

Patient mit unwillkürlicher Imitationsneigung von Handbewegungen nach Thalamusinfarkt: Dissoziation von willkürlicher und unwillkürlicher Bewegungskontrolle

C. Dettmers

Zusammenfassung

Es wird ein 62-jähriger Patient beschrieben, der vor elf Jahren eine intrazerebrale Blutung erlitten hatte, die eine kleine lakunäre Läsion im hinteren Anteil des Thalamus auf der rechten Seite hinterlassen hatte. Er beschreibt, dass ihn seine Frau immer wieder dabei ertappt, dass seine linke, vom Schlaganfall betroffene Hand unwillkürlich Bewegungen anderer Leute, die er beobachtet, imitiert. Im neurologischen Untersuchungsbefund zeigt der Patient ein hochgradiges sensibles Halbseitensyndrom für die linke Seite, eine sensible Ataxie und pseudoathetotische Bewegungen mit der linken Hand. Im Gespräch wirkt er weitschweifig, umständlich, wenig strukturiert und sich wiederholend. Er schildert zahlreiche Episoden, in denen er plötzlich realisiert, dass seine linke Hand Handlungen ausführt, die er bei anderen Menschen gerade beobachtet.

Dieses Phänomen stellt vermutlich ein Reorganisationsphänomen dar, das sich Jahre nach dem Thalamusinfarkt langsam progredient einstellt. Treibende Kraft dieser progredienten, plastischen Veränderungen ist möglicherweise die Tatsache, dass der Patient aufgrund der hochgradigen Sensibilitätsstörung den Eindruck hatte, er muss seine linke Hand ständig und genau visuell kontrollieren. Diese jahrelange Gewohnheit des Patienten, Handaktionen visuell zu kontrollieren, hat möglicherweise entsprechend der Hebb'schen Regel die Assoziation zwischen visuellen Eindrücken und Handmotorik zunehmend gestärkt. Gleichzeitig verdeutlicht die Dissoziation zwischen willkürlicher und unwillkürlicher Kontrolle der Handmotorik, dass diese zwei Mechanismen auf unterschiedlichen neuronalen Regelkreisen beruhen.

Schlüsselwörter: Thalamus, Thalamusinfarkt, Imitation, Imitationsneigung, Spiegelneurone, unwillkürliche Bewegungskontrolle

Kliniken Schmieder Konstanz

Einleitung

Seit fast 20 Jahren ist das Spiegelneuronensystem zunehmend in das Bewusstsein der Neurologen und auch von Laien gekommen [5]. Es ist offensichtlich, dass das Spiegelneuronensystem mitverantwortlich ist für den motorischen und sprachlichen Lernprozess im Kindesalter und vermutlich auch für seine Verhaltensentwicklung [1, 13, 14]. Bereits Babys haben die Fähigkeit, lächelnde Gesichter als solche zu erkennen und mit einem Lächeln zu beantworten. Auch andere Gesichtsausdrücke, wie einen spitzen Mund machen oder die Zunge herausstrecken, werden von den Babys imitiert. Später setzt sich diese Entwicklung im jugendlichen Alter in dem Sinne fort, dass Kleinkinder die Neigung haben, Erwachsene zu imitieren und sich dabei vieles anschauen. Auch im Erwachsenenalter kennen wir das Phänomen, das sich bestimmte Körperhaltungen, Verhaltensweisen oder

z.B. Gähnen »ansteckend« auf die Umherstehenden auswirkt.

In der folgenden Fallbeschreibung wird ein Patient charakterisiert, dessen linke, vom Schlaganfall betroffene Hand immer wieder in Zeiten des abwesenden Beobachtens unwillkürlich Handlungen imitiert, die der Patient sieht.

Angaben des Patienten

In einem Interview beschreibt der Patient z.B., dass er morgens beim Frühstück feststellt, dass seine linke Hand Bewegungen ausführt, als ob er ein Brot bestreiche, während er einem anderen Patienten bei der Frühstückseinnahme zuschaut:

»So, es ist so, wenn ich jetzt, es ist ja nicht nur bei meiner Frau [...] Ich merke das ja auch, ich war jetzt beim Frühstück. Da hat er sein Brot geschmiert, hat Butter

Involuntary imitation of hand movements after thalamic infarct

C. Dettmers

Abstract

A 62-year-old patient is described, who suffered from a small intracerebral bleeding eleven years earlier. He had a small lacunar lesion in the posterior part of the right thalamus. He reports that his wife often finds him imitating actions of other people whom he observes with his left hand, which was affected by the stroke.

His neurologic exam reveals a left-sided anaesthesia, a sensory ataxia and pseudoathetotic movements of the left hand. He appears logorrhic with difficulties to focus and explain precisely. He describes numerous episodes, where he finds himself in a situation, where his left hand imitates actions which he observes without being aware of his left hand doing so.

