

Diesem Modell folgend müssten alle Patienten mit linksseitigen Hirnschädigungen mit Schwierigkeiten bei der Imitation von bedeutungslosen Gesten genauso wenig in der Lage sein, bedeutungsvolle Gesten auf Aufforderung zu machen, da der gemeinsame Endweg der Handlungsplanung gestört ist. Die von Liepmann beobachteten 20 Patienten zeigten auch, wie erwartet, Defizite in beiden Aufgaben, sowohl in der Imitation als auch in der eigenständigen Produktion von bedeutungsvollen Gesten.

Klassifikationen der Apraxie

Die Voraussage Liepmanns, dass alle Patienten mit beeinträchtigter Imitation auch Schwierigkeiten bei pantomimischen Darstellungen haben, ließ sich in zahlreichen folgenden Studien allerdings nicht bestätigen. Zwar erwies sich auch in den folgenden Untersuchungen als konstant, dass ein großer Teil der Patienten mit linkshemisphärischen Läsionen Schwierigkeiten bei Pantomime und Imitation haben, allerdings traten die Symptome auch unabhängig voneinander auf und waren somit nicht zwangsläufig miteinander kombiniert. Es wurden sowohl Patienten beschrieben, die imitieren konnten, aber nicht zur Pantomime fähig waren, als auch umgekehrt (5, 8, 24, 29, 31, 32).

Diese Beobachtungen sprechen dagegen, beide Defizite als Symptome der gemeinsamen Grundstörung anzusehen, welche in dem Verlust der motorischen Übersetzungsfunktion bestehen soll, und folglich auch gegen die von Liepmann aufgestellten Klassifikationen der Apraxie. Trotzdem wird in der Neuropsychologie bis heute auf diese Klassifikation Bezug genommen. Die verschiedenen Wissenschaftler haben allerdings verschiedene Herangehensweisen an das Thema und variieren daher die Einteilungen der Apraxien. Daraus entstand eine verwirrende Vielfalt von Klassifikationen und Definitionen, die nebeneinander existieren. Manche nehmen die Symptomatik als Einteilungskriterium, andere den zugrunde liegenden Mechanismus, alle verwenden aber hierzu, wenn auch teilweise in abgewandelter Form, die von Liepmann festgelegten Begriffe der Apraxie-Klassifikationen. Diese Uneinheitlichkeit der Definitionen kann dem aufmerksamen Leser und Kliniker anfangs das Verständnis erschweren, was sich hinter dem Begriff Apraxie mit seinen Klassifikationen verbirgt. Obwohl auch heute noch verschiedene, an dieses Modell angelehnte Klassifikationen in der Literatur zu finden sind, so werden doch von einigen heutigen Wissenschaftlern die Einteilungen und Definitionen der Apraxie als überholt angesehen und darauf hingewiesen, dass eine Beschreibung der beobachteten Phänomene mehr wert ist als ihre Klassifikation (9, 18, 11).

Hiermit soll der Exkurs über die Apraxie und ihren Zusammenhang zur Pantomime des Objektgebrauchs beendet werden. Zusammenfassend sei gesagt, dass die Diagnose Apraxie durch Liepmanns Studien von Anfang des letzten Jahrhunderts geprägt ist und bei ihrer Anwendung immer auf dessen Theorien Bezug genommen wird. Daher ist der Begriff Apraxie immer mit Modellen der motorischen Programmierung, genauer, Modellen der Umsetzung von Bewegungsvorstellungen in motorische Programme, verbunden.

Im Folgenden wird beeinträchtigte Pantomime des Objektgebrauchs als eigenständiges Symptom betrachtet. Es sollen neben Liepmanns Apraxie Modell andere Erklärungsansätze über das Phänomen der gestörten Pantomime beleuchtet werden.

1.2 Die Pantomime des Objektgebrauchs

Nach Liepmanns ersten Untersuchungen 1908 folgten zahlreiche Studien über die Pantomime des Objektgebrauchs. Die jüngeren Studien replizierten Liepmanns Ergebnisse, Beeinträchtigungen der Pantomime treten gehäuft bei Patienten mit linksseitigen Hirnläsionen auf, aber nicht oder selten bei Patienten mit rechtsseitigen Schäden (1, 2, 5, 13, 16). Außerdem erwies sich ein weiteres, ebenso bereits von Liepmann beschriebenes Phänomen als konstant: Die meisten Patienten, die den Gebrauch eines Gegenstandes nicht pantomimisch darstellen können, sind trotzdem in der Lage diesen Gegenstand bei Aushändigung richtig anzuwenden (5, 10, 17, 35, 37). Die Forschenden gehen folglich davon aus, dass speziell bei der Pantomime eine Funktion, die nur die linke Hemisphäre leisten kann, gefordert ist. Es konnte aber bis heute keine Übereinstimmung darüber gefunden werden, was diese Funktion beinhaltet.

Bei den vielen angestellten Hypothesen lassen sich zwei Hauptgruppen von Erklärungsansätzen unterscheiden. Während die einen, Liepmanns Modell folgend, davon ausgehen, dass es sich um eine Funktion der Bewegungsprogrammierung handelt, halten die anderen von Bewegung unabhängige, kognitive Fähigkeiten als maßgeblich (5, 7, 13, 16, 29, 31, 37). Der Hauptunterschied der beiden Denkansätze basiert auf dem Vergleich zwischen Pantomime und realem Gebrauch. Gebrauch von Objekten und ihre pantomimische Darstellung weisen Gemeinsamkeiten und Unterschiede auf. Die Gemeinsamkeiten beider Aufgaben bestehen darin, dass Wissen über die Handhabung der Objekte Voraussetzung ist und die Bewegungen in beiden Fällen ähnlich sind. Dahingegen ist der Unterschied offenkundig, dass bei der Pantomime Bewegungen ohne sensorischen Input durch das Objekt ausgeführt werden müssen, während bei der Objektbenützung Information über die Objektbeschaffenheit und sensibler Feedback geboten wird. Bei der ersten Theorie (Bewegungsprogrammierung) wird auf die Ähnlichkeit der Bewegungen bei Pantomime und Gebrauch Bezug genommen (7, 35), die zweite Theorie (kognitive Prozesse) fokussiert hingegen auf die Unterschiede zwischen den Tätigkeiten (13, 15, 20).

Die Hypothese der benötigten kognitiven Prozesse postuliert, dass eine Pantomime durch das Fehlen des Objektes andere, zusätzliche Fähigkeiten nicht motorischer Art fordert, die beim realen Gebrauch nicht benötigt werden. Weiter wird gefolgert, dass für die Pantomime, als anders geartete Aufgabe, andere Hirnfunktionen zur Verarbeitung benötigt werden als bei der Anwendung der Objekte. Die Frage bei diesem Denkansatz besteht also darin, welche zusätzlichen kognitiven Prozesse für die Darstellung einer Pantomime gefordert sein könnten.

Im Gegensatz dazu geht die Theorie eines motorischen Programmierungsdefizites davon aus, dass bei der Pantomime das gleiche motorische Programm wie bei der realen Benützung abgerufen wird, nur in Abwesenheit des Objektes. Das würde bedeuten, dass bei Benützung und Gebrauch die gleichen motorischen Strukturen aktiviert werden müssen. Die sich hier anschließende Fragestellung lautet, wodurch bei dem Gebrauch eines Gegenstandes die Aktivierung dieser Bahnen ermöglicht wird, während in Abwesenheit von sensorischem Input keine Aktivierung erfolgen kann.

Liepmann selbst beantwortete diese Frage mit seiner aufgestellten Theorie über die Dominanz der linken Hemisphäre für motorische Programmierung. Er ging davon aus, dass Bewegungen ohne sensorischen Input anspruchsvoller und damit schwerer motorisch umsetzbar sind als Bewegungen unter sensorischem Feedback, letztendlich aber die gleichen motorischen Bahnen aktiviert werden. Liepmann kam zu dem Schluss, dass sich die Dominanz der motorischen Steuerungsfunktion der linken Hemisphäre erst bei höheren Anforderungen an die Bewegungsprogrammierung zeigt, während basale motorische Leistungen auch von der rechten Hemisphäre gesteuert werden können, wenn das Objekt unterstützend vorhanden ist.

Die Aussage Liepmanns, dass die Pantomime einer Objektbenützung durch das Fehlen von sensorischer Führung anspruchsvoller ist als der Gebrauch, wird im Allgemeinen nicht bezweifelt. Ebenso sehen die Vertreter beider Hauptgruppen die Schwierigkeit der Pantomime in der Abwesenheit von sensibler Zuleitung begründet. Der Unterschied zwischen den beiden theoretischen Erklärungsansätzen besteht in der Rolle, die der Abwesenheit von sensiblen Input dabei zugeschrieben wird. Während die Vertreter der kognitiven Hypothese davon ausgehen, dass durch Wegnahme des sensiblen Inputs eine andere Aufgabe mit anderen Anforderungen resultiert, sehen Liepmann und die Vertreter der motorischen Hypothese darin eine Steigerung der Schwierigkeit zweier an sich gleicher Aufgaben.

Wohingegen Liepmann keine Ausführungen darüber anstellte, ob der visuelle oder der taktile Input hierbei gleich bedeutend sind, wurde in moderneren Studien der Frage über modalitätsspezifische Unterschiede nachgegangen. Hierzu wurde in diesen Studien Pantomime unter verschiedenen Aufforderungsbedingungen untersucht, z.B. verbal, visuell durch Zeigen der Gegenstände oder taktil durch Berührung von Objekten. So wurde Pantomime mit sensorischem Feedback, eine Zwischenstufe zwischen Pantomime und realem Gebrauch getestet, um Erkenntnisse über den Einfluss des taktilen und visuellen Inputs auf die motorische Aktivierung von Bewegungen zu gewinnen.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit dem Einfluss von Input in der taktilen Modalität auf die Pantomime und auf die reale Objektbenützung.

Anlass, Überlegungen hierüber anzustellen, gaben drei neuere Studien, die erhebliche Verbesserungen der Pantomime feststellten, sobald den Patienten taktiler Input geboten wurde. Erstaunlicherweise zeigten sich in zwei der drei Studien auch dann bessere Leistungen, wenn der taktile Input unspezifisch war (in Form von Holzobjekten) und somit nicht sehr viel Information über das Objekt beinhaltete. Die Autoren schreiben anhand dieser Beobachtungen als Vertreter des motorischen Erklärungsansatzes dem taktilen Feedback an sich die entscheidende Rolle bei der Aktivierung der motorischen Programme für Bewegungen zu. In der vorliegenden Arbeit soll die Theorie der Bewegungsaktivierung durch taktilen Feedback und der Erklärungsansatz eines motorischen Programmierungsdefizites als Ursache für Schwierigkeiten bei pantomimischen Darstellungen analysiert werden. Besonderes Interesse wird dabei auf den Teilaspekt der Hypothese gelegt, der beinhaltet, dass bei der Anwendung von Objekten und der pantomimischen Darstellung davon die gleichen motorischen Programme aktiviert werden.

Vor der Auseinandersetzung mit dieser Thematik in der Diskussion werden im folgenden Kapitel die erwähnten drei Studien zum Einfluss des taktilen Feedbacks vorgestellt.

1.3 Für diese Arbeit relevante Studien

De Renzi et al., 1982

Die größte Studie über den Einfluss von sensorischem Feedback auf die Pantomime wurde in Italien von De Renzi, Faglioni und Sorgato durchgeführt (7). Sie untersuchten bei 150 Patienten mit linksseitiger Hirnschädigung und 70 Kontrollpersonen die Pantomime des Gebrauchs von 10 Objekten bei verbaler, visueller und taktiler Präsentation. Die verbale Aufforderung erfolgte ohne Präsenz von Gegenständen, die visuelle Aufforderung über das Zeigen der Objekte außer Reichweite für die Patienten und die taktile Aufforderung über Platzierung der Gebrauchsobjekte in der Hand der Versuchspersonen bei verbundenen Augen. Von den 150 Patienten fielen 64 in mindestens einer Präsentationsweise unter die geringste von den Kontrollpersonen erreichte Punktzahl. Durch dieses Ergebnis bestätigte sich wieder die Inzidenz von gestörter Pantomime bei linksseitiger Schädigung des Gehirns. Interessanterweise zeigten sich außerdem Unterschiede zwischen den verschiedenen Aufforderungsmodalitäten. Während 39 % der Patienten bei der verbalen Aufforderung und 34 % bei der visuellen Präsentation Schwierigkeiten hatten, fielen nur 21 % der Patienten in der taktilen Bedingung unter den cutting score.

Insgesamt betrachtet konnten die Patienten außerdem unter taktiler Führung die Pantomime besser darstellen und erreichten höhere Punktzahlen als in den beiden anderen Bedingungen. (Taktile vs. Verbal : $\chi^2 = 30.55$, $p < 0.001$; Taktile vs. Visuell : $\chi^2 = 19.56$, $p < 0.001$). Die Bedingungen Visuell und Verbal zeigten hingegen keinen qualitativen Unterschied (Verbal vs. Visuell: $\chi^2 = 3.65$, $p = n.s.$). Weiter wurden die individuellen Patientenleistungen in den verschiedenen Modalitäten miteinander verglichen. Von den 64 beeinträchtigten Patienten hatten 23 (36 %) in einer Bedingung größere Schwierigkeiten als in einer oder beiden anderen Bedingungen (bei einem festgelegten Signifikanzniveau von 5 Punkten Differenz zwischen den Bedingungen). Davon waren 14 Patienten (22 %) besonders schlecht bei verbaler Präsentation, 14 (22 %) bei visueller Präsentation, aber nur 2 Patienten (3 %) bei taktiler Darbietung. (Anmerkung: Da manche Patienten in einer, manche in zwei Modalitäten signifikant schlechter

waren, übersteigt die Summe der pro Modalität angegeben Patienten die Gesamtsumme der Patienten mit unterschiedlichen Leistungen). Zusammengefasst war zwar die Pantomime bei der Großzahl (64 %) der Patienten in allen Bedingungen gleichermaßen beeinträchtigt, allerdings zeigte auch ein Teil (36 %) der Patienten Leistungsunterschiede, je nachdem, auf welche Weise die Aufgabe präsentiert wurde.

Diese Beobachtung war für die Autoren das Hauptergebnis der Studie. Sie zeigten mit dieser Untersuchung, dass bei apraktischen Patienten die gleichen Bewegungen je nach Modalität des sensorischen Inputs unterschiedlich gut ausgeführt werden können. Aus diesem Ergebnis leiteten sie die Hypothese ab, dass Apraxie der Pantomime durch eine Diskonnektion zwischen den informationsverarbeitenden Bahnen und den motorischen Programmierungszentren hervorgerufen wird und je nach Lokalisation der Schädigung einzelne Modalitäten betroffen sein können. Zur Entwicklung dieser Hypothese kam vor allem den Beobachtungen in der taktilen Modalität besondere Bedeutung zu. De Renzi und Mitarbeiter hielten die Verschlechterung der zwei einzelnen Patienten unter taktiler Triggerung, in Anbetracht der besseren Leistungen der anderen Patienten, für besonders aussagekräftig, denn sie hatten bis zu einem gewissen Grad bessere Leistungen in der taktilen Bedingung erwartet. Die taktile Aufgabenstellung hielten sie für die Leichteste der dreien, da sie hierin die größte Ähnlichkeit zum realen Gebrauch sahen und davon ausgingen, dass durch die größere Vertrautheit die Aktivierung der Bewegung vereinfacht wurde. Sie schreiben der Darbietung des natürlichen Kontextes in der taktilen Modalität dabei die wichtigere Rolle zu als der visuellen. De Renzi argumentiert, dass bei der realen Anwendung von Objekten der taktile Input im Gegensatz zum visuellen permanent geboten wird und daher für die Vertrautheit einer Bewegung die größere Bedeutung spielt. Demnach überraschte die Autoren nicht die Tatsache, dass die Patienten in der taktilen Bedingung besser waren, sondern vielmehr das Ausmaß der Verbesserung im Vergleich zu den Leistungen in den anderen Bedingungen. Insgesamt 7 Patienten erzielten in der taktilen Modalität 10 Punkte mehr, als in der visuellen Präsentation bei einer Maximalpunktzahl von 20 Punkten. Auf der anderen Seite wurde die Pantomime von 2 einzelnen Patienten in der taktilen Bedingung deutlich schlechter. Genau in dieser Leistungsdissoziation sahen de Renzi und Mitarbeiter den bedeutendsten Hinweis auf modalitätsspezifische Unterschiede bei der Evozierung von gleichen Bewegungen.

Sie erklärten sich die Leistungsdefizite in der taktilen wie auch den anderen Modalitäten durch eine Diskonnektion zwischen der sensorischen Bahn dieser Modalität und dem bewegungsprogrammierenden Zentrum, bzw. erhaltene Fähigkeiten durch intakte Verbindungen zwischen informationsverarbeitenden Bahnen und motorischen Aktionszentren.

Im Gegensatz zu den im Folgenden beschriebenen Studien untersuchten de Renzi und Mitarbeiter nicht den wirklichen Gebrauch der Objekte bei den Patienten. De Renzi führt statt dessen theoretisch an, dass der größte Unterschied zwischen Pantomime und Gebrauch in der unterschiedlichen Schwierigkeit der Aufgabenstellung zu sehen ist (5). Die Schwierigkeit einer Pantomime besteht hauptsächlich in dem Mangel an sensorischer Führung, da Bewegungen ohne sensiblen Feedback weniger vertraut sind als Bewegungen an Objekten. An Liepmann angelehnt sieht de Renzi bei der ungewohnten Bewegung einer Pantomime viel höhere Anforderungen an die motorische Aktivierung, als dies bei bekannten Handlungen an realen Objekten und mit realer Motivation der Fall ist. Wie oben bereits angeführt, spielt nach de Renzi vor allem der taktile Input für die Vertrautheit der Bewegung eine große Rolle und stellt somit per se eine Erleichterung für motorische Programmierung dar.

Die Hauptaussagen dieser Studie lassen sich demnach wie folgt zusammenfassen: Die Leistungsdissoziationen der Pantomime in den einzelnen Modalitäten erklären sich durch isolierte Diskonnektion modalitätsspezifischer sensorischer Zuleitung von einem gemeinsamen Bewegungsaktivierungszentrum. Die insgesamt besseren Leistungen der Patienten in der taktilen, im Gegensatz zur visuellen Modalität, liegen in der größeren Ähnlichkeit der Aufgabe zum realen Gebrauch begründet.

Wada et al., 1999

Im Gegensatz zu de Renzi sehen die japanischen Forscher Wada und Mitarbeiter den Unterschied zwischen Pantomime und Objektgebrauch nicht in der Erleichterung durch gegebenen Kontext beim Gebrauch, sondern im vorhandenen bzw. nicht vorhandenen modalitätsspezifischen Input alleine begründet. Ihre Untersuchung von Patienten mit beeinträchtigter Pantomime und intakter Objektbenützung zielte darauf ab, herauszufinden, welche von den Objekten gebotene sensorische Hilfe zur Bewegungsaktivierung bei realem Gebrauch befähigt (37). Sie testeten hierzu bei 9 Patienten den realen Gebrauch der Objekte, die freie Pantomime vor und nach der Objektbenützung und die Pantomime mit visueller Information, einmal durch Präsentation des Objektes und einmal durch Vorführung der Pantomime durch den Untersucher. Außerdem untersuchten sie, allerdings nur bei 4 der 9 Patienten, die Pantomime unter taktilem Feedback. Das besondere daran war, dass den Patienten anstatt den echten Objekten nur ein Holzstück als sensorische Stütze geboten wurde.

Alle 9 Patienten zeigten nahezu uneingeschränkte Leistung bei dem tatsächlichen Gebrauch der Objekte, aber deutliche Beeinträchtigungen bei der Pantomime unter verbaler Aufforderung. Visuelle Information zeigte keinen Verbesserungseffekt im Vergleich zur rein verbalen Aufforderung, wenn das präsentierte Objekt nicht berührt werden durfte. Ebenso half es nicht, wenn unmittelbar vorher das gleiche Objekt benutzt wurde oder die richtige Bewegung vom Untersucher vorgemacht wurde. Das bemerkenswerteste Ergebnis war allerdings, dass alle 4 Patienten deutlich ihre Leistungen verbesserten, sogar annähernd Maximalpunktzahl erreichten, wenn sie das Holzstück als taktile Stütze in der Hand hielten.

Die Autoren leiten aus diesen Beobachtungen folgende Schlussfolgerungen ab: Visuelle Information alleine stellt keinen wesentlichen Faktor zur Erleichterung von Bewegungsplanung dar. Nur taktile Input befähigt die Patienten zur geforderten Bewegung. Dieser taktile Input muss nicht spezifisch sein. Folglich stellt der durch das Objekt gebotene unspezifische taktile Feedback den wesentlichen Faktor zur Bewegungsrealisierung beim realen Gebrauch dar.

Als Erklärungsmodell hierfür schlagen Wada und Mitarbeiter eine unbewusste, taktil auslösbare motorische Bahnung vor, die nur bei Verfügbarkeit von taktilem Input als Programmierungsweg zur Verfügung steht. Dieser motorische Aktivierungsweg ist durch unspezifische taktile Reize auslösbar, läuft unbewusst ab und stellt eine Alternative zur bewussten Bewegungsplanung dar. Demzufolge stehen bei dem Gebrauch von Objekten zwei Programmierungswege für Bewegungen zur Verfügung: Ein bewusst wahrgenommener, kognitiv geplanter, und ein unbewusster über eine direkte, taktil auslösbare Aktivierungsschleife. Bei der Pantomime hingegen ist Bewegungsprogrammierung nur über eine Alternative, die kognitive Planung möglich, da der taktile Feedback nicht vorhanden ist. Folglich würde eine isolierte Schädigung der bei der bewussten Planung involvierten Strukturen eine Beeinträchtigung der Pantomime hervorrufen, den realen Gebrauch der Objekte aber unbeeinträchtigt lassen, da hierfür der zweite Weg, die taktil-motorische Aktivierungsschleife zur Verfügung stünde. Eben diese Konstellation nahmen Wada und Mitarbeiter bei den von ihnen untersuchten Patienten mit beeinträchtigter Pantomime bei unbeeinträchtigtem Objektgebrauch an.

Zusammengefasst vermuten Wada et al. eine direkte taktile Route zu einem Aktivierungszentrum für Bewegungen. Der taktile Feedback an sich ermöglicht somit bei realem Objektgebrauch (ebenso bei einer Pantomime mit Holzobjekt) eine unbewusste, rein taktil-motorische Bewegungsaktivierung.

Graham et al., 1999

Im selben Jahr wie Wada veröffentlichten Graham et al. aus England eine Einzelfallstudie eines an corticobasaler Degeneration erkrankten Patienten mit Apraxie für Pantomime und intakter Objektbenützung (17). Die Autoren untersuchten bei diesem Patienten Gebrauch und Pantomime unter verschiedenen Aufforderungsmodalitäten mit der gleichen Fragestellung wie auch Wada, durch welchen sensorischen Einfluss die passende Bewegung am Objekt abgerufen werden kann. Ebenso wie in der japanischen Studie schien bei diesem Patienten der taktile Input die wichtigste Rolle zu spielen, analog erschien auch hier die visuelle Information eher

unbedeutend. Auch die Versuchsanordnungen waren in beiden Studien ähnlich. Die Testbatterie von Graham et al. beinhaltete Pantomime mit verbaler Aufforderung, Pantomime mit visueller Aufforderung durch ein Bild des Objektes, Pantomime bei sichtbarem Objekt vor und nach der wirklichen Benützung des Objektes und die Imitation der vom Untersucher vorgeführten Pantomime. Weiter wurde ebenso Pantomime mit taktilem Input ohne visuelle Information getestet, zum einen dargeboten durch die echten Objekte (bei verbundenen Augen) und zum anderen durch neutrale Objekte verschiedener Formen (Kugel, Quader, etc.). Wie oben bereits erwähnt war der Patient in der Lage, die Objekte richtig zu benützen, versagte aber bei der Aufgabe, die pantomimische Bewegung vorzuführen. Die Wegnahme von visueller Information bei der Testung mit verbundenen Augen schränkte den Patienten nicht stark in der Manipulation mit den echten Objekten ein. Die visuelle Darbietung der Objekte, der Bilder oder das Vormachen der Bewegung durch den Untersucher half wiederum nicht bei der Pantomime. Dahingegen konnte der Patient von unspezifischem taktilen Feedback profitieren. Die Verbesserung der Pantomime mit den neutralen Objekten im Gegensatz zur freien Pantomime war statistisch signifikant ($p = 0.03$). In ähnlicher Weise wie in der zuvor erörterten Studie schlussfolgern die Autoren, dass der taktile Feedback den größten Einfluss auf die Bewegungsplanung bei der Benützung von Objekten hatte, der visuelle Input dagegen eher eine untergeordnete Rolle spielte. Hierbei halten Graham et al. ebenso wie die Japaner weniger die sensorische Information als die rein mechanische Unterstützung für entscheidend. Den Hinweis hierauf fanden sie darin, dass dem Patienten unmittelbar nach der realen Objektbenützung die richtige Bewegung nicht mehr möglich war, sobald ihm der Gegenstand aus der Hand genommen wurde. Wenn die taktile Information an sich hilfreich wäre, müsste dem Patienten die Pantomime nach Berühren des Objektes leichter fallen. Da dies nicht der Fall war, schlussfolgern die Autoren, ist der taktile Input nur dann hilfreich, wenn er kontinuierlich während der Bewegung vorhanden ist. Außerdem hatte sich gezeigt, dass der Patient auch von unspezifischer taktiler Stütze profitieren konnte, wenn sie bei der Bewegung dauerhaft geboten wird. Graham und Kollegen erklären die beobachteten Phänomene in gleicher Weise wie Wada und auch wie de Renzi mit einer taktilen Route zu einem gemeinsamen Motoprogrammierungszentrum, die im Fall dieses Patienten selektiv erhalten geblieben ist. Die Engländer sehen allerdings nicht, wie Wada, in der modalitätsspezifischen taktilen Route den

einzig bedeutenden Mechanismus für die erfolgreiche Benützung von Objekten. Sie vermuten eher, wie De Renzi, dass bei der realen Benützung der durch das Objekt gebotene Kontext eine Erleichterung für die Bewegungsausführung bewirkt. Weiter nehmen sie ebenso an, dass taktiler Feedback bei einer Pantomime die Bewegung vertrauter und dadurch einfacher macht, zumal es sich bei der Pantomime des Objektgebrauchs um Bewegungen handelt, die normalerweise ausschließlich unter taktilem Feedback ausgeführt werden.

Zusammengefasst bewerten Graham und Kollegen ihre Einzelfallstudie folgendermaßen: Bei der realen Objektbenützung profitierte der Patient vor allem durch den von den Objekten gebotenen Kontext. Durch die Darbietung von taktilem Feedback wurden dem Patienten die geforderten Bewegungen vertrauter und dadurch leichter auszuführen. Die Darbietung von Kontext in anderen Modalitäten war bei der Pantomime nicht hilfreich. Dies lässt sich dadurch erklären, dass bei diesem Patienten selektiv die Zuleitung der taktilen Modalität zu einem motorischen Zentrum erhalten war.

1.4 Eigene Fragestellung

Die Fragestellung der vorliegenden Arbeit besteht darin ob, wie in den eben ausgeführten Studien vorgeschlagen, Defizite bei der Pantomime des Objektgebrauchs hauptsächlich durch den Mangel des taktilen Feedbacks erklärbar sind. Der Hintergrund, Überlegungen hierüber anzustellen, ist das häufig beobachtete Phänomen, dass Patienten mit Schwierigkeiten bei der Pantomime die meisten Objekte bei Aushändigung richtig anwenden können. Die Tatsache, dass beeinträchtigte Pantomime fast ausschließlich bei Patienten mit linksseitigen Hirnschädigungen beobachtet wird, lässt vermuten, dass bei dieser Aufgabe Fähigkeiten des Gehirns gefordert werden, welche von der Intaktheit der linken Hemisphäre abhängig sind. Zur Annäherung an die Frage, um welche Funktionen es sich dabei handeln könnte, werden die Pantomime des Objektgebrauchs und der tatsächliche Gebrauch von Objekten miteinander verglichen.

Die Autoren der im vorhergehenden Kapitel beschriebenen Studien gingen davon aus, dass der wesentliche Unterschied zwischen dem Gebrauch von Objekten und dessen Pantomime im Vorhandensein bzw. nicht Vorhandensein von taktilem Feedback begründet liegt, beide Aufgabenstellungen aber an sich gleich sind. Zu der Annahme kamen sie dadurch, dass den von ihnen untersuchten Patienten die Pantomime, sobald taktile Feedback geboten wurde, fast genauso leicht fiel wie der tatsächliche Gebrauch. Die Autoren schlagen zwei verschiedene Mechanismen vor, durch welche die Verbesserung der Pantomime durch Verfügbarkeit des taktilen Feedbacks zustande kommen könnte. Der eine ist eine direkte Zuleitung von taktilen Stimuli zu einem motorischen Aktivierungszentrum, der andere eine Erleichterung der motorischen Programmierung durch größere Vertrautheit der Situation, wobei dem taktilen Input hierbei die bedeutendere Rolle zugeschrieben wird als dem visuellen. Auch wenn diese beiden Erklärungsansätze verschieden sind, stimmen sie in der Annahme überein, dass bei der Pantomime und bei der tatsächlichen Benützung die gleichen motorischen Bahnen aktiviert werden. Bei dieser Voraussetzung bestünde die von der linken Hemisphäre geforderte Leistung im Wesentlichen in einer motorischen Kontrolle und die Schwierigkeit einer Pantomime in der Programmierung von Bewegungen ohne taktile Unterstützung.

In der vorliegenden Arbeit sollen diese Hypothesen über die Rolle des taktilen Feedbacks bei realem Gebrauch und bei der Pantomime diskutiert werden. Dazu wurde in einer eigenen Untersuchung bei 9 Patienten mit Apraxie analog zu den angeführten Studien der Objektgebrauch, die Pantomime und Pantomime mit taktilem Feedback in Form von Holzstücken getestet. Wenn der durch das Objekt gebotene taktile Feedback hauptsächlich für die erfolgreiche Anwendung verantwortlich wäre, würde man bessere Leistungen sowohl beim Gebrauch als auch bei der Pantomime mit neutralen Holzobjekten erwarten, ebenso wie dies in den drei ausgeführten Studien der Fall war.

Das Thema der vorliegenden Arbeit lautet somit:

Pantomime des Objektgebrauchs mit taktilem Feedback bei Patienten mit Apraxie.

2 MATERIAL UND METHODEN

2.1 Überblick

Der Versuchsaufbau der Untersuchung war darauf ausgelegt, zu überprüfen, ob sich die Leistung von Patienten mit Schwierigkeiten bei der Pantomime des Objektgebrauchs durch eine unspezifische taktile Unterstützung verbessert.

9 Patienten mit linksseitiger Hirnschädigung und beeinträchtigter Pantomime sollten mit der linken Hand die Pantomime des Objektgebrauchs von 12 gängigen Alltagsgegenständen einmal mit und einmal ohne einem neutralen Objekt aus Holz darstellen. Außerdem sollten die Patienten die wirkliche Benützung der gleichen Gegenstände demonstrieren.

Für die Pantomime mit der taktilen Unterstützung wurden verschiedene einfache Holzobjekte verwendet. Die Holzobjekte (Zylinder, Halbkugel und dünne Plättchen) entsprachen in Größe und Form in etwa den Gegenständen oder den Teilen der Gegenstände, die bei der Benützung in der Hand liegen.

Die Patienten sollten das jeweils zum Gegenstand passende neutrale Objekt in die Hand nehmen und damit den Gebrauch des Gegenstandes demonstrieren, als wäre das Holzstück der Gegenstand. Die Holzobjekte boten somit einen taktilen Feedback, der ähnlich der dem wirklichen Gegenstand war, aber keine visuelle oder spezifische taktile Information.

Die Beurteilung der Pantomime erfolgte anhand eines Punkteschemas, bei dem das Vorhandensein von festgelegten Merkmalen bewertet wurde.

In den folgenden Kapiteln wird detailliert auf die Versuchspersonen, den Versuchsablauf und das Bewertungsschema sowie auf die angewendeten statistischen Verfahren eingegangen.

2.2 Versuchspersonen

Für diese Arbeit wurden insgesamt 9 Patienten mit erworbenen Hirnschädigungen untersucht. Das Patientenkollektiv wurde anhand der radiologischen Bildgebung der Hirnschädigungen und einer Voruntersuchung zusammengestellt.

Die Auswahl der Patienten erfolgte nach zwei Kriterien:

Erstens durfte die Hirnschädigung ausschließlich in der linken Hemisphäre lokalisiert sein.

Zweitens sollten die Patienten bei der Pantomime des Objektgebrauchs Auffälligkeiten zeigen.

Alter, Geschlechterverteilung und Händigkeit

Unter den 9 Patienten befanden sich 3 Frauen und 6 Männer. Das Alter lag zwischen 31 und 77 Jahren, im Mittel betrug es 54 Jahre.

Die Händigkeit wurde anhand eines Fragebogens von Salmaso und Longoni festgestellt (33).

Alle untersuchten Patienten waren Rechtshänder.

Ätiologie, Lokalisation und Zeitpunkt der Hirnschädigungen

Die Hirnschädigungen aller Patienten betrafen ausschließlich die linke Hemisphäre. Bei zwei der Patienten war die Ursache der Hirngewebsschädigung eine Blutung, bei den anderen 7 Patienten ein ischämischer Insult. Für die Beschreibung der Lokalisation der Läsionen innerhalb der linken Hemisphäre wurden standardisierte Templates verwendet (4). Hiermit werden die Gewebsschädigungen anhand des CCT-bzw. MRT- Bildes mit einem standardisiertem Raster nach Zugehörigkeit zu den Gehirnlappen (Frontal, Temporal, Parietal und Occipital) eingeteilt.

Die Dauer zwischen der Hirnschädigung und der Untersuchung lag bei 8 Patienten im Durchschnitt bei 3.1 Monaten, ein Patient wurde 15.0 Monate nach Eintreten der Läsion untersucht.

Sprachliche Leistungen

Alle Patienten hatten eine Aphasie. Die Klassifikation erfolgte mit dem Aachener Aphasie Test (19). Dieser ergab bei 6 Patienten eine Globale Aphasie und bei einem eine Transkortikale Aphasie. Bei zwei weiteren Patienten war die Aphasie nicht klassifizierbar.

In der Tabelle 1 werden die klinischen Daten der Patienten zusammengefasst.

Das Sprachverständnis und der Token Test sind Untertests des Aachener Aphasie Tests und werden hier als Prozentrang angegeben.