This phenomenon started only recently within the last years and appears to be progressive, restricted to the left hand affected by the stroke. He explains that he always has to concentrate very hard to control his left hand visually, because he has no sensory feedback from his left hand. We hypothesize that the intensive visual control of left-sided hand actions induced increased strengthening of the visual motor connections according to Hebb's rule. The dissociation of absent involuntary and normal voluntary control of left hand actions suggests, that these two control mechanisms have different neural substrates.

Key words: thalamic infarcts, anaesthesia, cognitive control, involuntary control, involuntary imitation, response inhibition

Neurol Rehabil 2012; 18 (6): 365–370

© Hippocampus Verlag 2012

aufgemacht ja und noch ein bisschen gesprochen und so und dann merk ich, seh ich, nimmt er sein Messer und da habe ich schon angefangen, meine Hand zu bewegen und habe ich schon so simuliert und mache jetzt da mit. Also ich will jetzt da auch die Butter rausschälen und aber nur, wenn ich jetzt hingucke, wenn ich ganz genau auf den, hinschaue auf den mir gegenüber und beobachte, was sie genau macht, also und daheim ist es genauso z.B. [...]. Ja, wenn sie [gemeint ist die Ehefrau] jetzt was macht, sie hebt die Pfanne hoch ja und dann kann passieren, dass dann eben, dass ich die Pfanne mitnehme oder sie tut vom Brettl, wo sie was geschnitten hat, nimmt sie dann zur Hand und macht das dann rein, ja. Dann gucke ich da zu und versetze mich so in die Lage, wie wenn ich selber in der Küche wäre und das dann einfach so ummache [...] weil rechts ist ja gut, rechts kann ich es ja machen, irgendwie komischerweise mach ich das ja, diese Bewegung aber nur mit der Linken wieder, dass ich alles versuche das mit der Linken zu machen, eben festzuhalten und runter zu drücken oder Zwiebel schneiden [...].«

An anderer Stelle formuliert er in dem Versuch, die Handbewegungen seiner linken Hand zu beschreiben:

»Also, da sitze ich dann da und schreibe noch was und dann halte ich meist meine Hand so, ich tue sie mal so hin, wenn der Druck so groß ist [umfasst mit seiner rechten Hand den linken Oberarm und meint den Muskeltonus oder den Bewegungsdrang] der Luftdruck steigt oder sinkt, dann ist das schlecht. So und dann sitze ich dann da und [...] schaue ihr zu wie sie [...] oder sie [gemeint ist die Ehefrau] macht drüben am Schreibtisch was oder sie macht um den Wohnzimmertisch was auf und dann da, in dem Moment, wo ich hingucke, was macht sie denn jetzt, hebt sie da was runter, und dann geht es schon los bei mir. Aber ich habe ja [...] Wenn ich jetzt da was selber mache, ist ja ganz klar, ich muss alle Bewegungen, alle Bewegungen, die ich mache, wie jetzt so alle arbeite ich mit Sichtkontakt, also ich muss Sichtkontakt sowieso

haben beim Laufen, beim Gehen, auch beim Hochheben z.B. so dass ich sie jetzt so hochhebe, das ging nicht. [Er hebt ein Döschen hoch, um zu zeigen, dass das nur mit Sichtkontakt geht.] Also muss ich sehen, dass ich den hier so hab', tu dies dann da so rein und sag jetzt, das kann ich sowieso nicht machen, ich wills machen, aber der Sichtkontakt zu der Person, zur anderen, die ich jetzt habe, also unbewusst, wie wenn ich irgendetwas machen soll unbewusst, ja und, führt dazu, dass ich zu der Person hingucke, und in dem Moment, wo ich hingucke, gucke ich auch in den Bewegungsablauf, was macht der, so, und dadurch geht es bei mir schon los. Entweder geht der Arm hoch, wenn der was runterholt [...] und ich sitz da, sagt der Karl: »Was machst du denn da?« Da hat er den Aktenordner rausgeholt [...] da sitz ich da und heb die Hand hoch. Dabei sitze ich ja ungefähr so weit weg wie hier von den Zeitschriften [zeigt auf ein Bücherregal] oder den Ordnern da. Geh ich hoch und guck sogar nach oben, wegen der [...] guck ihm nach, was macht der, der vor mir steht, habe den Ordner geholt und habe ihn dann so getan wie wenn ich ihn zu mir hinstelle. Dieses Phänomen ist aber bei jedem, egal was ist, ist bei jedem, da bin ich immer dabei und ich kann das, das kommt automatisch. Ich kann nicht sagen: »Jetzt sitz einmal ruhig da«, und so, in dem Moment, wo ich sage, ich sitze ruhig da, ja gut, ich kann nicht sagen: »Jetzt guckst du mal nicht hin«, aber das hält nicht lange aus durch diesen Sichtkontakt, den ich überall haben muss, falle ich genau wieder in diese Falle rein und arbeite sofort mit dem mit, egal was er macht. Neulich beim Auto das Auto aufgemacht [...] so ein Dings reingemacht, so eine Birne hat er gewechselt. Ich kann sie jetzt nicht mehr wechseln, weil ich muss es festhalten, so, steh ich daneben, haben wir die Birne rausgemacht [...] und da habe ich schon, da hat er gedreht und dann habe ich schon mitgedreht und so gemacht, dass die Birne rauskommt, und da hat er gefragt: »Was machst du denn?« Ja, sag ich, das begreifst du nicht. Ich hab das gewechselt, ich habe die Birne mit der linken Hand gelöst. Normal würd ich heute noch [...]weil es ja nicht ging, aber ich bin da, in dem Moment ist alles weg, in dem Moment fokussiere ich mich nur auf den, auf die Arbeit, was der macht. Da ist alles andere ausgeschaltet. Auch wenn er erzählt, was ist. Weiß sofort, mache ich das mit. Und gut, wenn er dann fertig ist, mach ich den Deckel zu. Anders ist ja, wenn ich den Frostschutz selber reinmache oder mach selber was rein. Da muss ich den Deckel hochmachen, da bin ich mit mir beschäftigt [...]. In dem Moment, wo ich mit mir beschäftigt, und ich was machen will, da kann er machen, was er will, weil ich muss ja den Sichtkontakt wieder auf meine Seite richten. Ich muss den Blick auf mich richten, so jetzt habe ich den Deckel, muss auch runter machen und dann mache ich wieder zu. So und so. Da kann der fuchteln, was er will, denn ich muss ja das fertig machen, was ich jetzt was ich angefangen hab. Also diesen Schutzschild in Scheibenanlage, den Frostschutz soll man reinmachen, so, da bin ich beschäftigt [...], aber kaum ist das Türle zugemacht, kommt meine Frau runter und macht Sachen aufhängen, was stellst du schon wieder an. Das sind so die Sachen, diesen Blickkontakt, den ich habe, es ist ja gar nicht unbewusst, weil ich ja selber gucken muss, was mach ich hier. Wo ist was? Und dadurch, wenn ich selber nix zu tun habe, dann sehe ich ihr zu, was macht sie jetzt, und dann sage ich, soll oder kann ich dir was helfen, so, und dann macht sie den Kindersitz raus und dann bin ich schon dabei und heb das Ding hoch. So bescheuert, sag ich zu mir, aber es ist schon in Ordnung, weil ich merke ich dann selber auch, da ist was los, der Arm bewegt sich, da tut sich was. Es tut sich was im Bewegungsablauf. Es tut sich was, wo es herkommt ist, weiß ich nicht. Aber es tut sich was. Ich bin durch diese Bewe-

gungen dann wieder und das ist in letzter Zeit immer, ich sag nicht schlimmer, sie sind immer mehr geworden, dass ich zu allen Funktionen und ich merk es selber nicht, was ich da fuchtele. Und dann bin ich wie abgeschaltet und dann merk ich selbst, wenn einer wieder guckt, was machst du einen Kaffee auf? Sitze drin und mache mein Ding auf und sitze da und denk, was guckt denn der so. Ist egal, der guckt, weil ich da etwas mitgemacht habe, bei der Schwiegermutter ihren Kuchen gegessen hat ja und da so bescheuert bin ich hin und sie nimmt des und macht so, ja, da sitze ich da und mach auch schon so und meine Frau guckt schon wieder und der andere guckt auch und dann habe ich erst gemerkt: Mensch, du isst ja mit der linken Hand mit, obwohl du nichts mehr auf dem Teller hast und du nicht essen könntest [...].

Früher habe ich mal versucht, einmal selber etwas zu machen und die Gabel so genommen und ein Schnitzel reingestochen, ja jetzt hast du es erwisch. Kaum wollte ich ansetzen, kommt diese Bewegung, ja und der hat zwei Schnitzel auf seinem Teller und ich keins. Das war diese ruckartige Bewegung nach vorne [...] aber diese Phänomene sind da. Das ist mir damals aufgefallen vor, so vor einem Jahr noch nicht so [...] auf jeden Fall hat sich das immer sehr verbreitet, immer mehr [...] Ich merke es dann erst, wenn die Hand geht hoch z. B. so [...]. Und dann merke ich aber auch schon, wenn es zu weit ist, der Druck wird größer, dieser, dieser, also nicht Schmerz, so ein Druck am Arm. Und wenn ich diesen Druck merke, bereitet sich der Arm schon vor, dass ich irgendetwas mache, was der Gegner macht. Es fängt dann schon an [...].«