Tabelle 1

Klinische Daten der Patienten

(F = Frontal, T = Temporal, P = Parietal, O = Occipital, AAT = Aachener Aphasie Test, n. k. = nicht klassifizierbar, n. t. = nicht testbar)

Patient (Nr.)	Geschlecht	Alter (Jahre)	Äthiologie der Hirnschädigung	Monate zwischen Läsion und Testung	Lokalisation der Hirnschädigung	Aphasie Klassifikation (AAT)	Sprachverständnis (AAT)	Token Test (AAT)
1	W	45	Ischämie	3,2	F, T, P	Global	47	5
2	M	60	Ischämie	4,0	F, T, P	Global	13	13
3	M	56	Blutung	15,0	F, P	Transkortikal	37	70
4	M	37	Ischämie	4,5	F, T, O	n. k.	43	2
5	M	76	Ischämie	2,2	T, P, O	Global	23	24
6	W	77	Blutung	3,3	F, P	Global	39	50
7	M	50	Ischämie	1,8	F, T, P, O	Global	n. t.	n. t.
8	M	54	Ischämie	2,3	F, T, P	Global	4	7
9	W	31	Ischämie	3,2	F, T, P, O	n. k.	18	10

2.3 Versuchsdurchführung

Die Untersuchungen fanden während des stationären Aufenthaltes der Patienten in der Abteilung für Neuropsychologie des Krankenhauses Bogenhausen der Stadt München im Frühjahr und Sommer 2003 statt. Die Aufgabenstellung beinhaltete die Pantomime des Objektgebrauchs von 12 Alltagsgegenständen mit freier Hand, sowie mit einem Holzobjekt in der Hand, und die Benützung der gleichen Gegenstände.

Bei allen Aufgaben durfte ausschließlich die linke Hand verwendet werden.

Im Schnitt dauerte die komplette Testung eines Patienten etwa 40 Minuten.

Die Untersuchung wurde für die spätere Auswertung auf Video aufgezeichnet.

Test-Items

In der Untersuchung wurde die pantomimische Darstellung und die tatsächliche Anwendung von Objekten bei 12 Alltagstätigkeiten gefordert:

- (1) aus einem Glas trinken
- (2) einen Apfel essen
- (3) eine Glühbirne einschrauben
- (4) mit einem Schlüssel ein Schloss aufsperrn
- (5) sich mit einem Kamm die Haare kämmen
- (6) mit einem Schraubenzieher eine Schraube eindrehen
- (7) mit einem Hammer einen Nagel einschlagen
- (8) mit einer Säge sägen
- (9) mit einem Bügeleisen bügeln
- (10) eine Zitrone auspressen
- (11) mit einem Bleistift schreiben
- (12) mit einem Löffel Kaffee umrühren

Verwendete Holzobjekte

Die Holzobjekte sollten folgende Funktion erfüllen: Sie sollten einen den realen Gegenständen ähnlichen taktilen Feedback bieten, aber keine weitere Information über die Beschaffenheit der Objekte. Die Patienten nahmen die Holzobjekte anstelle des wirklichen Gegenstandes in die Hand und demonstrierten damit den Gebrauch des Gegenstandes. Die Holzobjekte wurden somit als Ersatz für die realen Gegenstände eingesetzt, wobei der Ersatz ausschließlich in taktilen Feedback ohne spezifische taktile oder visuelle Information bestand.

Es wurden insgesamt sechs verschiedene Holzobjekte verwendet.

Die Größe und Form der Objekte entsprachen in etwa den realen Gegenständen bzw. dem Teil der Gegenstände, der bei der Benützung berührt wird (z.B. Hammergriff). Da bei mehreren Items die Form bzw. die Griffform ähnlich waren, wurden für mehrere Items dieselben Holzobjekte benützt. Im Einzelnen handelte es sich dabei um: Eine Halbkugel (für die Items Glühbirne, Apfel und Zitrone), einen Stab (für die Items Löffel und Bleistift), einen schmalen Zylinder (für die Items Schraubenzieher, Hammer, Säge und Bügeleisen), einen breiten Zylinder (für das Item Glas), ein längliches Plättchen (für das Item Kamm) und ein rundes Plättchen (für das Item Schlüssel). Die Abbildung 1 soll verdeutlichen, wie die Holzobjekte während der Untersuchung eingesetzt wurden. Die genauen Größenangaben (in cm) der einzelnen Holzobjekte finden sich in der Tabelle 2.

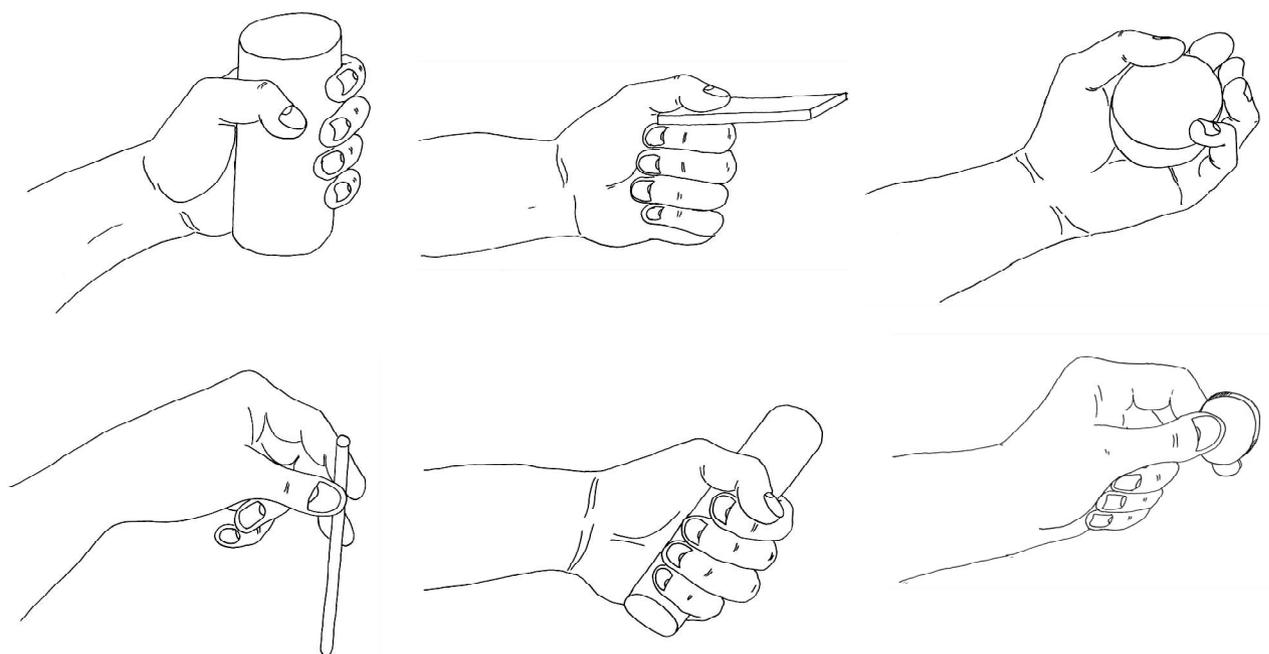


Abbildung 1

Anwendung der Holzobjekte bei der Pantomime mit taktilen Feedback

Tabelle 2
Form und Größe der Holzobjekte

Holzobjekt (Form)	Verwendung (Item)	Größe (Angabe in cm)
Zylinder breit	Glas	Länge: 10 cm Durchmesser: 6 cm
Zylinder schmal	Schraubenzieher Hammer Säge Bügeleisen	Länge: 10 cm Durchmesser: 3 cm
Stab	Bleistift Löffel	Länge: 10 cm Durchmesser: 0,5 cm
Halbkugel	Apfel Glühbirne Zitrone	Durchmesser: 7 cm
Plättchen rund	Schlüssel	Durchmesser: 2,5 cm Höhe: 0,5 cm
Plättchen länglich	Kamm	Länge: 10 cm Breite: 3 cm Tiefe: 0,5 cm

Versuchsablauf

Die Untersuchung teilte sich auf in 4 Blöcke. In jedem Block sollte die Pantomime (bzw. der Gebrauch) aller 12 Items zu je unterschiedlichen Bedingungen vorgeführt werden. In allen Bedingungen war nur die linke Hand erlaubt. Die 4 verschiedenen Bedingungen waren:

- (1) Pantomime mit freier Hand (später genannt Bedingung „Freie Pantomime“)
- (2) Pantomime mit Holzobjekt in der Hand (Bedingung „Taktile Pantomime“)
- (3) Realer Objektgebrauch (Bedingung „Gebrauch“) und
- (4) Wiederholung der freien Pantomime nach Gebrauch (Bedingung „Freie Pantomime 2“).

Die zweite freie Pantomime wurde getestet, um mögliche Verbesserungen durch Wiedererkennen der Items durch Wiederholung oder die vorherige reale Anwendung zu erfassen. Um einen Lerneffekt zwischen den Bedingungen „Freie Pantomime“ und „taktile Pantomime“ für das Gesamtergebnis möglichst gering zu halten, wurden zwei Maßnahmen ergriffen: Erstens wurden die Blöcke der freien Pantomime und der taktilen Pantomime unterteilt und nach einem A-B-A Schema durchgeführt, zweitens wurde die Reihenfolge der beiden geteilten Untersuchungsblöcke bei den einzelnen Patienten variiert. Bei der Hälfte der Patienten wurde mit der Bedingung „Freie Pantomime“ begonnen und bei der anderen Hälfte mit der Bedingung „Taktile Pantomime“. Das bedeutet, die ganze Versuchsanordnung lautete bei der einen Hälfte der Patienten:

Freie Pantomime – Taktile Pantomime – Freie Pantomime – Gebrauch – Freie Pantomime 2,
bei der anderen Hälfte:

Taktile Pantomime – Freie Pantomime – Taktile Pantomime – Gebrauch – Freie Pantomime 2

Die Anweisung zur Pantomime erfolgte bei jedem Item auf die gleiche Weise:

Die Untersucherin zeigte gleichzeitig mit der mündlichen Aufforderung kurz ein Foto des Gegenstandes. In der mündlichen Aufforderung benannte sie den Gegenstand und die zugehörige Tätigkeit. Ein Beispiel: „Können Sie mir zeigen, wie man mit einer Säge sägt?“ Vor Beginn der Pantomime wurde das Foto wieder verdeckt.

Für die Pantomime mit dem Holzobjekt wurde das zum Item passende Holzstück vor den Probanden auf den Tisch gestellt. Die Instruktion lautete dann z.B.: „Können Sie mir *damit* zeigen, wie man mit einer Säge sägt?“ Bei der Benützung der realen Gegenstände wurde kein Foto gezeigt, sondern es wurde gleichzeitig mit der verbalen Aufforderung der Gegenstand ggf. mit Gegenstück (z.B. Hammer und Nagel) vor den Probanden auf den Tisch gelegt.

Die Fotos der Gegenstände dienten zur Verständnissicherung bei aphasischen Patienten. Anhand eines Test-Items (Gießkanne) wurde vor Beginn der zu bewerteten Testung überprüft, ob der Proband die Instruktion verstanden hatte.

2.4 Bewertung der Pantomime

Die Auswertung der Patientenleistungen erfolgte anhand der Videoaufnahme der Untersuchung mit einem Bewertungsbogen. Dieser Bewertungsbogen wurde von Goldenberg et al. zur Beurteilung von Pantomime entwickelt (13). Es handelt sich dabei um ein Punkteschema, bei dem die Pantomime nach dem Vorhandensein von festgelegten Kriterien bewertet wird. Diese Kriterien sind Bewegungsmerkmale, die eine Pantomime erkennbar machen. Pro Item sind auf dem Bogen zwei bis drei Merkmale aufgelistet. Ein Merkmal kennzeichnet jeweils die Bewegung der Hand, ein weiteres Merkmal die Darstellung des Handgriffs (Sphärischer Griff, Spitzgriff, Zylindergriff und Lateralgriff). Das dritte Merkmal bezieht sich auf die Ausrichtung der Bewegung und des Handgriffs im Raum. Für jedes vom Patienten dargebotene Merkmal wird ein Punkt vergeben, die Summe aller erreichten Punkte ergibt den Gesamt-Score.

Bei manchen Items beinhaltet das Merkmal Bewegung bereits die Ausrichtung im Raum (z. B. wird bei dem Item „Sägen“ als Merkmal der Bewegung eine großamplitudige Vor- und Zurückbewegung in Sagitalebene gefordert). Die Ausrichtung im Raum stellt bei diesen Items somit kein eigenes Merkmal dar und wird nicht separat mit einem Punkt bewertet.

Der Bewertungsbogen ist im Folgenden dargestellt (Abb. 2).

Abbildung 2

Bewertungsbogen für die Beurteilung der Pantomime nach Goldenberg

Item	Merkmale	Punkte Freie Pantomime	Punkte Taktile Pantomime	Punkte Gebrauch	Punkte Freie Pantomime 2
Glas	<u>Handgriff:</u> Senkrechter weiter Zylindergriff	1	1	1	1
	<u>Bewegung:</u> Kippbewegung der Hand	1	1	1	1
	<u>Ausrichtung:</u> Bewegung bis kurz vor den Mund	1	1	1	1
Apfel	<u>Handgriff:</u> Sphärischer Griff	1	1	1	1
	<u>Bewegung:</u> Bewegung hin zum Mund mit Abstand zum Mund	1	1	1	1
	<u>Ausrichtung:</u> Handinnenseite zum Körper zeigend	1	1	1	1
Glühbirne	<u>Handgriff:</u> Sphärischer Griff	1	1	1	1
	<u>Bewegung:</u> Repetitive Rotation des Unterarms um die Längsachse	1	1	1	1
Schlüssel	<u>Handgriff:</u> Lateralgriff oder Spitzgriff	1	1	1	1
	<u>Bewegung:</u> Rotation des Unterarms in Längsachse	1	1	1	1
Kamm	<u>Handgriff:</u> Lateralgriff	1	1	1	1
	<u>Bewegung:</u> Repetitive Bewegung tangential zum Kopf	1	1	1	1
	<u>Ausrichtung:</u> Abstand zum Kopf (zusätzliches Streichen über den Kopf/Fahren durch die Haare ist gestattet)	1	1	1	1
Schraubenzieher	<u>Handgriff:</u> Lateralgriff	1	1	1	1
	<u>Bewegung:</u> Repetitive Rotation um die Längsachse des Unterarms	1	1	1	1
	<u>Ausrichtung:</u> Griff ist in Verlängerung der Achse	1	1	1	1

Item	Merkmale	Punkte Freie Pantomime	Punkte Taktile Pantomime	Punkte Gebrauch	Punkte Freie Pantomime 2
Hammer	<u>Handgriff:</u> Enger Zylindergriff oder Lateralgriff	1	1	1	1
	<u>Bewegung:</u> Schlagbewegung (Auf- und Abbewegung) aus dem Ellenbogen	1	1	1	1
	<u>Ausrichtung:</u> Die Bewegung muss vor dem Tisch anhalten	1	1	1	1
Säge	<u>Handgriff:</u> Enger Zylindergriff mit Arm in Mittelstellung (senkrecht)	1	1	1	1
	<u>Bewegung:</u> Repetitive großamplitudige Bewegung in Sagittalebene	1	1	1	1
Bügeleisen	<u>Handgriff:</u> Enger Zylindergriff bei proniertem Arm	1	1	1	1
	<u>Bewegung:</u> Großamplitudige Bewegung der Hand parallel zum Tisch	1	1	1	1
	<u>Ausrichtung:</u> Abstand vom Tisch	1	1	1	1
Zitrone	<u>Handgriff:</u> Sphärischer Griff, Handfläche und Finger zeigen nach unten	1	1	1	1
	<u>Bewegung:</u> Drehbewegung der Hand	1	1	1	1
	<u>Ausrichtung:</u> Abstand vom Tisch	1	1	1	1
Bleistift	<u>Handgriff:</u> Spitzgriff nach unten gerichtet	1	1	1	1
	<u>Bewegung:</u> Repetitive, kleinamplitudige Bewegung parallel zum Tisch	1	1	1	1
	<u>Ausrichtung:</u> Abstand der Finger vom Tisch	1	1	1	1
Löffel	<u>Handgriff:</u> Spitzgriff nach unten gerichtet	1	1	1	1
	<u>Bewegung:</u> Mehrere Drehbewegungen aus dem Handgelenk	1	1	1	1
	<u>Ausrichtung:</u> Abstand zum Tisch	1	1	1	1

In Goldenbergs Studie zeigte sich bei der Bewertung der Pantomime mittels diesem Bogen von zwei der Autoren unabhängig voneinander eine hohe Übereinstimmung der Ergebnisse. So ergab sich sowohl für die einzelnen Items als auch für das Gesamtergebnis eine hohe Reliabilität der Testungen ($\alpha = 0.61$, $p < 0.0001$ für einzelne Items und $r = 0.94$, $p < 0.0001$ für die Gesamtsumme).

Für die vorliegende Arbeit wurde dieser Bewertungsbogen fast unverändert übernommen. Der einzige Unterschied bestand darin, dass der Bogen hier zum Vergleich der Pantomime unter unterschiedlichen Voraussetzungen herangezogen wurde. Zur Beurteilung von Leistungsunterschieden in den Bedingungen wurde der Score für jede Bedingung einzeln errechnet und die in der jeweiligen Bedingung erreichten Punktzahlen miteinander verglichen.