Er beschreibt, wie er einem Freund beim Austauschen einer Scheinwerferglühbirne beim Auto zuschaut. Dabei realisiert er, wie seine linke, betroffene Hand Bewegungen ausführt, als ob sie die Glühbirne des Scheinwerfers herausdreht. Besonders überrascht ist er, dass dies immer wieder durch seine beeinträchtigte, linke Hand passiert, nicht durch die gesunde Hand, mit der er selbst eine solche Tätigkeit ausführen würde. Später beschreibt er, dass er sich ertappt, wie er seinem linken Arm nach oben hinterher schaut, wie er eine Bewegung durchführt, als ob er einen Ordner vom Regal nehme und ihn auf einen Tisch stelle. Dies sei geschehen, obwohl er in weiter Entfernung von dem Regal gesessen habe. Er habe lediglich seinen Freund beobachtet, wie dieser einen Ordner vom Regal genommen habe und diesen auf dem Tisch abgelegt habe. Eine amüsante Episode war, als seine Schwiegermutter zum Kaffeetrinken eingeladen war. Er selbst hatte seinen Kuchen bereits aufgegessen. Die Schwiegermutter war jedoch im Gespräch mit ihrer Tochter etwas langsamer und nahm sich immer wieder mit der Gabel ein Stück von ihrer Torte. Dies imitierte der Patient offensichtlich, ohne dass er selbst noch ein Kuchenstück auf dem Teller hatte. Die Schwiegermutter reagierte recht irritiert auf dieses sonderbare Verhalten und seine Frau stieß ihn mit dem Ellenbogen in die Rippen und fuhr ihn an, dass er dieses Verhalten gefälligst sein lassen solle.

Anamnese

Der 62-jährige Patient hatte vor elf Jahren vermeintlich eine rechtshemisphärische intrazerebrale Blutung erlitten. Die Kernspintomographie zeigte einen kleinen lakunären

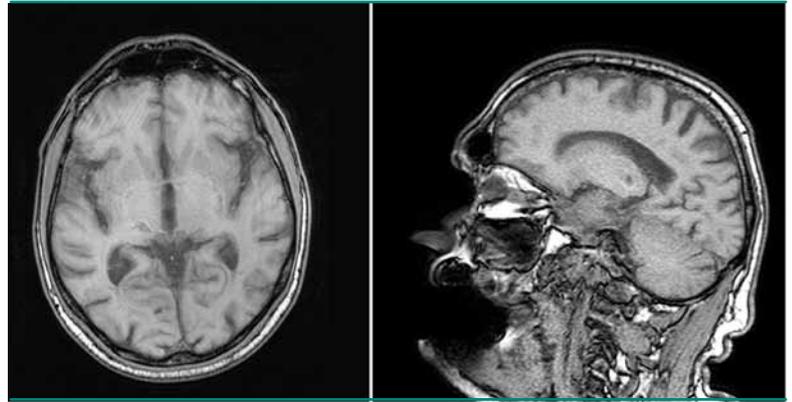


Abb. 1: Das T1-gewichtete MRT zeigt eine lakunäre Läsion im hinteren Thalamus rechts

Infarkt im hinteren Thalamus, vermutlich im Pulvinar bzw. Versorgungsgebiet der Arteria thalamo-geniculata.

Nach seinen aktuellen Beschwerden und dem Grund für die erneute Rehabilitation befragt, gab er an, dass die Feinmotorik der linken Hand hochgradig beeinträchtigt sei und er diese kaum sinnvoll einsetzen könne, allenfalls für Haltefunktionen. Sein Gangbild sei unsicher und er müsse »alles visuell kontrollieren«.

Der Patient war gelernter Maschinenschlosser und als solcher bis 1972 tätig. Anschließend arbeitete er als Versicherungsangestellter. Auch nach dem Infarkt war er weiterhin vollschichtig tätig. Im Aufnahmebefund wurde diese Tätigkeit als »reduziert« bezeichnet, offensichtlich im qualitativen Sinn. Kurz vor der Rehabilitation hatte der Patient den Antrag auf eine vorzeitige Altersrente gestellt. In den letzten Jahren war er nebenberuflich offensichtlich auch noch als Lehrer an einer Musikschule für Gitarre und Schlagzeug tätig. Danach gefragt, wie er mit der linken Hand schaffe, einen Schlegel für das Schlagzeug zu führen, versuchte er dies auf sehr umständliche Art und Weise zu erklären und vorzumachen.

Im neurologischen Untersuchungsbefund zeigte er einen erhöhten Muskeltonus auf der linken Seite. Die Hand bewegte sich häufig dyston-unruhig, am ehesten im Sinne einer Pseudoathetose. Er hatte keine sichere Kraftminderung, aber eine deutliche Störung der Feinmotorik. Die Hand war leicht ataktisch. Es bestand eine hochgradige Hypästhesie der linken Körperhälfte für alle Qualitäten.

Neuropsychologisch wirkte der Patient weitschweifig, umständlich und wenig strukturiert. In dem Interview wiederholte er sich häufig. Er erzählte beständig von diesem Phänomen, ohne es genau charakterisieren zu können. Er schien Schwierigkeiten zu haben, den Fehler abstrahieren zu können und neigte zum Konkretistischen. So erzählt er z. B.: »Wenn die Spannung, der Druck im Arm zunimmt – Druckänderungen, ja, wenn der Luftdruck sich ändert, ist das ganz ungünstig [...].«

Kommentar zum Interview

Bei dem Versuch, das Phänomen zu filmen, kommt es zu keiner vergleichbaren Situation. Der Patient kom-

Typische Ausfallserscheinungen bei einem Thalamusinfarkt im

Bereich der A. thalamogeniculata:

- Sensible Halbseitensyndrome
- Zentrale Schmerzsyndrome (Dejerine-Roussy)
- Sensible Hemiataxie
- Choreiforme, dystone Bewegungsmuster
- Körperschemastörung
- Anosognosie
- Neuropsychologische Defizite vor allem bei frontalen Kerngebieten, Sprachstörungen, Neglekt

Kasten 1: Typische Ausfallserscheinungen bei einem Thalamusinfarkt im Bereich der A. thalamogeniculata

mentiert dies mit dem Hinweis, dass das natürlich nicht passiere, wenn er darauf achte oder daran denke. D. h. die willkürliche Kontrolle ist intakt. Es kommt lediglich wiederholt dazu, dass der Patient seine linke Hand unter die rechte Achselhöhle oder zwischen die Beine einklemmt, um sie ruhig zu halten oder unwillkürliche Bewegungen zu verhindern.

Er beschreibt, dass die linke Hand eigenständig hantiert, er Bewegungen der linken Hand nicht bewusst wahrnimmt und die linke Hand sich seiner (unwillkürlichen) Kontrolle entzieht. Erst wenn ihn Leute fragen, was er denn da mache, realisiert er, dass seine linke Hand wieder Bewegungen imitiert hat. Er spürt keinen echten Leidensdruck, sondern sieht es positiv, dass sich ihm betroffenen Arm »etwas tut«. Er wundert sich, dass er handwerkliche Bewegungen mit der linken Hand imitiert, weil er mit dieser real nicht arbeiten könne, sondern normalerweise alles mit rechts mache. Das Phänomen sei ihm erst vor wenigen Jahren aufgefallen und es nehme an Häufigkeit und Ausprägung deutlich zu. Er weist wiederholt darauf hin, dass er alles visuell sehr genau kontrollieren müsse, sowohl seine linke Hand als auch fremde Bewegungen. Wenn er – wie bei der Erstellung des Videointerviews – darauf achte, passiere es nicht, nur wenn er – ohne daran zu denken – in der Gegend herumschauen bzw. andere Personen beobachte.

Diskussion

Differentialphänomenologie

Symptomatologie des Thalamusinfarkts

Die Symptomatologie der Thalamusinfarkte hängt von der Lokalisation des Defektes ab bzw. davon, welches Hirngefäß betroffen ist. Bei einem Infarkt im Versorgungsgebiet der A. thalamogeniculata, wie er hier zur Diskussion steht, sind kontralaterale Hemisyndrome mit sensibler Ataxie und choreiformen Bewegungen (Thalamushand) beschrieben, ausgeprägten oder hochgradigen Hyp- oder Anaesthesien und möglicherweise später einsetzenden Schmerzsyndromen (Déjerine-Roussy-Syndrom) (vgl. Kasten. 1).

In gewisser Weise erinnert das geschilderte Phänomen einem *alien hand syndrome*. Nach Fisher handelt es sich bei dem *alien hand syndrome* um verschiedene

Typen abnormen Verhaltens »such as movements of a limb which the patient regards as foreign, involuntary (unwilled), strange, uncooperative or interfering, the limb seeming to act on its own, outside the patient's control« (zitiert nach [3]). Der Patient schreibt die Bewegungen der linken Hand in der Tat nicht seinem eigenen Willen zu. Teilweise macht sich die Imitation für ihn mit einem erhöhten Muskeltonus oder Bewegungsdrang (»wenn der Druck zunimmt«) im Schulterbereich bemerkbar. Teilweise wird er erst aufmerksam, wenn andere Menschen schauen oder ihn fragen, was er denn da wieder mache. In gewisser Weise empfindet er seinen Arm als wundersam. Er empfindet seinen Arm jedoch nicht als fremd oder einer anderen Person zugehörig. Es besteht keine Apraxie. Hinweise für eine kortikobasale Degeneration lagen zum Zeitpunkt der Rehabilitation nicht vor. Auch 1,5 Jahre nach dem stationären Aufenthalt ließen sich telefonisch keine Hinweise auf einen dementiellen oder degenerativen Prozess eruieren.