Da das Merkmal Handgriff allerdings bei den Bedingungen Taktil und Gebrauch durch die Anwesenheit des Gegenstandes bzw. des Holzobjektes beeinflusst wird, bestehen für dieses Kriterium nicht die gleichen Voraussetzungen in der freien, im Vergleich zur taktilen Pantomime (bzw. dem realen Gebrauch). Es wurden daher bei der statistischen Analyse der Patientenleistungen, zusätzlich zur Auswertung aller Merkmale, jeweils separate Berechnungen für das Merkmal Handgriff alleine durchgeführt. Bei 12 untersuchten Items ergab sich eine Maximalpunktzahl von 33 Punkten pro Bedingung, wenn alle Merkmale berücksichtigt wurden und von 12 Punkten wenn der Griff alleine betrachtet wurde.

2.5 Angewendete statistische Verfahren

Bevor die Ergebnisse dargestellt werden, soll das Vorgehen bei der statistischen Analyse beschrieben werden. Im folgenden Ergebnisteil finden sich 4 verschiedene Kapitel, in denen jeweils die Ergebnisse von unterschiedlichen statistischen Berechnungen erläutert werden. Die generelle Fragestellung im Hintergrund aller statistischen Berechnungen war, ob sich die pantomimischen Fähigkeiten der Patienten durch Darbietung von taktilem Feedback in Form des Holzobjektes verbesserten. Im ersten Kapitel werden dazu die Leistungen aller Patienten des Kollektivs gemeinsam betrachtet, im zweiten folgen die Ergebnisse der Analyse individueller Leistungen einzelner Patienten, es werden weiter im nächsten Kapitel die einzelnen Items in den verschiedenen Aufgaben betrachtet, zuletzt werden Zusammenhänge

zwischen den einzelnen Versuchsaufgaben und zu den sprachlichen Fähigkeiten dargestellt. Bei der Analyse der Leistungen aller sowie der einzelnen Patienten wurden jeweils zwei separate Berechnungen mit unterschiedlicher Berücksichtigung der Merkmale angestellt. In der einen wurden jeweils alle Merkmale, in der anderen die Darbietung des Handgriffs alleine betrachtet.

In der statistischen Analyse der Leistungen des gesamten Patientenkollektivs wurden die Mittelwerte der von den Patienten erreichten Punktzahlen in den einzelnen Konditionen miteinander verglichen. Dazu wurde mit ANOVA berechnet, ob signifikante Leistungsunterschiede zwischen den Versuchsaufgaben vorhanden waren. Es wurden weiter post hoc Vergleiche zwischen den einzelnen Bedingungen untereinander mittels t-Test für abhängige Stichproben auf einem Signifikanzniveau von $p = 0.05$ angestellt.

Für die Analyse der individuellen Patientenleistungen wurden hingegen verteilungsfreie Verfahren angewendet. Die Varianzanalyse wurde mit dem Friedmann-Test durchgeführt, die post hoc Vergleiche zwischen den einzelnen Bedingungen erfolgten mit dem Vorzeichenrangtest von Wilcoxon auf einem Signifikanzniveau von $p = 0.05$.

Ebenso musste die Analyse der Patientenleistungen bei den einzelnen Items verteilungsfrei erfolgen. Hierzu wurden gleichermaßen der Friedmann-Test und Wilcoxon-Test angewendet.

Die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Versuchsaufgaben und mit den sprachlichen Fähigkeiten wurden mit dem Korrelationskoeffizienten nach Pearson ermittelt.

3 ERGEBNISSE

3.1 Leistungen aller Patienten in den Versuchsaufgaben

Da die Patienten durch eine Voruntersuchung selektiert waren, hatten alle Patienten erwartungsgemäß Leistungsdefizite bei der Darstellung der Pantomime.

Im Gegensatz dazu war bei allen Patienten der reale Gebrauch der Objekte nahezu unbeeinträchtigt.

Bewertung aller Merkmale

Es zeigte sich keine signifikante Verbesserung der Pantomime mit taktilem Feedback gegenüber der freien Pantomime.

Bei Bewertung aller Merkmale ergaben sich keine Leistungsunterschiede zwischen den verschiedenen Konditionen der Pantomime, aber im Gegensatz dazu eine signifikante Verbesserung bei der realen Benützung der Objekte. Ebenso war die Pantomime nach erfolgreicher Objektanwendung gleichermaßen beeinträchtigt wie vor der Objektbenützung. Die Tabelle 3 beinhaltet die Ergebnisse der Berechnungen der Leistungsunterschiede zwischen den einzelnen Testaufgaben. Man sieht dort signifikante Unterschiede zwischen dem Gebrauch der Objekte und allen anderen Bedingungen, aber keine Unterschiede zwischen den einzelnen Bedingungen der Pantomime untereinander. Die Abbildung 3 stellt die Mittelwerte der von den Patienten erreichten Punktzahlen in den verschiedenen Konditionen dar.

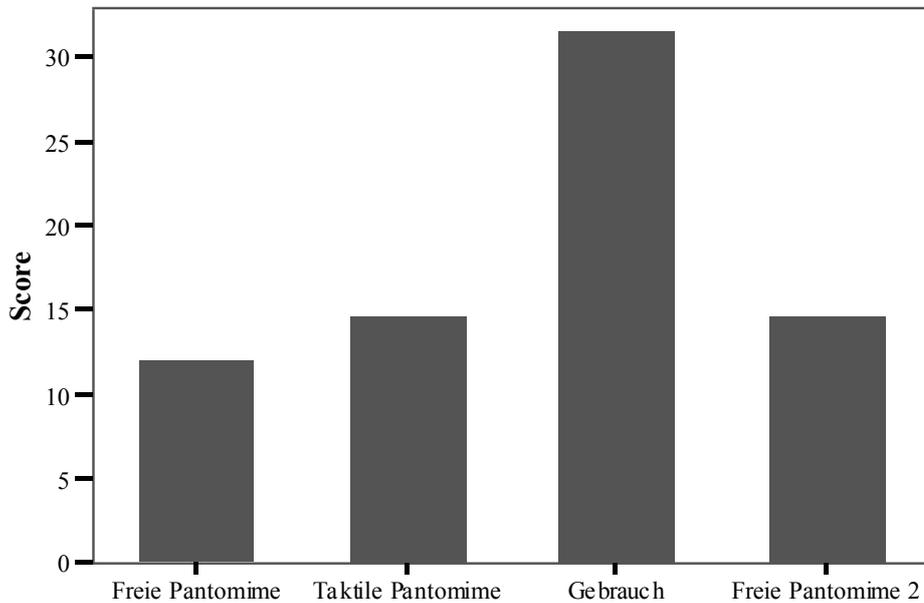


Abbildung 3

Leistungen aller Patienten in den verschiedenen Versuchsaufgaben bei Berücksichtigung aller Merkmale (Mittelwerte der Einzelleistungen)

Tabelle 3

Leistungsunterschiede zwischen den Versuchsaufgaben bei Berücksichtigung aller Merkmale und des Handgriffs alleine (Unterschiede zwischen Mittelwerten der Einzelleistungen)

* signifikant verschieden auf einem Signifikanzniveau von $p < 0.05$

Bedingungen	Alle Merkmale	Merkmal Handgriff
Taktile Pantomime / Freie Pantomime	$t_8 = 1.1$ ($p = 0.3$)	$t_8 = 1.7$ ($p = 0.1$)
Taktile Pantomime / Freie Pantomime 2	$t_8 = 0.0$ ($p = 1.0$)	$t_8 = 1.7$ ($p = 0.1$)
Gebrauch / Freie Pantomime	$t_8 = 8.0^*$ ($p < 0.0005$)	$t_8 = 9.6^*$ ($p < 0.0005$)
Gebrauch / Taktile Pantomime	$t_8 = 6.9^*$ ($p < 0.0005$)	$t_8 = 5.1^*$ ($p = 0.001$)
Gebrauch / Freie Pantomime 2	$t_8 = 8.8^*$ ($p < 0.0005$)	$t_8 = 9.8^*$ ($p < 0.0005$)
Freie Pantomime 2 / Freie Pantomime	$t_8 = 1.5$ ($p = 0.17$)	$t_8 = 0.1$ ($p = 0.9$)
ANOVA	$F_{3,24} = 32.2^*$ ($p < 0.0005$)	$F_{3,24} = 26.1^*$ ($p < 0.0005$)

Bewertung des Handgriffs alleine

Auch bei der Bewertung des Handgriffs alleine ergab sich kein signifikanter Unterschied zwischen der freien Pantomime und der taktil unterstützten Pantomime. Entsprechend den Ergebnissen bei Berücksichtigung aller Merkmale zeigte sich eine deutliche Verbesserung des Handgriffs bei der Handhabung der echten Objekte aber nicht bei der Pantomime mit Holzobjekten. Wie aus der Tabelle 3 ersichtlich ergaben sich bei den entsprechenden Paarvergleichen in den einzelnen Bedingungen signifikante Leistungsunterschiede zwischen dem realen Gebrauch und allen pantomimischen Aufgaben, aber die einzelnen Konditionen der Pantomime waren untereinander nicht signifikant verschieden. Insbesondere war der Handgriff bei der realen Benützung signifikant besser als bei der Pantomime mit Holzobjekt. Die Abbildung 4 zeigt die Mittelwerte der von den Patienten im Merkmal Handgriff erreichten Punktzahlen in den einzelnen Bedingungen.

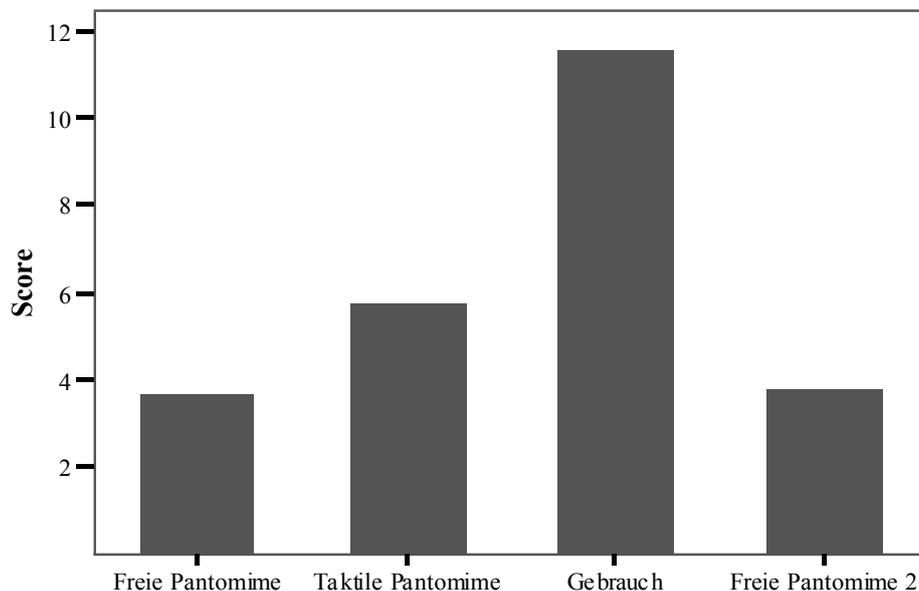


Abbildung 4
Leistungen aller Patienten bei der Darstellung des Handgriffs
(Mittelwerte der Einzelleistungen)

3.2 Leistungen einzelner Patienten in den Versuchsaufgaben

Entsprechend dem Ergebnis des gesamten Patientenkollektivs war bei den meisten Patienten kein signifikanter Leistungsunterschied zwischen der freien und der Pantomime mit Holzobjekt vorhanden. Signifikante Verbesserungen bei der Pantomime mit taktilem Feedback erzielten nur zwei der neun Patienten. Mit wenigen Ausnahmen ergab die statistische Analyse bei allen Patienten keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Konditionen der Pantomime. Ebenso dem Gesamtergebnis entsprechend zeigten sich bei allen bis auf einen Patienten bei realer Benützung signifikant bessere Werte als in der Pantomime jeder Bedingung. Die Abbildung 5 zeigt die individuellen Leistungsprofile der einzelnen Patienten bei den verschiedenen Aufgaben bei Berücksichtigung aller Merkmale.

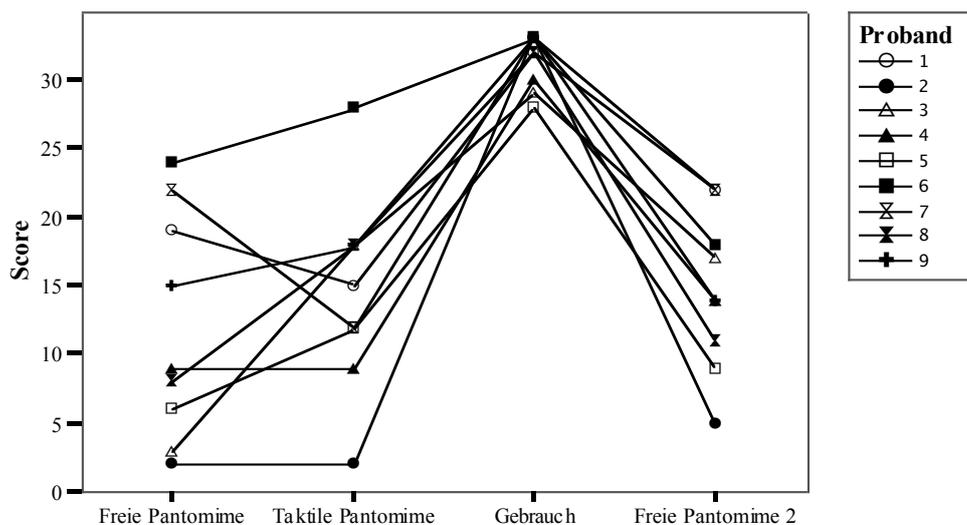


Abbildung 5
 Individuelle Leistungsprofile (erreichte Punktzahlen bei Berücksichtigung aller Merkmale)

Bei Betrachtung der individuellen Leistungen fällt eine Streuung zwischen den Bedingungen Pantomime mit und ohne Darbietung von sensiblem Feedback auf. Während sich zwei Patienten deutlich und drei Patienten tendenziell bei der taktile unterstützten Pantomime verbesserten, erreichten zwei Patienten in beiden Bedingungen identische Ergebnisse. Zwei weitere Patienten verschlechterten sich durch den Zusatz des sensiblen Feedbacks eher. Wie

oben bereits ausgeführt, waren die Leistungsdifferenzen der Patienten in den einzelnen pantomimischen Bedingungen zumeist nicht statistisch signifikant. Trotzdem sollte festgehalten werden, dass zwischen der freien und der taktil gestützten Pantomime die meisten individuellen Leistungsschwankungen vorkamen, während sich bei den anderen Testaufgaben die Leistungen aller Patienten konform entweder verbesserten oder verschlechterten. Die Tabelle 4 beinhaltet die Ergebnisse der statistischen Analyse der individuellen Leistungsunterschiede zwischen den Bedingungen bei Berücksichtigung aller Merkmale.

Tabelle 4

Individuelle Leistungsunterschiede zwischen den Versuchsaufgaben bei Berücksichtigung aller Merkmale

* signifikant verschieden auf einem Signifikanzniveau von $p < 0.05$

Patient	Taktile Pantomime / Freie Pantomime	Gebrauch / Taktile Pantomime	Gebrauch / Freie Pantomime	Gebrauch / Freie Pantomime 2	Freie Pantomime 2/ Freie Pantomime	Friedmann Test
1	Z = - 0.9 (p = 0.4)	Z = 2.6* (p = 0.01)	Z = 2.1* (p = 0.03)	Z = 2.2* (p = 0.02)	Z = 0.6 (p = 0.5)	χ^2 (3) = 11.1* (p = 0.01)
2	Z = 0.0 (p = 1.0)	Z = 3.2* (p = 0.002)	Z = 3.2* (p = 0.002)	Z = 3.1* (p = 0.002)	Z = 1.3 (p = 0.18)	χ^2 (3) = 29.2* (p < 0.0005)
3	Z = 2.7* (p = 0.007)	Z = 2.4* (p = 0.016)	Z = 3.0* (p = 0.003)	Z = 2.5* (p = 0.012)	Z = 2.7* (p = 0.006)	χ^2 (3) = 23.3* (p < 0.0005)
4	Z = 0.0 (p = 1.0)	Z = 2.9* (p = 0.004)	Z = 3.0* (p = 0.003)	Z = 2.9* (p = 0.004)	Z = 1.0 (p = 0.3)	χ^2 (3) = 18.4* (p < 0.0005)
5	Z = 1.7 (p = 0.08)	Z = 2.9* (p = 0.004)	Z = 3.0* (p = 0.003)	Z = 3.0* (p = 0.003)	Z = 1.3 (p = 0.18)	χ^2 (3) = 23.6* (p < 0.0005)
6	Z = 1.0 (p = 0.3)	Z = 1.6 (p = 0.1)	Z = 2.5* (p = 0.014)	Z = 3.2* (p = 0.001)	Z = -1.7 (p = 0.84)	χ^2 (3) = 19.2* (p < 0.0005)
7	Z = -1.9 (*) (p = 0.06)	Z = 2.9* (p = 0.004)	Z = 2.4* (p = 0.015)	Z = 2.6* (p = 0.009)	Z = 0.0 (p = 1.0)	χ^2 (3) = 19.0* (p < 0.0005)
8	Z = 2.4* (p = 0.015)	Z = 2.9* (p = 0.004)	Z = 3.1* (p = 0.002)	Z = 3.0* (p = 0.003)	Z = 0.75 (p = 0.4)	χ^2 (3) = 26.5* (p < 0.0005)
9	Z = 1.1 (p = 0.3)	Z = 2.8* (p = 0.006)	Z = 2.9* (p = 0.004)	Z = 2.9* (p = 0.004)	Z = 0.4 (p = 0.6)	χ^2 (3) = 22.4* (p < 0.0005)

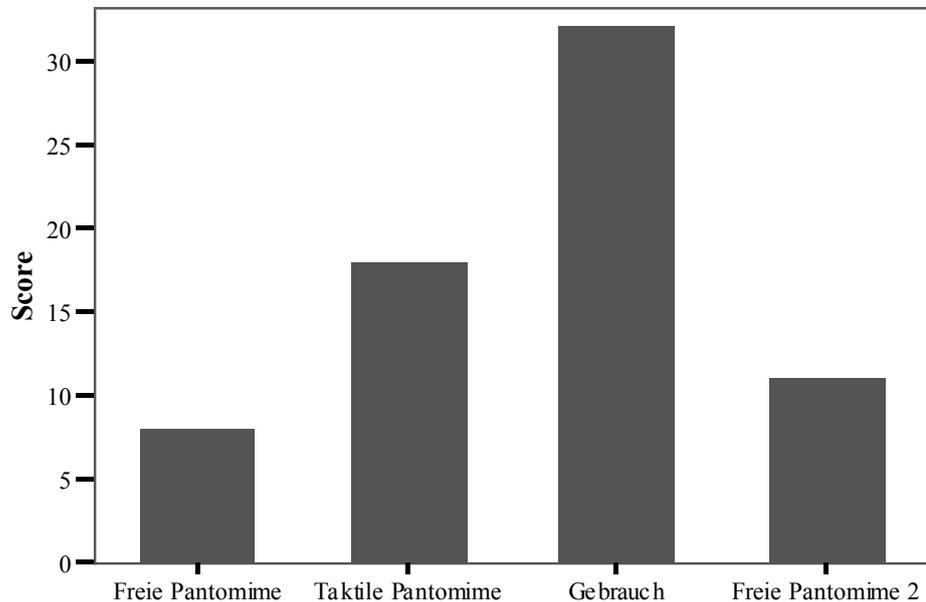
Im Folgenden werden die Leistungsprofile der Patienten, deren Ergebnisse sich bei der statistischen Analyse vom Großteil der anderen Patienten abhoben, einzeln betrachtet (Pat. Nr. 8, 3, 6 und 7). Die Tabelle 5 zeigt die individuellen Leistungsunterschiede dieser Patienten zwischen der freien und der taktilen Pantomime sowie dem tatsächlichen Gebrauch bei der Darstellung des Handgriffs.

Tabelle 5

Individuelle Leistungsunterschiede bei der Darstellung des Handgriffs

* signifikant verschieden auf einem Signifikanzniveau von $p < 0.05$

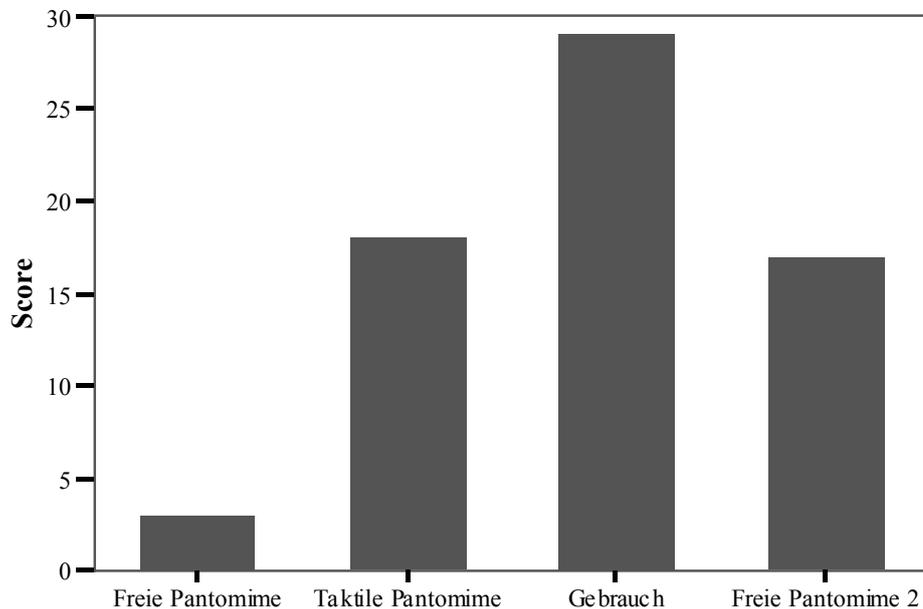
Patient	Taktile Pantomime / Freie Pantomime	Gebrauch / Taktile Pantomime	Gebrauch / Freie Pantomime	Freie Pantomime 2 / Freie Pantomime	Friedmann Test
8	Z = 1.7 (p = 0.1)	Z = 2.0* (p = 0.046)	Z = 3.0* (p = 0.003)	Z = 1.0 (p = 0.3)	χ^2 (3) = 19.0* (p < 0.0005)
3	Z = 2.8* (p = 0.005)	Z = 0.4 (p = 0.7)	Z = 3.0* (p = 0.003)	Z = 2.4* (p = 0.014)	χ^2 (3) = 13.6* (p = 0.003)
6	Z = 1.1 (p = 0.3)	Z = 1.4 (p = 0.2)	Z = 2.2* (p = 0.025)	Z = -2.0 (p = 0.046)	χ^2 (3) = 16.2* (p = 0.001)
7	Z = 1.6 (p = 0.1)	Z = 3.2* (p = 0.002)	Z = 2.5* (p = 0.014)	Z = 1.4 (p = 0.2)	χ^2 (3) = 18.7* (p < 0.0005)

Patient Nr. 8**Abbildung 6**

Individuelle Leistungen von Pat. Nr. 8 bei Berücksichtigung aller Merkmale (Erreichte Punktzahlen in den Versuchsaufgaben)

Patient Nr. 8 erreichte durch Zugabe des Holzobjektes signifikant bessere Werte als bei der freien Pantomime, bei der Wiederholung der freien Pantomime ohne taktile Stütze fiel die Leistung wieder auf das ursprüngliche Niveau zurück. Trotz Verbesserung durch taktilen Feedback erreichte die Pantomime mit Holzobjekt aber nicht das Leistungsniveau des realen Objektgebrauchs, die Handhabung der echten Gegenstände war weiterhin signifikant besser als alle pantomimische Aufgaben. (s. Abb. 6 und Tab. 4).

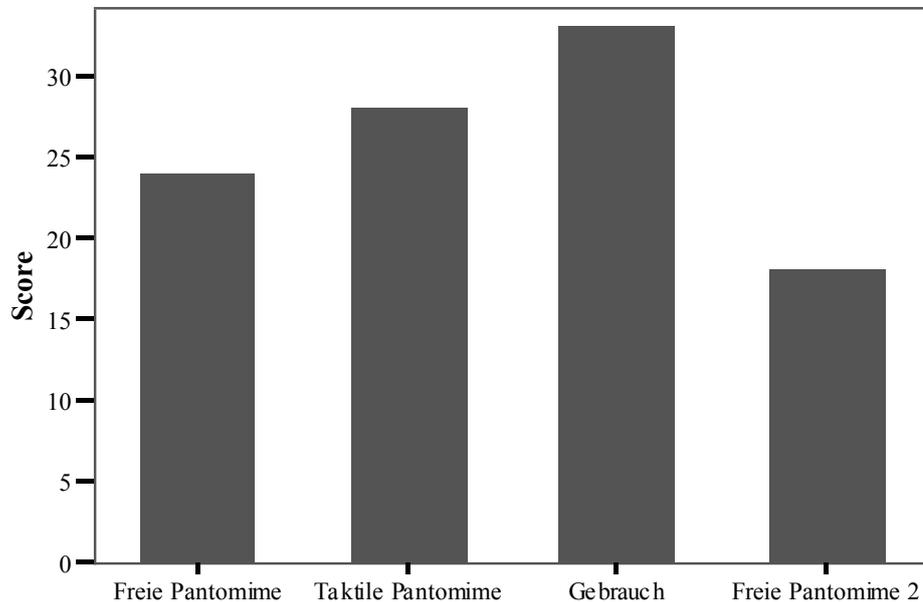
Der Handgriff alleine betrachtet war ebenso bei realer Objektbenützung signifikant besser als in der Pantomime jeder Bedingung, es gab außerdem keinen Unterschied der Griffbewertung zwischen der taktilen und der freien Pantomime (s. Tab. 5). Die Leistungen bei der Griffdarstellung sind nicht als Graphik abgebildet.

Patient Nr. 3**Abbildung 7**

Individuelle Leistungen von Pat. Nr. 3 bei Berücksichtigung aller Merkmale (Erreichte Punktzahlen in den Versuchsaufgaben)

Patient Nr. 3 erzielte in der Pantomime mit Holzobjekt signifikant bessere Werte als in der freien Pantomime. Allerdings war auch die Wiederholung der freien Pantomime nach realer Objekthandhabung signifikant besser als die erste freie Pantomime. Die tatsächliche Objektbenützung war weiterhin besser als alle pantomimischen Aufgaben (s. Abb. 7 und Tab. 4).

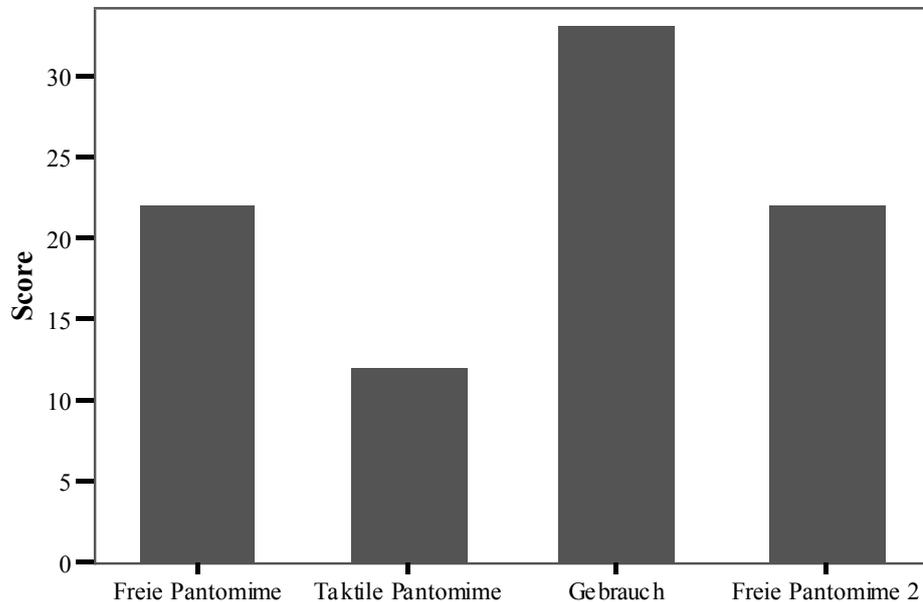
Bei Betrachtung des Handgriffs alleine (nicht abgebildet) war kein signifikanter Unterschied mehr zwischen Pantomime mit Holzobjekt und echter Objektbenützung vorhanden. Der Handgriff hatte sich von freier zu taktile Pantomime bereits auf das Niveau des realen Gebrauchs verbessert. In der Wiederholung der freien Pantomime blieb der Patient mit der Darstellung des Handgriffs ebenso auf dem Niveau des Gebrauchs (s. Tab. 5).

Patient Nr. 6**Abbildung 8**

Individuelle Leistungen von Pat. Nr. 6 bei Berücksichtigung aller Merkmale (Erreichte Punktzahlen in den Versuchsaufgaben)

Bei Patient Nummer 6 war im Gegensatz zu allen anderen Patienten der reale Objektgebrauch nicht signifikant besser als die Pantomime mit taktilem Feedback. Er zeigte außerdem von allen Patienten die besten Leistungen in der freien Pantomime. Bei der zweiten freien Pantomime hingegen war ein Leistungsabfall zu beobachten (s. Abb. 8 und Tab. 4).

Ebenso bei Betrachtung des Griffs alleine (nicht abgebildet) erzielte Patient Nr. 6 die besten Ergebnisse des Patientenkollektivs in den ersten beiden pantomimischen Testaufgaben mit signifikantem Leistungsabfall bei der zweiten freien Pantomime. Weiter zeigte sich, wenn nur der Handgriff bewertet wurde, ebenso kein signifikanter Unterschied zwischen der Handhabung des echten Gegenstandes und des Holzobjektes (s. Tab 5).

Patient Nr. 7**Abbildung 9**

Individuelle Leistungen von Pat. Nr. 7 bei Berücksichtigung aller Merkmale (Erreichte Punktzahlen in den Versuchsaufgaben)

Wie in der Abb. 9 veranschaulicht, war Patient Nr. 7 ohne taktilen Input zu einer besseren Pantomime fähig als mit Holzobjekt. Die Verschlechterung der Leistung in der Pantomime mit taktilen Feedback im Gegensatz zur freien Pantomime verfehlte (mit $p = 0.06$) nur knapp die statistische Signifikanzgrenze von $p = 0.05$. Auffällig ist vor allem die erneute Verbesserung der Leistung bei der Wiederholung der freien Pantomime. Patient Nummer 7 war in beiden freien pantomimischen Darstellungen einer der besten des gesamten Patientenkollektivs, aber durch den Zusatz von taktilen Input war seine Leistung im Mittelfeld aller Patienten (s. Abb. 5 und Tab. 4). Der Handgriff alleine betrachtet war bei taktiler Pantomime nicht deutlich schlechter als bei freier Pantomime (s. Tab. 5).

3.3 Items in den Versuchsaufgaben

Bei den eben ausgeführten Ergebnissen wurden die Gesamtleistungen der Patienten in den verschiedenen Versuchsaufgaben miteinander verglichen. Im Folgenden soll gesondert betrachtet werden, wie die Patienten die einzelnen Items bewältigten.

Die Abbildung 10 zeigt die im Mittel von den Patienten erreichten Punktzahlen bei den einzelnen Objekten in den verschiedenen Aufgaben. Wie man dort sieht, hatten die Patienten bei keinem Item große Schwierigkeiten mit der realen Anwendung, zeigten aber bei jedem Item Unsicherheiten bei allen pantomimischen Aufgaben (Hinweis: Bei den mit einem Stern markierten Items, Glühbirne, Säge und Schlüssel, war die erreichbare Maximalpunktzahl zwei Punkte, bei allen anderen Items drei Punkte).

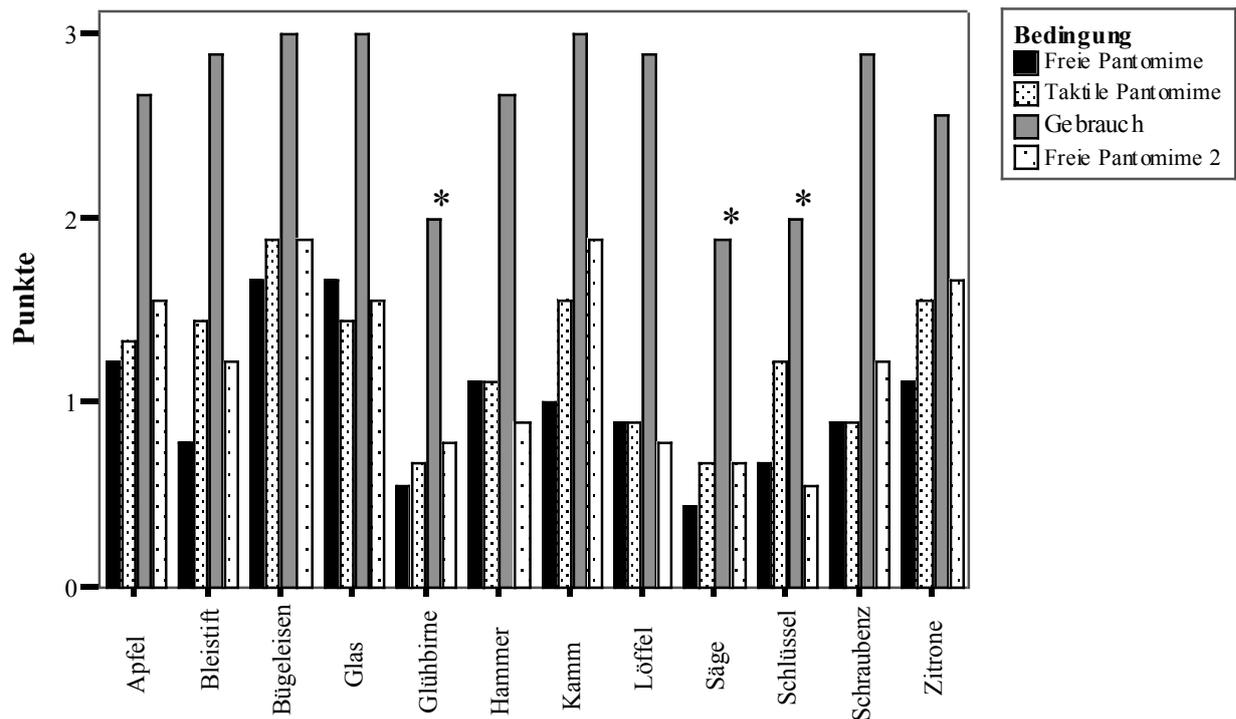


Abbildung 10

Mittelwerte der erreichten Punktzahlen bei den einzelnen Items in den verschiedenen Versuchsaufgaben (* zu erreichende Maximalpunktzahl 2 statt 3 Punkte)

Die statistische Analyse zeigte bei allen 12 Items eine signifikant bessere Anwendung der Objekte als ihre pantomimische Darstellung unter jeder, auch der taktilen Bedingung. Entsprechend dem Gesamtergebnis gab es auch bei Betrachtung der einzelnen Items keine signifikanten Unterschiede zwischen den verschiedenen Bedingungen der Pantomime.