In einer Publikation wird eine Serie von acht Patienten mit *alien hand syndrome* nach Schlaganfall beschrieben [3]. Charakteristikum sei ein intermanueller Konflikt und eine Überinhibition der betreffenden Hand. Alle Patienten hatten zwei Läsionen: einen Anteriorinfarkt und eine Läsion auf der Gegenseite im frontalen Kortex oder Marklager. Die überwiegende Zahl der Patienten hat eine Läsion im Bereich des Corpus callosum oder mesiofrontalen Kortex. Seltene Fälle mit parietalen Läsionen (»posteriorer Typ«) sind beschrieben [15]. Della Sala schreibt das Phänomen einer frontalen Läsion zu [4]. Feinberg [6] spezifiziert dies in seiner Serie auf die supplementär-motorische Area (SMA), den anterioren zingulären Kortex, den medialen präfrontalen Kortex der dominanten Hemisphäre und das anteriore Corpus callosum (zitiert nach Brainin [3]). Bemerkenswert ist, dass die Zuschreibung von Enthemmungsphänomenen zur SMA auch in funktionell bildgebenden Studien erfolgt (siehe unten).

Echopraxie ist auch bei schizophrenen Patienten ein bekanntes Phänomen. Zusammen mit Echolalie wurde es ursprünglich auch als Echo-Reaktion bezeichnet. Nach Kraepelin sollte es bei 30 % der katatonen Schizophrenie vorkommen. Vermutlich ist die Echo-Reaktion durch die modernen Pharmaka weniger häufig geworden. Echopraxie wird bei der Schizophrenie auf einen Ausfall frontaler Inhibition zurückgeführt (zitiert nach [12]). Lhermitte interpretierte die Imitationsneigung ebenfalls als frontales Syndrom [8]. Gebrauchsverhalten oder Imitationsverhalten fand sich bei 96 % von 29 Patienten mit fokalen, frontalen Läsionen. Sechszwanzig dieser Patienten wiesen eine inferiore Läsion im Frontalhirn auf. Er erklärte dieses Verhalten ebenfalls mit einem Ausfall frontaler Inhibition.

Pathophysiologische Mechanismen/Überlegungen

Spiegelneuronensystem

Es steht außer Frage, dass an der Imitationsneigung bzw. an dem Prozess der motorischen Imitation das Spiegel-

neuronensystem beteiligt bzw. vermutlich wesentlicher Träger ist [9, 10]. Das Ungewöhnliche am Phänomen unseres Patienten ist jedoch, dass sich diese Imitationsneigung der linken Hand der automatisierten, unwillkürlichen Kontrolle entzieht. Dies wiederum lässt sich durch das Spiegelneuronensystem allein nicht erklären. Offensichtlich wird normalerweise durch das Spiegelneuronensystem vermitteltes Imitationsverhalten durch frontale Strukturen gehemmt.

Erklärungsansatz als Reorganisation/Lernen nach Hebb'scher Regel/Maladaptation

Im Gegensatz zur kortikobasalen Degeneration erfolgt hier die Enthemmung vermutlich nicht dadurch, dass frontale hemmende Zentren degenerieren, sondern ein gehemmter Schaltkreis im Bereich des Pulvinar überbrückt wird. Dazu passt die Dynamik der Symptomatologie, die erst in den letzten Jahren entstanden ist und sich zunehmend entwickelt. Keineswegs entstand sie apoplektiform bzw. unmittelbar nach dem Infarkt. Ferner passt auch die Seltenheit des Geschehens zu diesem Konzept, da Thalamusinfarkte mit einer sensiblen Hemi-symptomatik wesentlich häufiger sind als die unwillkürliche Imitationsneigung bei unserem Patienten. Die Frage, warum sich gerade bei unserem Patienten dieses Phänomen entwickelt, lässt sich nur spekulativ beantworten: Immer wieder weist der Rehabilitand darauf hin, dass er sehr genau hinschauen muss, um seine linke Hand sinnvoll einzusetzen, und dass er sie nur visuell kontrollieren kann. Dies hat er offensichtlich über Jahre exzessiv getan.

Erwähnenswert erscheint mir eine Ähnlichkeit mit dem Versuch, den Effekt der Spiegeltherapie zu erklären [7]. In dieser Arbeit weisen die Autoren nach, dass sich durch den visuellen Feedback im Spiegel die Erregbarkeit im primärmotorischen Kortex ändert.

Möglicherweise prädisponiert der Pulvinar auch zu dieser neuen Art der Vernetzung, da hier somatosensorische, multimodale Afferenzen sehr eng mit visuellen Bahnen benachbart sind. Projektionen des Nucleus lateralis und inferior des Pulvinars umfassen den Kortex am parietokzipitalen Übergang, den zirkumstrialen Areae 18 und 19 und dem primären visuellen Kortex [11]. Der Nucleus lateralis posterior und das anteriore Pulvinar sind mit den Areae 5 und 7 in den Lobuli parietales superior und inferior verbunden [11]. Außerdem ist die Läsion bei unserem Patienten sehr klein. Möglicherweise lässt sich eine kleine Läsion leichter überbrücken.