Es gab insbesondere kein Item, bei dem die Patienten die Pantomime mit Hilfe des Holzobjektes signifikant besser darstellten als bei der freien Pantomime. Bei einem Item (Bleistift) war allerdings eine deutliche Verbesserung durch Zugabe von taktilem Feedback zu verzeichnen, welche nur knapp die statistische Signifikanz verfehlte ($Z = 1.9$, $p = 0.06$). Nicht signifikante Verbesserungen zwischen den Versuchsaufgaben freie Pantomime und Pantomime mit Holzobjekt gab es bei 7 Items (Apfel, Bügeleisen, Glühbirne, Kamm, Säge, Schlüssel, Zitrone), ein Item (Glas) wurde ohne taktilen Feedback tendenziell besser dargestellt. Bei den restlichen 3 Items (Hammer, Löffel, Schraubenzieher) zeigten die Patienten überhaupt keine Unterschiede zwischen der freien und der taktil gestützten Pantomime. Es lässt sich somit bei den einzelnen Items die gleiche Beobachtung, wie auch bei Vergleich der individuellen Patientenleistungen machen, zwischen den Versuchsaufgaben freie und taktile Pantomime gab es die größte Streuung der Patientenleistungen.

3.4 Korrelationen zwischen den Versuchsaufgaben

Korrelationen zwischen den einzelnen Bedingungen der Pantomime

Es fand sich keine signifikante Korrelation zwischen der freien Pantomime und der Pantomime mit taktilem Feedback bei Berücksichtigung aller Merkmale ($r = 0.5$, $p = 0.1$), ebenso korrelierte die Darstellung des Handgriffs zwischen beiden Aufgaben nicht ($r = 0.2$, $p = 0.6$). Bei allen pantomimischen Bedingungen gab es ausschließlich zwischen der freien Pantomime und ihrer Wiederholung eine signifikante Abhängigkeit ($r = 0.8$, $p = 0.017$).

Korrelationen zwischen Objektgebrauch und Pantomime

Der reale Objektgebrauch stand mit keiner pantomimischen Aufgabe in Korrelation. Insbesondere war kein Zusammenhang zwischen dem Gebrauch der Objekte und der Darstellung der Pantomime mit Holzobjekt zu erkennen (Objektgebrauch vs. freie Pantomime: $r = 0.6$, $p = 0.1$; Objektgebrauch vs. taktile Pantomime: $r = 0.1$, $p = 0.8$; Objektgebrauch vs. freie Pantomime 2: $r = 0.2$, $p = 0.6$). Ebenso waren der Handgriff bei der Objektbenützung und die Darstellung des Handgriffs bei der Pantomime jeder Bedingung unabhängig voneinander (Handgriff bei Gebrauch vs. freie Pantomime: $r = 0.5$, $p = 0.1$; vs. taktile Pantomime: $r = 0.3$, $p = 0.4$; vs. freie Pantomime 2: $r = 0.2$, $p = 0.5$).

Korrelationen zwischen sprachlichen Leistungen und den Versuchsaufgaben

Als Bewertungskriterium für sprachliche Fähigkeiten wurden die von den Patienten erreichten Prozenträge im Token Test und der Sprachverständnisprüfung des Aachener Aphasie Testes (19) herangezogen. Es zeigten sich keine Zusammenhänge zwischen beiden Untertests und den einzelnen Bedingungen der Pantomime (Token Test vs. freie Pantomime: $r = 0.0$, $p = 0.9$; Token Test vs. taktile Pantomime: $r = 0.5$, $p = 0.2$; Sprachverständnis vs. freie Pantomime: $r = 0.4$, $p = 0.3$; Sprachverständnis vs. taktile Pantomime: $r = 0.2$, $p = 0.6$).

Es war aber eine annähernd signifikante Abhängigkeit zwischen der Veränderung der Pantomime durch taktilen Feedback (Differenz aus den Leistungen in der taktilen und der freien Pantomime) und dem Token Test erkennbar, Veränderungen bei der Darstellung des Handgriffs alleine korrelierten sogar signifikant mit dem Token Test (Differenz vs. Token Test: $r = 0.7$, $p = 0.066$; Differenz des Griffs vs. Token Test: $r = 0.7$, $p = 0.047$). Das Sprachverständnis selbst zeigte wiederum keinen Zusammenhang mit Veränderungen durch taktilen Feedback (Differenz vs. Sprachverständnis: $r = 0.3$, $p = 0.5$; Differenz des Griffs vs. Sprachverständnis: $r = 0.2$, $p = 0.6$).

4 DISKUSSION

Vorbemerkungen

Vor dem Hintergrund des häufig an Patienten mit linksseitigen Hirnschädigungen beobachteten Phänomens der gestörten Pantomime, das heißt mangelndes Vermögen der Darstellung einer Objektbenützung in Abwesenheit des Gegenstandes bei intakter wirklicher Benützung des gleichen Gegenstandes, wurde in der vorliegenden Arbeit der Einfluss von taktilem Feedback auf die Pantomime des Objektgebrauchs untersucht.

Die in der Einleitung ausgeführten Studien hatten Verbesserungen der Pantomime beobachtet, wenn den Patienten Holzobjekte bzw. rein taktiler Input ohne visuelle Information geboten wurde. Sie schlossen daraus, dass durch den taktilen Feedback die Aktivierung eines motorischen Programms erfolgen kann, welches auch bei der wirklichen Objektbenützung gefordert ist. In der vorliegenden Arbeit wurde die Untersuchung der taktil durch Holzobjekte unterstützten Pantomime zur Überprüfung der aufgestellten Hypothese wiederholt. Im Gegensatz zu den genannten Studien zeigte das Patientenkollektiv der eigenen Untersuchung insgesamt keine Verbesserung bei der Pantomime mit Holzobjekt, aber unterschiedliche individuelle Reaktionen auf Verfügbarkeit von taktilem Feedback. Die eigenen Hauptergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen: Obwohl die Patienten keine Schwierigkeiten hatten, unter taktilem Feedback vom wirklichen Gegenstand dessen Anwendung zu demonstrieren, reichte taktiler Input durch ein Holzobjekt nicht für die Darstellung der Anwendung aus. Die Pantomime mit und ohne Holzobjekt war bei den meisten Patienten gleichermaßen beeinträchtigt. Den Patienten gelang auch nicht die Darstellung des gefragten Handgriffs durch Ergreifen des Holzstückes. Weiter verbesserte sich die Pantomime nach erfolgreicher tatsächlicher Objektbenützung zumeist nicht.

Einzelne Patienten wichen mit Ihren Leistungen allerdings auffällig vom Gesamtergebnis ab: Bei zwei Patienten war die Pantomime durch die sensible Unterstützung deutlich besser, ein

weiterer Patient zeigte hingegen größere Schwierigkeiten bei der Pantomime mit Holzobjekt als ohne Holzobjekt.

Im ersten Teil der Diskussion werde ich das eigene Ergebnis im Hinblick auf geforderte Fähigkeiten bei Gebrauch von Objekten und dessen pantomimische Darstellung mit und ohne Holzobjekt interpretieren. Im zweiten Teil werde ich mögliche Gründe über das Abweichen des eigenen Ergebnisses von den zuvor durchgeführten Studien diskutieren.

Interpretation der Leistungen aller Patienten

Für die Interpretation der Leistungen aller Patienten sollen zunächst die geforderten Fähigkeiten bei einer Pantomime und dem tatsächlichen Gebrauch von Objekten betrachtet werden. Beide Anforderungen haben gemeinsam, dass Wissen über Funktion und Anwendung der Objekte die Voraussetzung für die richtige Bewegung ist.

Die Tatsache, dass alle Patienten die wirkliche Benützung der Gegenstände korrekt vorführen konnten lässt die Annahme zu, dass die Patienten über ausreichendes Wissen über die Verwendung der Gegenstände verfügten. Es erscheint somit unwahrscheinlich, dass mangelndes Wissen oder Schwierigkeiten seines Abrufs Beeinträchtigungen bei der pantomimischen Darstellung erklären, da ansonsten auch Unsicherheiten bei der realen Benützung auftreten würden. Weiter ist bei der Pantomime und bei der Objektbenützung eine ähnliche Bewegung gefordert. Eine basale motorische Einschränkung als Ursache für die Unfähigkeit der Pantomime lässt sich ebenfalls durch erhaltene motorische Fähigkeiten bei der wirklichen Benützung ausschließen. Außerdem wurden die Patienten, um Einflüsse durch motorische Einschränkungen zu vermeiden, ausschließlich mit der zur Läsion ipsilateralen, linken Hand getestet.

Der größte Unterschied zwischen der Benützung von Gegenständen und dessen pantomimischer Darstellung besteht hingegen darin, dass die geforderte Bewegung bei der Pantomime ohne das Objekt, also ohne sensiblen Feedback durch das Objekt auskommen muss. Es ist somit anzunehmen, dass hierin, im Mangel von sensiblem Input, die Problematik der Patienten besteht, die nicht zu einer pantomimischen Darstellung aber zur korrekten Anwendung von Objekten fähig sind. Der taktilen Modalität wird hierbei in den vorgestellten Studien die größere Bedeutung zugeschrieben als der visuellen.

Bestünde die Schwierigkeit einer Pantomime allein darin, dass ein zum Objekt gehöriges motorisches Programm ohne den taktilen Feedback durch das Objekt abgerufen werden muss, so sollte die richtige Bewegung durch die Zugabe von taktilem Feedback durch neutrale Objekte auslösbar sein. Dies war allerdings in der vorliegenden Untersuchung nicht der Fall. Die Patienten waren auch mit taktiler Unterstützung durch Holzobjekte nicht zur korrekten Gebrauchsdemonstration fähig. Das bedeutet, die Anwesenheit von unspezifischem taktilem Feedback allein reichte nicht dazu aus, die geforderten Bewegungen zu provozieren. Diese Beobachtungen deuten darauf hin, dass die Anforderungen bei einer Pantomime über die Aktivierung von motorischen Programmen des Objektgebrauchs in Abwesenheit von taktilem Feedback durch Objekte hinaus gehen. Doch worin bestehen nun diese Anforderungen? Und welche Rolle kommt der Abwesenheit von taktilem Input hierbei zu? Wenn man weiterhin davon ausgeht, dass die Verfügbarkeit von taktilem Input den wesentlichen Unterschied zwischen Pantomime und Gebrauch ausmacht, ließe sich folgende Schlussfolgerung ableiten: wenn nun die Handhabung der Objekte bei spezifischer Information durch Objekte möglich ist, nicht aber die Handhabung von Holzobjekten mit unspezifischer Information, spricht dies dafür, dass der taktile Feedback zur erfolgreichen Anwendung spezifiziert sein muss. Somit wäre nicht der taktile Feedback an sich der entscheidende Faktor für die richtige Bewegung am Objekt, sondern die spezifischen taktilen Gegebenheiten bei der Anwendung des Objektes.

Bei der wirklichen Benützung werden aber vom Objekt nicht nur zahlreiche taktile Informationen wie z.B. Oberflächenbeschaffenheit, Gewicht, etc. vermittelt, sondern diese erfassbaren Gegebenheiten schaffen eine andere Situation. Sie verändern die Situation in derart, dass die Bewegung an gegebene Verhältnisse angepasst werden muss bzw. angepasst werden kann. Demzufolge wäre annehmbar, dass die Bewegung bei einer Objektbenützung nicht im Voraus zu Ende geplant und dann abgespult wird, sondern sogleich mit dem Ergreifen des Gegenstandes an die taktilen Gegebenheiten adaptiert und je nach gegebenen Umständen variabel weiter zu Ende geführt wird. Besonders wichtig ist außerdem, dass nicht nur die spezifischen taktilen Informationen des Gegenstandes eine Rolle spielen, sondern vor allem die mechanischen Gegebenheiten durch das Gegenstück oder dem Anwendungsgebiet des Gegenstandes. Bei einer Pantomime hingegen fehlen diese äußeren Gegebenheiten, anhand derer die Bewegung online gestaltet werden kann. Demzufolge müsste sie weiter im Voraus geplant werden, da keine Adaptionsmöglichkeit während der Bewegung möglich ist. Aus diesem Grund könnte in Zweifel gezogen werden, dass ein einziges motorisches Programm für die Benützung von Objekten und der pantomimischen Darstellung davon existiert. Eher werden bei einer

Pantomime andere Anforderungen als bei realem Gebrauch benötigt und umgekehrt (13, 15, 20). Darüber hinaus haben die Aufgaben nicht das gleiche Schwierigkeitsniveau. Die Pantomime erscheint im kognitiven Sinn schwieriger, da sie mehr kreative Leistung erfordert als die Objektanwendung. Denn bei der Pantomime fehlt nicht nur die Adaptationsmöglichkeit der Bewegung, sondern gerade die Charakteristika, die eine Anpassung ermöglichen, müssen dargestellt werden. Dazu müssen die bestimmenden Eigenschaften eines Objektes und die mechanischen Umstände bei seiner Anwendung aber zunächst erkannt werden. Bei der Benützung eines Gegenstandes hingegen ist es nicht nötig, diese Kriterien herauszufiltern, da diese bei der Anwendung von selbst bestimmend wirken. Beispielsweise sind die charakteristischen Eigenschaften von einem Hammer ein länglicher Stiel mit einem schweren Gewicht am Ende. Bereits bei dem Ergreifen und Hochheben des Hammers muss der Griff an das schwere Gewicht am Ende adaptiert werden. Ein Hammer wird anders in die Hand genommen als z.B. ein Schraubenzieher, obwohl die Griffform bei beiden ähnlich ist. Schlägt man einen Nagel in ein Holzbrett, so wird die Bewegung automatisch beim Aufschlagen auf dem Nagel durch den gegebenen Widerstand gestoppt. Soll Hämmern aber pantomimisch dargestellt werden, ist das Stoppen der Bewegung ein wesentliches Merkmal zum Erkennen der Tätigkeit, eine reine Auf- und Abbewegung aus dem Ellenbogen wäre nur schwer als Hämmern zu erkennen. Der gegebene mechanische Widerstand, der die Bewegung bei dem Gebrauch automatisch bestimmt, muss also als wesentliches Charakteristikum bei der Tätigkeit Hämmern zunächst erkannt und dann dargestellt werden. Dieses Beispiel sollte verdeutlichen, dass bei dem Erkennen und Darstellen der charakteristischen Eigenschaften eines Objektes, sowie den bei der Anwendung entstehenden mechanischen Umstände, neben allumfassendem Denken ein hohes Maß an Abstraktionsfähigkeit und Kreativität erforderlich ist, was in der Summe einen großen Anteil bei der Schwierigkeit einer Pantomime ausmachen könnte. Taktile Feedback in Form von neutralen Objekten kann die Problematik der Aufgabe nicht lösen. Selbst wenn ein Holzobjekt zum Ergreifen vorhanden ist, so fehlen nach wie vor die realen mechanischen Umstände, die beim echten Objekt und dessen Gebrauch vorhanden sind. Soll ein Patient mit einem Holzstück Hämmern pantomimisch darstellen, so fehlt das Gewicht auf der Schlagseite, und der mechanische Widerstand durch das Gegenstück, der bei der Benützung wesentlich ist. Es müssen also nach wie vor die Charakteristika eines Objektes und die bestimmenden Gegebenheiten der Situation mental vor Augen geführt, abstrahiert und dann dargestellt werden.

Bei Betrachtung der einzelnen Items wurde bei keinem in der taktilen Bedingung eine signifikante Verbesserung erreicht. Es zeigte sich jedoch bei einem Item, dem Bleistift, eine deutliche Verbesserung bei der Pantomime mit Holzobjekt im Gegensatz zur freien Pantomime. Von allen Items war bei dem Bleistift das Holzstück der taktilen Bedingung dem wirklichen Gegenstand am ähnlichsten. Es verwundert somit nicht, dass sich die Patienten bei der Pantomime des Schreibens nach Erhalt des Holzstückes deutlich verbesserten, da imaginäres Schreiben auf einer Unterlage mit einem von Gewicht und Größe dem Bleistift ähnlichen Holzobjekt in der Tat sehr ähnlich ist wie tatsächliches Schreiben. Es ist trotzdem nicht dasselbe, durch eine Miene am Ende des Bleistiftes erhält die Berührung der Unterlage einen anderen mechanischen Widerstand als bei dem flachen Ende des Holzstücks und hat dementsprechenden Einfluss auf die folgende Bewegung. Dies zeigte sich in der Untersuchung wiederum darin, dass hier, wie bei allen anderen Items auch, die wirkliche Benützung signifikant besser war als die Pantomime mit Holzobjekt.

Einen Hinweis darauf, dass bei der realen Anwendung bereits mit dem Ergreifen des Gegenstandes eine Adaptation an den Gegenstand erfolgt, zeigte sich darin, dass die Patienten den geforderten Handgriff größtenteils nicht richtig darstellten, wenn sie das Holzobjekt berühren durften, obwohl die Holzobjekte in ihrer Form dem Griff der realen Gegenstände ähnlich waren. Daraus lässt sich schließen, dass bereits der angewendete Handgriff bei einer Objektbenützung an spezifische taktile Informationen, die über die bloße Form des Objektes hinaus gehen, angepasst wird. Dies veranschaulicht noch einmal die Andersartigkeit der beiden Aufgaben Gebrauch von Objekten und deren pantomimische Darstellung mit und ohne Holzobjekt einerseits und die Ähnlichkeit zwischen Pantomime mit und Pantomime ohne taktilen Feedback andererseits. Dementsprechend zeigte sich in der statistischen Berechnung kein Zusammenhang zwischen den Leistungen bei dem realen Gebrauch der Objekte und bei der Pantomime beider Bedingungen. In Anbetracht der hohen Leistungen aller Patienten bei tatsächlichem Gebrauch ist diese Berechnung allerdings nur bedingt aussagekräftig.

Entgegen der Erwartung zeigte sich allerdings auch zwischen der taktilen und der freien Pantomime keine Korrelation. Hierin spiegelt sich eine breite Streuung der individuellen Leistungen zwischen beiden Bedingungen im Vergleich wieder.

Im Folgenden sollen anhand der Betrachtung individueller Patientenergebnisse Überlegungen über mögliche Ursachen der Leistungsschwankungen zwischen beiden pantomimischen Aufgaben angestellt werden.

Interpretation der Leistungen einzelner Patienten

Alle bis auf einen Patienten waren bei realem Objektgebrauch signifikant besser als bei der Pantomime mit Holzobjekt. Dieser eine Patient (Patient Nr. 6) war in der Pantomime der Beste der ganzen Patientengruppe. Wenn man rein spekulativ davon ausgeht, dass der Patient eine höhere Leistungsfähigkeit im allumfassenden Denken und bei der Abstraktion der relevanten Merkmale als die anderen Patienten hatte, ist es interessant, dass genau dieser Patient mit einem Holzobjekt die Pantomime des Gebrauchs ebenso gut darstellen konnte wie den wirklichen Gebrauch der Objekte. Eventuell sorgte gerade die hohe Abstraktionsfähigkeit des Patienten dafür, dass er bei der Pantomime mit Holzobjekt so gut zurechtkam. Dass die Verbesserung dieses Patienten in der taktilen gegenüber der freien Pantomime nicht statistisch signifikant war, könnte auch an einem Deckeneffekt der guten Leistungen gelegen haben. Dies gilt andererseits ebenso für die geringe Verbesserung bei der tatsächlichen Anwendung. Es sei aber noch hinzugefügt, dass Patient Nr. 6 gute Ergebnisse beim Token Test erzielt hatte, welcher als Untertest des Aachener Aphasia Tests (19) eher die Abstraktionsleistungen im Allgemeinen prüft, als sprachliche Fähigkeiten im engeren Sinne (25). In jeden Fall aber sollte der komplexe Inhalt der Aufgabenstellung, Pantomime mit einem Holzobjekt darzustellen, nicht außer Acht gelassen werden. Es wäre durchaus denkbar, dass gerade durch die komplexe Aufgabenstellung sogar noch ein höheres Maß an Abstraktionsfähigkeit und allumfassenden Denken gefordert wird als bei einer freien Pantomime. Die annähernd signifikante Korrelation zwischen Token Test und Verbesserung der Pantomime durch das Holzobjekt könnte ein Hinweis darauf sein, dass eine hohe Abstraktionsfähigkeit gefordert ist, um von einem neutralen Ersatzobjekt profitieren zu können. Des Weiteren zeigte der Patient mit der besten Leistung im Token Test auch den größten Verbesserungseffekt bei der Pantomime mit taktilem Feedback (Patient Nr. 3). Ein anderer Patient, der sich eher verschlechterte (Patient Nr. 1) war wiederum stark beeinträchtigt beim Token Test. Eindeutig gegen die oben gewagte These spricht allerdings, dass ein weiterer Patient mit deutlicher Verbesserung (Patient Nr. 8) bei der taktilen Pantomime ebenfalls sehr unterdurchschnittliche Werte im Token Test hatte. Ohnehin bleiben diese Thesen natürlich Spekulationen, vor allem in Anbetracht der geringen Datenzahl bei der statistischen Verwertung von einzelnen Patientenergebnissen. Die Komplexität der Aufgabenstellung einer Pantomime mit Holzobjekt sollte bei der Ergebnisinterpretation aber auf jeden Fall mit einbezogen werden.

Des Weiteren sollte bedacht werden, dass möglicherweise für die Patienten die freie Pantomime eine bereits relativ vertraute Aufgabe war, da die Patienten wie im Kap. 2.2 ausgeführt, bereits in einer Voruntersuchung freie Pantomime vorführen mussten. An diesem Punkt ist eine Kritik an der eigenen Methodik angebracht. In der Voruntersuchung wurde nur die freie und nicht die taktile Pantomime getestet. Zusätzlich beinhaltet auch die Routineuntersuchung bei Aufnahme jedes Patienten in neuropsychologische Abteilungen die Pantomime des Objektgebrauchs. Es können somit nun leider mögliche Auswirkungen dadurch, dass die Patienten in unterschiedlichem Ausmaß mit der Demonstration der freien Pantomime vertraut waren, im Nachhinein nicht mehr eruiert werden. Es wären außerdem dazu kognitionspsychologische Befunde über Lern- und Gedächtnisleistungen der Patienten hilfreich, die, und hierin besteht ein weiteres Manko im Studiendesign, in dieser Untersuchung nicht erhoben wurden.

Beispielsweise war bei Betrachtung der Leistungen von Patient Nr. 3 eine signifikante Verbesserung bei der taktilen Pantomime im Gegensatz zur freien Pantomime auffällig. Es wurde weiter oben bereits erwähnt, dass dieser Patient im Token Test gute Ergebnisse erzielt hatte. Er war aber auch in der Wiederholung der freien Pantomime genauso gut wie in der Pantomime mit Holzobjekt (s. Abb. 7, Kap. 3.2). Ein Lerneffekt durch Wiederholung erscheint bei diesem Patient somit ebenso wahrscheinlich. Es ist möglicherweise auch noch wichtig, dass bei Patient Nr. 3 der Zeitpunkt der Hirnschädigung deutlich länger zurück lag als bei allen anderen Patienten (15 Monate im Vergleich zu im Durchschnitt 3.1 Monaten bei den anderen Patienten, s. Tab. 1 in Kap. 2.2). Es ist also auf jeden Fall davon auszugehen, dass bei diesem Patienten bereits öfters als bei den anderen Patienten die Pantomime des Objektgebrauchs untersucht wurde, da der Patient bereits mehrere Klinikaufenthalte hinter sich hatte, bevor er in die neuropsychologische Abteilung im Krankenhaus Bogenhausen kam. Höchstwahrscheinlich war diesem Patienten die Untersuchungssituation vertrauter als den anderen Patienten. Möglicherweise verfälschte bei ihm ein Wiedererkennungseffekt der Untersuchungssituation ohnehin seine Bewertungen.

Ein anderer Patient, Patient Nr. 8, verbesserte sich bei Zugabe von taktilen Feedback, und verschlechterte sich aber wieder bei der Wiederholung der Pantomime ohne Holzobjekt. Wieder ein anderer Patient, Patient Nr. 7 zeigte einen gegenteiligen Effekt, er war bei der Pantomime mit Holzobjekt deutlich schlechter als bei der freien Pantomime und steigerte seine Leistung in der zweiten freien Pantomime wieder. Diese beiden Patienten zeigten die größte Divergenz der Leistungen zwischen der Pantomime mit und ohne Holzobjekt.

Betrachtet man die klinischen Daten der beiden mit den in der Untersuchung am stärksten voneinander abweichenden Leistungen (Patient Nr. 7 und Patient Nr. 8) fallen dagegen mehr Gemeinsamkeiten als Unterschiede auf. Neben gleichem Alter und Geschlecht war bei beiden Patienten die Hirnschädigung ausgedehnt und zum Zeitpunkt der Untersuchung frisch. Beide Patienten hatten außerdem eine schwere sprachliche Beeinträchtigung, wobei bei Patient Nr. 7 die Durchführung des Aachener Aphasie Tests nicht möglich war (s. Tab. 1, Kap. 2.2).

Es lässt sich somit anhand der verfügbaren Informationen über die Patienten keine Erklärung für die Dissoziation der Leistungen bei der Pantomime mit taktilem Feedback finden. Demnach ist auch sonst keine Voraussage über zu erwartende Leistungsveränderungen bei der Pantomime mit Holzobjekt im Gegensatz zur freien Pantomime möglich. Bei jedem einzelnen Fall wären sowohl Verbesserungen wie auch Verschlechterungen denkbar. Eine Voraussage kann nur soweit gemacht werden, dass ein Patient mit Beeinträchtigung bei freien pantomimischen Darstellungen höchstwahrscheinlich auch weiterhin Schwierigkeiten hat, wenn ihm taktile Feedback durch Holzobjekte geboten wird. Sollte er sich darunter verbessern, dann vermutlich nicht auf das Niveau der Fähigkeiten bei der realen Benützung. Eine signifikante Verbesserung des Gebrauchs im Vergleich zur taktile unterstützten Pantomime ist eines der konstantesten Ergebnisse der Untersuchung.

Vergleich der eigenen Ergebnisse mit den Ergebnissen der älteren Studien

Im Gegensatz zum eigenen Ergebnis fanden Wada et al. in ihrer Untersuchung Verbesserungen der Pantomime mit Holzobjekt bis auf das Niveau des tatsächlichen Gebrauchs. Hierin besteht die größte Abweichung des eigenen Ergebnisses zu der eingangs ausgeführten japanischen Studie. Das Hauptergebnis von Wada, eine Verbesserung der Pantomime nach Aushändigung des Holzstücks, divergiert nur auf den ersten Blick von den eigenen Ergebnissen. Wada et al. beobachteten deutliche Verbesserungen der Pantomime mit taktilem Feedback nur bei vier von neun Patienten; zwar wurde in der Studie bei neun Patienten die Pantomime des Objektgebrauchs getestet, aber nur bei vier Patienten die Pantomime mit Holzobjekt. Dabei wurden keine Kriterien genannt, nach welchen die Patienten für die Testung der taktile unterstützten Pantomime ausgesucht wurden. Das Hauptergebnis der Studie bezieht sich aber nur auf die vier mit Holzobjekt getesteten Patienten. In der eigenen Untersuchung zeigten fünf von neun Patienten Verbesserungen bei der taktilen Pantomime.

Würde man in statistischer Analyse alleine die Leistungen dieser fünf Patienten verwerten, wäre das Ergebnis ebenso eine signifikante Verbesserung bei der Pantomime mit Holzstück ($t_4 = 3.4$, $p = 0.026$). Da aber, wie bereits ausgeführt, die individuellen Leistungen des gesamten Patientenkollektivs in der taktil unterstützten Pantomime breit gestreut waren, zeigt sich bei Berücksichtigung aller Patienten keine signifikante Verbesserung. Es wäre also durchaus denkbar, dass in der japanischen Studie durch Zufall vier Patienten ausgesucht wurden, die sich durch taktilen Feedback verbesserten, sich bei den restlichen fünf Patienten aber gleich bleibende oder sogar schlechtere Leistungen gezeigt hätten. Möglicherweise wäre ein anderes Gesamtergebnis entstanden, wenn bei allen neun Patienten die Pantomime mit Holzobjekt untersucht worden wäre. Insofern steht das eigene Hauptergebnis nicht unbedingt im Widerspruch zu der von Wada vorgelegten Studie. Allerdings bleibt weiterhin zu klären, warum in der eigenen Untersuchung die Verbesserungen bei der taktilen Pantomime nicht das gleiche Ausmaß wie in der japanischen Studie erreichten. Selbst bei alleiniger Betrachtung der fünf taktil besseren Patienten bliebe in der eigenen Untersuchung nach wie vor eine signifikante Verbesserung bei realem Objektgebrauch bestehen ($t_4 = 6.1$, $p = 0.004$). Nun ist aber ein unmittelbarer Vergleich dieser und der japanischen Studie allein aufgrund unterschiedlichen Bewertungsmethoden der Pantomime ohnehin schwierig. Während in der vorliegenden Studie anhand von festgelegten Kriterien bewertet wurde, benützen die Japaner eine subjektivere Methode. Es wurden dort 0 bis 3 Punkte je nach Richtigkeit der Objektbenützung und der Pantomime von einem einzelnen Untersucher vergeben (0 Punkte bei komplett inadäquater Bewegung, 1 Punkt bei ansatzweise richtiger Bewegung, 2 Punkte bei nahezu richtiger Bewegung, 3 Punkte bei richtiger Bewegung). Es liegt keine Reliabilitätsprüfung über die von Mimura et al. entwickelte Methode vor (26). Der in der vorliegenden Arbeit verwendete Bewertungsbogen von Goldenberg et al. wurde dagegen auf seine Reliabilität überprüft und hatte bei voneinander unabhängigen Bewertern eine hohe Übereinstimmung der Ergebnisse gezeigt (13). Allerdings wurde dieser Bogen ursprünglich nur für die Bewertung von Pantomime und nicht für die tatsächliche Benützung entworfen. Es muss deshalb einschränkend hinzugefügt werden, dass manche von Patienten begangene Fehler bei der Benützung mit dem Bewertungsbogen nicht erfasst werden konnten. Beispielsweise hielten einige Patienten den Hammer bei der Anwendung falsch herum und schlugen mit der spitzen Seite auf den Nagel, erhielten aber für die Benützung laut dem Bewertungsbogen volle Punktzahl. Insofern beinhalten die eigene Bewertung sowie subjektivere Einschätzungen von Patientenleistungen nicht vorhersehbare Ungenauigkeiten.

Die Beurteilung von apraktischen Fehlern brachte jedoch schon immer Schwierigkeiten mit sich, die bis heute noch nicht gelöst werden konnten (9). Die Tatsache, dass letztlich entweder weniger objektive Einschätzungen oder Ungenauigkeiten auf Kosten erhöhter Reliabilität in Kauf genommen werden müssen, erschwert den Vergleich von Studien über apraktische Phänomene erheblich. Möglicherweise lassen sich hierdurch einige Unterschiede zwischen beschriebenen Leistungen in unterschiedlichen Studien erklären, was sowohl für Studien mit höheren Patientenzahlen als auch für individuelle Fallberichte zutrifft.

In dem Einzelfallbericht von Graham et al. erfolgte die Bewertung der Leistungen ebenso wie in der japanischen Studie nach subjektiver Einschätzung der Richtigkeit durch den Untersucher. Hierunter verbesserte sich die Pantomime des Patienten zwar bei Zugabe von taktilem Feedback, erreichte dabei aber nicht das Niveau des Gebrauchs. Dies ist wiederum die gleiche Beobachtung, wie sie auch in der eigenen Untersuchung bei einigen Patienten gemacht wurde. Insofern steht das Ergebnis der englischen Studie in keinem Fall im Widerspruch zu den selbst erhaltenen Ergebnissen. Wie oben bereits erwähnt, ist aber der Vergleich von individuellen Patientenleistungen nicht nur wegen verschiedenen Bewertungsmethoden, sondern auch aufgrund der unterschiedlichen Krankengeschichten mit seinen Begleiterscheinungen schwierig. Der von Graham beschriebene Patient litt unter corticobasaler Degeneration mit ausgeprägter beidseitiger Hirnschädigung (auch das Frontalhirn betreffend) und hatte dementsprechend neben beeinträchtigter Pantomime multiple andere Symptome, unter anderem Gebrauchszwang („Utilization behaviour“) und Zwangsgreifen beider Hände (12, 21). Bei dieser Symptomkombination ist eine Verbesserung der taktil unterstützten Pantomime allein dadurch erklärbar, dass die unkontrollierbaren Handbewegungen durch das Ergreifen des Holzstückes eine gewisse Beruhigung erfahren. Bei der Testung der Pantomime mit taktilem Feedback wurden dem Patienten bei verbundenen Augen die neutralen Objekte in die Hand gegeben, bei der freien Pantomime hingegen bekam der Patient die Gegenstände unter einer Verdeckung aus Glas präsentiert, höchstwahrscheinlich gerade um zwanghaftes Ergreifen und Manipulieren zu verhindern. Es liegt nahe zu vermuten, dass insbesondere für diesen Patienten die Pantomime mit leeren Händen bei visueller Präsentation von Gegenständen, die er nicht ergreifen darf, schwieriger war als bei Ergreifen von Holzobjekten, da dadurch die Konzentration auf die eigentliche Aufgabe erhöht werden konnte. Insofern lässt sich die Verbesserung des Patienten bei der Pantomime mit taktilem Feedback in der englischen Fallstudie sogar einfacher erklären als bei den einzelnen Patienten in der eigenen Untersuchung.