Enthemmung frontaler Areale

Die fehlende unwillkürliche Kontrolle der linksseitigen Handmotorik lässt sich als Enthemmungsphänomen betrachten. Intuitiv würde man hierfür frontale Areale verantwortlich machen. Irritierend ist zunächst, dass unser Patient keine frontale Läsion hat bzw. es bedarf einer Erklärung, wie die Enthemmung bei einem Thalamusinfarkt zustande kommt. Die Arbeitsgruppe von Sumner lokalisiert die unbewusste Hemmung der

Willkürmotorik am ehesten in die supplementärmotorische Area (SMA) [2, 18]. Fehlende Hemmung bei einem Patienten mit Thalamusinfarkt und Hemianästhesie ist durchaus die Regel und macht vermutlich gerade die athetotische Bewegungsunruhe aus. Hemmung ist vermutlich gerade an willkürliche Wahrnehmung gebunden. Offenbar sind Kerngebiete des Pulvinar an der hemmenden Wirkung der SMA auf den motorischen Kortex beteiligt. Ungewöhnlich ist diese Enthemmung für eine höhere kognitive Leistung wie die motorische Imitation. Freundet man sich mit der oben beschriebenen Hypothese an, die Imitationsneigung unseres Patienten als Reorganisationsphänomen zu begreifen, so müsste man wohl weiter vermuten, dass die ständige visuelle Kontrolle seiner linken Hand visuelle Neurone entsprechend der Hebb'schen Regel mit Projektionsbahnen zum inferioren und superioren parietalen Kortex verbunden hat, aber offensichtlich nicht im gleichen Ausmaß hemmende Verbindungen aus der SMA damit verbunden hat.

Dissoziation willkürlicher und unwillkürlicher Kontrolle der Handmotorik

Klassischerweise werden für die Kontrolle der Motorik zwei getrennte Systeme verantwortlich gemacht: ein automatisiertes, unbewusstes, schnelles und eher rigides, während das bewusste und willkürliche eher flexibel ist [16], zitiert nach [17]. Das Konzept einer strikten Trennung dieser beiden Systeme wurde in der letzten Zeit von der Autorengruppe von Sumner in Frage gestellt (McBride 2012, epub ahead of print). Unser Patient zeigt, z.B. im Rahmen eines Videointerviews, eine erhaltene willkürliche Kontrolle. Er hatte bereits schmunzelnd angekündigt, dass es bei dem Interview, solange er weiß, worum es geht, nicht zu dem Phänomen einer unwillkürlichen Imitationsneigung kommen wird. Dies trete nur auf, wenn er quasi »geistesabwesend« andere Menschen beobachte. Bei unserem Patienten liegt also eine Dissoziation zwischen willkürlicher und unwillkürlicher Hemmung der Handmotorik vor. Dies spricht auch für unterschiedliche neuronale Korrelate dieser beiden Regelkreise.

Schlussfolgerung

Es wurde ein Patient elf Jahre nach einem rechtsseitigen Thalamusinfarkt mit einer hochgradigen Sensibilitätsstörung auf der linken Körperseite und einer pseudoathetotischen Bewegungsunruhe der linken Hand beschrieben. In den letzten Jahren hat sich eine zunehmende Neigung entwickelt, dass seine linke Hand unbewusst Bewegungen von Personen imitiert, die der Patient beobachtet. Als Erklärung schlagen wir vor, dass es sich um ein Reorganisationsphänomen handelt. Treibende Kraft für diese plastische Veränderung scheint bei dem Patienten möglicherweise zu sein, dass er über Jahre hin den Eindruck hat, er könne die Bewegung der linken Hand aufgrund der hochgradigen Sensibilitätsstörung nur visuell kontrollieren. Dadurch mag es entsprechend

der Hebb'schen Regel zu einer zunehmend engen Verschaltung zwischen visuellem Kortex oder dem erweiterten Spiegelneuronensystem im prämotorischen und parietalen Kortex und dem primärmotorischen Kortex gekommen zu sein.

Normalerweise wird die Handmotorik sowohl willkürlich als auch unwillkürlich gehemmt und gebremst durch vermutlich frontale Strukturen, vermutlich im Bereich der SMA. Diese unwillkürliche Kontrolle über die SMA scheint aber durch den Thalamusinfarkt bzw. die anschließende Reorganisation außer Kraft gesetzt zu sein. Gleichzeitig scheint es zu einer zunehmenden Verschaltung des Bewegungsbeobachtens mit der Handlungskontrolle für die linke Hand gekommen zu sein. Dies ist ein eindrucksvolles Beispiel für verhaltensinduzierte Neuroplastizität.

Die Dissoziation von willkürlicher, erhaltener und nicht mehr vorhandener unwillkürlicher Kontrolle der Handmotorik spricht für zwei getrennte neuronale Systeme.

Gleichzeitig zeigt diese Fallbeschreibung anschaulich, wie stark und eng die Verschaltung zwischen der visuellen Verarbeitung und dem Beobachten von Handlungen einerseits und der Steuerung der Handmotorik andererseits sein kann und unterstützt möglicherweise die potentielle Bedeutung des Lernens durch Bewegungsbeobachten in der Rehabilitation (Videotraining).

Die Interpretation der Phänomene unseres Patienten ist zum jetzigen Zeitpunkt spekulativ. Wir sind dankbar für Ratschläge hinsichtlich möglicher elektrophysiologischer und funktionell bildgebender Untersuchungsverfahren.

Anmerkung:

Ich danke Herrn Prof. Dr. Helmut Hildebrandt für die vielen Anregungen insbesondere für zukünftige apparative Untersuchungen des Patienten. Mein ganz besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. Ferdinand Binkofski für zahlreiche konstruktive Anregungen und Ideen bei der Ausarbeitung und Interpretation des Manuskripts.

Literatur

- Binkofski F, Buccino G. The role of ventral premotor cortex in action execution and action understanding. *J Physiol Paris* 2006; 99: 396-405.
- Boy F, Husain M, Singh KD, Sumner P. Supplementary motor area activations in unconscious inhibition of voluntary action. *Exp Brain Res* 2010; 206: 441-448.
- Brainin M, Seiser A, Matz K. The mirror world of motor inhibition: the alien hand syndrome in chronic stroke. *J Neurol Neurosurg.Psychiatry* 2008; 79: 246-252.
- Della SS, Marchetti C, Spinnler H. Right-sided anarchic (alien) hand: a longitudinal study. *Neuropsychologia* 1991; 29: 1113-1127.
- Fadiga L, Fogassi L, Pavesi G, Rizzolatti G. Motor facilitation during action observation: a magnetic stimulation study. *J Neurophysiol* 1995; 73: 2608-2611.
- Feinberg TE, Schindler RJ, Flanagan NG, Haber LD. Two alien hand syndromes. *Neurology* 1992; 42: 19-24.
- Laepchen CH, Ringer T, Blessin J, Seidel G, Grieshammer S, Lange R et al. Decreased ipsilateral M1 excitability after mirror therapy is not influenced by the interhemispheric inhibition: a TMS study. Submitted 2012.
- Lhermitte F, Pillon B, Serdaru M. Human autonomy and the frontal lobes. Part I: Imitation and utilization behavior: a neuropsychological study of 75 patients. *Ann Neurol* 1986; 19: 326-334.
- Molenberghs P, Cunnington R, Mattingley JB. (2009). Is the mirror neuron system involved in imitation? A short review and meta-analysis. *Neurosci Biobehav Rev* 2009; 33: 975-980.
- Molenberghs P, Hayward L, Mattingley JB, Cunnington R. Activation patterns during action observation are modulated by context in mirror system areas. *Neuroimage* 2012; 59: 608-615.
- Nieuwenhuys R, Voogd J, Huijzen C v. Das Zentralnervensystem des Menschen. Ein Atlas mit Begleittext. Springer, Berlin 1991, 254.
- Pridmore S, Brune M, Ahmadi J, Dale J. Echopraxia in schizophrenia: possible mechanisms. *Aust N Z J Psychiatry* 2008; 42: 565-571.
- Rizzolatti G, Arbib MA. Language within our grasp. *Trends Neurosci* 1998; 21: 188-194.
- Rizzolatti G, Fadiga L, Gallese V, Fogassi L. Premotor cortex and the recognition of motor actions. *Brain Res Cogn Brain Res* 1996; 3: 131-141.
- Scepkowski LA, Cronin-Golomb A. The alien hand: cases, categorizations, and anatomical correlates. *Behav Cogn Neurosci Rev* 2003; 2: 261-277.
- Shiffrin RM, Schneider W. Automatic and controlled processing revisited. *Psychol Rev* 1984; 91: 269-276.
- Sumner P, Husain M. At the edge of consciousness: automatic motor activation and voluntary control. *Neuroscientist* 2008; 14: 474-486.
- Sumner P, Nachev P, Morris P, Peters AM, Jackson SR, Kennard C et al. Human medial frontal cortex mediates unconscious inhibition of voluntary action. *Neuron* 2007; 54: 697-711.

Interessenvermerk:

Es besteht kein Interessenkonflikt.

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. Christian Dettmers
Kliniken Schmieder Konstanz
Eichhornstr.68
78464 Konstanz
E-Mail: c.dettmers@kliniken-schmieder.de