Ebenso sind die besseren Leistungen der Patienten in der taktilen Bedingung in der Studie von de Renzi et al. leichter nachzuvollziehen. Der wesentliche Unterschied zur eigenen und auch zu den beiden anderen Studien besteht darin, dass bei de Renzi in der taktilen Bedingung die echten Gegenstände und keine Holzobjekte verwendet wurden. Da die Gebrauchsdemonstration ohne visuelle Kontrolle stattfinden sollte, wurden den Patienten die Augen verbunden und die Gegenstände in richtiger Ausrichtung in die Hand gelegt. Es handelt sich somit bei dieser Versuchsanordnung eigentlich eher um eine Objektanwendung ohne visuellen Feedback als um eine Pantomime mit taktilem Feedback. De Renzi geht aber selber, wie auch die anderen Autoren, davon aus, dass die visuelle Kontrolle bei einer Objektbenützung weniger entscheidend ist als die taktile. Insofern ist eine Verbesserung der Patienten bei dieser Versuchsanordnung, welche im Prinzip die Demonstration des Gebrauchs der Objekte mit verbundenen Augen darstellt, nicht verwunderlich. Graham beschreibt die gleiche Beobachtung: die Wegnahme von visueller Kontrolle beeinträchtigte die Gebrauchsdemonstration nur in geringerem Maße. Im Gegenteil müssen eher Überlegungen dazu angestellt werden, warum bei de Renzi in dieser Versuchsanordnung bei einigen Patienten (21 %) Auffälligkeiten beobachtet wurden. Eventuell ist hierbei zu bedenken, dass den Patienten nur das Objekt und nicht das zugehörige Gegenstück präsentiert wurde. Wie weiter oben angemerkt, müssten bei der Objektbenützung die mechanischen Gegebenheiten des Objektes selber, des Anwendungsgebiets sowie des Gegenstückes eine wichtige Rolle spielen. Fehlen Teile der bei der tatsächlichen Anwendung vorhandenen Umstände, so wird vermutlich auch die Demonstration der Anwendung schwieriger. Die von de Renzi et al. ausgesuchten Items beinhalteten je mehr oder weniger komplexe mechanische Umstände bei ihrer Anwendung, die außerdem in verschiedenem Ausmaß vom Gegenstück beeinflussbar waren (Hammer, Radiergummi, Fächer, etc.). Somit hatte die Testung der taktilen Bedingung bei den einzelnen Items wahrscheinlich in unterschiedlichem Ausmaß Ähnlichkeit mit der realen Benützung. Beispielsweise unterscheidet sich die Benützung eines Fächers mit verbundenen Augen nicht wesentlich von der realen Anwendung, bei der sowieso keine kontinuierliche visuelle Kontrolle erfolgt. Die Demonstration einer Hammerbenützung mit verbundenen Augen ohne Gegenstück ist hingegen eine ziemlich andersartige Anforderung, die einer pantomimischen Darstellung wiederum ähnlicher kommt. Als Leistungsmaß der Patienten wurde die Summe der Leistungen bei allen Items zusammen betrachtet, eine Differenzierung der Leistungen bei einzelnen Items war nicht aufgeführt, was eventuell interessant gewesen wäre. Wie in der Einleitung erläutert, ging de Renzi davon aus, dass bei der Benützung von

Objekten und seiner pantomimischen Darstellung das gleiche motorische Programm aktiviert werden muss, die Aktivierung bei realer Anwendung unter taktiler Führung aber leichter ist. Aufgrund seiner Beobachtung, dass zwei Patienten bei taktiler Auslösung der Bewegung deutlich größere Schwierigkeiten als bei den anderen Aufgaben hatten, folgert er, dass die sensorische Zuleitung der einzelnen Modalitäten zu diesem motorischen Zentrum isoliert geschädigt werden kann. In der vorliegenden Arbeit sollte ein anderer Aspekt der Pantomime, nämlich die Notwendigkeit, die bei der Anwendung entstehenden mechanischen Umstände heraus zu filtern, beleuchtet werden. Demnach wären die Pantomime mit und ohne taktilen Feedback vergleichbare Aufgaben, und es wäre erklärbar, weshalb in der eigenen Untersuchung keine konformen Verbesserungen bei der taktilen Pantomime gefunden wurden. Warum aber in de Renzis Studie zwei Patienten in einer dem Gebrauch ähnlichen pantomimischen Aufgabe größere Schwierigkeiten hatten, als bei den anderen pantomimischen Aufgaben, kann mit der selbst vertretenen Hypothese letztlich nicht erklärt werden. Ebenso muss die Frage offen bleiben, warum in der eigenen Untersuchung die Leistungen der Patienten in der taktilen Bedingung stärker schwankten als in der freien Pantomime und bessere sowie schlechtere Leistungen hierbei vorkamen.

Abschließende Bemerkungen

Bei Betrachtung der Leistungen aller Patienten der eigenen Untersuchung wurde folgende Beobachtung gemacht: Der taktile Input von formähnlichen Holzobjekten reichte nicht aus, um eine dem Gebrauch adäquate Pantomime zu provozieren.

Aus diesem Ergebnis wurde eine Annahme abgeleitet, nach der pantomimische Darstellungen des Objektgebrauchs weitere Leistungen des Gehirns erfordern würden, als die Aktivierung von bei der Anwendung benützten motorischen Programmen in Abwesenheit von taktilen Feedback. Es wird die Vermutung angestellt, dass eher die Abwesenheit der bei der Anwendung entstehenden mechanischen Umstände für eine Pantomime von Bedeutung ist, als der Mangel des taktilen Feedbacks an sich. Hieraus könnte die Notwendigkeit entstehen, mechanisch wirkende Kräfte, die bei der Anwendung automatisch bestimmend wirken, zu erkennen. Möglicherweise macht die hierzu geforderte Abstraktionsfähigkeit und Kreativität einen nicht unerheblichen Teil der Schwierigkeit von pantomimischen Darstellungen aus. Die Tatsache, dass Defizite bei der Pantomime hauptsächlich bei Patienten mit linksseitigen

Hirnschädigungen auftreten, lässt vermuten, dass die bei einer Pantomime geforderten wesentlichen Funktionen von der Intaktheit der linken Hemisphäre abhängen. Weitere Aussagen über die von der linken Hemisphäre geforderten Leistungen bei einer Pantomime treffen zu wollen, würde den Rahmen dieser Arbeit übersteigen.

Bei der Interpretation der individuellen Patientenergebnisse fiel vor allem eine breite Streuung der Leistungen bei der Pantomime mit taktilem Feedback auf.

Interessant war außerdem eine tendenzielle Abhängigkeit zwischen Leistungsverbesserungen bei der Pantomime mit Holzobjekt und guten Ergebnissen bei der Testung von Abstraktionsfähigkeiten (Token Test). Die Annahme, dass für den Profit von Ersatzobjekten eine hohe Abstraktionsfähigkeit hilfreich ist, musste durch einen Patienten mit widersprüchlicher Symptomatik verworfen werden.

Im Vergleich der eigenen mit den älteren Studien über Pantomime mit taktilem Feedback fanden sich sowohl unterschiedliche wie auch übereinstimmende Ergebnisse. Nach genauerer Analyse stehen die eigenen Ergebnisse nicht unbedingt im Widerspruch zu den anderen Studien. Die selbst erarbeitete Hypothese über die Rolle des taktilen Feedbacks bei der Pantomime kann einige, aber zugegebenermaßen nicht alle in den Untersuchungen beobachteten Phänomene erklären. Manche Ergebnisse bei der Pantomime mit Holzobjekt lassen sich eher durch die Konstellation der individuellen Fälle erklären, als durch eine allgemeingültige Hypothese. Dies steht zwar nicht im Widerspruch zu generellen Schlussfolgerungen, ist aber nicht immer erfolgreich. Zumindest verdeutlicht es die Notwendigkeit, sich bei der Beobachtung von Symptomen nach Hirnschädigungen stets die individuellen Krankengeschichten vor Augen zu halten. Dies gilt besonders, wenn aus Beobachtungen der Verhaltensweisen von einer geringen Patientenzahl allgemeingültige Modelle abgeleitet werden sollen.

Gestörte Pantomime des Objektgebrauchs bei Patienten mit linksseitiger Hirnschädigung ist ein bemerkenswertes Phänomen, welches zur Klärung noch viel weiterer Forschung bedarf. Wie eingangs bereits erwähnt, ist die Erforschung der Hirnfunktionen eine große Vision, bei der mehr offene als geklärte Fragen im Raum stehen. Aber gerade das macht ja die Erforschung der Hirnfunktionen und die Neuropsychologie so interessant und spannend.

5 ZUSAMMENFASSUNG

Patienten mit linksseitigen Hirnschädigungen zeigen häufig Schwierigkeiten bei der Pantomime des Gebrauchs von Alltagsgegenständen, auch wenn sie die gleichen Gegenstände bei Aushändigung korrekt anwenden können. In der vorliegenden Arbeit wurden Überlegungen dazu angestellt, welche Rolle dem Mangel an taktilem Feedback bei pantomimischen Darstellungen zukommt.

Dazu wurde bei 9 Patienten mit linksseitiger Hirnschädigung die Pantomime des Objektgebrauchs, die Pantomime mit taktilem Feedback in Form von neutralen Holzobjekten und der reale Objektgebrauch anhand von 12 Items untersucht. Alle 9 untersuchten Patienten waren zur korrekten Benützung der echten Gegenstände in der Lage, hatten aber Schwierigkeiten bei der Pantomime. Insgesamt betrachtet waren die Patienten in der Pantomime mit taktilem Feedback nicht deutlich besser als in der freien Pantomime. Die individuellen Patientenleistungen wiesen allerdings Schwankungen auf. Es fanden sich bei der Pantomime mit Holzobjekt im Vergleich zur freien Pantomime sowohl Verbesserungen, wie Verschlechterungen, als auch gleichwertige Leistungen. Aus diesem Ergebnis wurde geschlussfolgert, dass bei den Patienten der Mangel an taktilem Feedback an sich nicht die alleinige Ursache für Schwierigkeiten bei pantomimischen Darstellungen darstellte. Viel mehr könnte hierbei der Mangel an den bei der Anwendung entstehenden mechanischen Umständen eine entscheidende Rolle gespielt haben. Es wurden Überlegungen angestellt, nach denen bei tatsächlicher Benützung von Objekten die Bewegungen an äußerlich vorgegebene Voraussetzungen angepasst werden, dahingegen bei einer Pantomime keine Adaptationsmöglichkeit besteht. Zusätzlich zum Fehlen der sensiblen Rückmeldung müssten demnach bei einer Pantomime diese bei der Anwendung bestimmenden Faktoren erkannt und indirekt dargestellt werden. Möglicherweise besteht hierin eine der Herausforderungen bei der Pantomime des Objektgebrauchs.

6 LITERATURVERZEICHNIS

- (1) Barbieri, C., De Renzi, E. The executive and ideational components of apraxia. *Cortex* 24 (1988) 535-544
- (2) Basso, A., Capitani, E., Della Sala, S., Laiacona, M., Spinnler, H. Ideomotor apraxia: a study of initial severity. *Acta. Neurol. Scand.* 76 (1987) 142-146
- (3) Beaumont, J.G. „Einführung in die Neuropsychologie“
Psychologie Verlags Union, München und Weinheim, 1987, 11
- (4) Damasio, H., Damasio, A.R. „Lesion analysis in neuropsychology“
Oxford University Press, New York, Oxford, 1989
- (5) De Renzi, E., Pieczuro, A., Vignolo, L.A. Ideational apraxia:
a quantitative study. *Neuropsychologia* 6 (1968) 41-52
- (6) De Renzi, E., Motti, F., Nichelli, P. Imitating gestures: a quantitative
approach to ideomotor apraxia. *Arch. Neurol.* 37 (1980) 6-10
- (7) De Renzi, E., Faglioni, P., Sorgato, P. Modality-specific and supramodal
mechanisms of apraxia. *Brain* 105 (1982) 301-312
- (8) De Renzi, E., Lucchelli, F. Ideational apraxia. *Brain* 111 (1988)
1173-1185
- (9) Goldenberg, G. Praxie. In: „Neuropsychologische Diagnostik“,
v. Cramon, D.Y., Mai, N., Ziegler, W. (Hrsg.), VCH, 1993
- (10) Goldenberg, G., Hagmann, S., Tool use and mechanical problem solving in
apraxia. *Neuropsychologia* 36, 7 (1998) 581-589
- (11) Goldenberg, G. Apraxie. In: „Lehrbuch der klinischen Neuropsychologie“
Sturm, W., Herrmann, M., Wallesch, C.W. (Hrsg.),
Swets & Zeitlinger Publishers, Lisse, NL, 2000, 452-461
- (12) Goldenberg, G. „Neuropsychologie: Grundlagen, Klinik, Rehabilitation“
Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 2002, 3.Auflage, 124-147

-
- (13) Goldenberg, G., Hartmann, K., Schlott, I. Defective pantomime of object use in left brain damage: apraxia or asymbolia. *Neuropsychologia* 41 (2003) 1565-1573
- (14) Goldenberg, G. Apraxia and beyond: life and work of hugo liepmann. *Cortex* 39 (2003) 509-524
- (15) Goodale, M.A., Jakobson, L.S., Keillor, J.M. Differences in the visual control of pantomimed and natural grasping movements. *Neuropsychologia* 10 (1994) 1159-1178
- (16) Goodglass, H., Kaplan, E. Disturbance of gesture and pantomime in aphasia. *Brain* 86 (1963) 703-720
- (17) Graham, N.L., Zeman, A., Young, A.W., Patterson, K., Hodges, J.R. Dyspraxia in a patient with corticobasal degeneration: the role of visual and tactile inputs to action. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiat.* 67 (1999) 334-344
- (18) Hartje, W., Poeck, K. „Klinische Neuropsychologie“, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 2000, 4. Auflage
- (19) Huber, W., Poeck, K., Willmes, K. The Aachen Aphasia Test. In: „Advances in Neurology: Progress in aphasiology“, Rose, F.C. (Ed.), Raven Press, New York, 1984, 291-303
- (20) Laimgruber, K., Goldenberg, G., Hermsdörfer, J. Manual and hemispheric asymmetries in the execution of actual and pantomimed prehension. *Neuropsychologia* (2004): in press
- (21) Lhermitte, F. Utilization behaviour and its relation to lesions of the frontal lobes. *Brain* 106 (1983) 237-255
- (22) Liepmann, H. Die linke Hemisphäre und das Handeln. *Münchener medizinische Wochenschrift* 52, 2b (1905) 2375-2378
- (23) Liepmann, H. „Drei Aufsätze aus dem Apraxiegebiet: die linke Hemisphäre und das Handeln“ Karger, Berlin, 1908
- (24) Mc Donald, S., Tate, R., Rigby, J. Error types in ideomotor apraxia: a qualitative analysis. *Brain. Cognit.* 25 (1994) 250-270
- (25) Meier, E., Cohen, R., Koemeda-Lutz, M. Short-term memory of aphasics in comparing Token Test stimuli. *Brain. Cognit.* 12 (1990) 161-181

-
- (26) Mimura, M., Fitzpatrick, P.M., Albert, M.L. Long-term recovery from ideomotor apraxia. *Neuropsychiatry. Neuropsychol. Behav. Neurol.* 9 (1996) 127-132
- (27) Poeck, K., Lehmkuhl, G. Das Syndrom der ideatorischen Apraxie und seine Lokalisation. *Nervenarzt* 51 (1980) 217-225
- (28) Poeck, K. Ideational apraxia. *J. Neurol.* 230 (1983) 1-5
- (29) Rothi, L.J., Ochipa, C., Heilman, K.M. A cognitive neuropsychological model of limb praxis. *Cognitive Neuropsychology* 8 (1991) 443-458
- (30) Rothi, L.J., Heilman, K.M. „Apraxia: The Neuropsychology of action“ Psychology Press, Hove, East Sussex, UK, 1997
- (31) Roy, E. A., Hall, C. Limb apraxia: a process approach. In: „Vision and motor control“, Proteau, L., Elliot, D., Elsevier Science Publishers, Amsterdam, 1992, 261-282
- (32) Roy, E.A., Heath, M., Westwood, D., Schweizer, T.A., Dixon, M.J., Black, S.E., Kalbfleisch, L., Barbour, K., Square, P.A. Task demands and limb apraxia in stroke. *Brain. Cognit.* 44 (2000) 273-279
- (33) Salmaso, D., Longoni, A.M. Problems of assessment of hand preference. *Cortex* 21 (1985) 533-549
- (34) Schnider, A. „Verhaltensneurologie“ Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1997
- (35) Schnider, A., Hanlon, R.E., Alexander, D.N., Benson, D.F. Ideomotor apraxia: behavioral dimensions and neuroanatomical basis. *Brain. Lang.* 58 (1997) 125-136
- (36) Tate, R. L., Mc Donald, S. What is apraxia? The clinician's dilemma. *Neuropsychol.Reh.* 5 (1995) 273-297
- (37) Wada, Y., Nakagawa, Y., Nishikawa, T., Aso, N., Inokawa, M., Kashiwagi, A., Tanabe, H., Takeda, M. Role of somatosensory feedback from tools in realizing movements by patients with ideomotor apraxia. *Eur. Neurol.* 41 (1999) 73-78

Dank

Ich möchte mich bei meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr. Goldenberg für die Überlassung des interessanten Themas und für seine zu jederzeit freundliche Hilfe und wohlwollende Unterstützung in einer sehr angenehmen Arbeitsatmosphäre bedanken.

Außerdem bedanke ich mich bei meinem Betreuer Herrn PD Dr. Hermsdörfer für seine stets geduldigen Erklärungen und für seine tatkräftige Mithilfe beim Fortgang meiner Arbeit. Ich danke auch sämtlichen anderen Mitarbeitern der Entwicklungsgruppe Klinische Neuropsychologie und den Mitarbeitern der Abteilung für Neuropsychologie des städtischen Krankenhauses München Bogenhausen für das sehr schöne Arbeitsklima.

Ich möchte mich außerdem besonders bei meinem Bruder Jakob Hentze bedanken, der die schönen Bilder der Hände gezeichnet und mir für meine Arbeit überlassen hat.

Vielen Dank Tio.