

Individuelle Unterschiede bei Tieren Seite 58

Forscher knacken einen alten Geheimcode Seite 59

Wie die granulare Natur von Schnee Lawinen beeinflusst Seite 59

Fast wie Zwillinge – Pluto und der Zwergplanet Eris Seite 59

# Was der Gang über das Sturzrisiko aussagt

Mit dem Zwei-Aufgaben-Test wird der Einfluss der Hirnleistung auf die Mobilität messbar

Sicheres Gehen und zerebrale Leistungsfähigkeit hängen eng zusammen. Das gilt es bei älteren Personen mit erhöhtem Sturzrisiko zu beachten – nicht nur bei der Abklärung, sondern auch bei der Therapie.

Alan Niederer

Nicht nur Kleinkinder, sondern auch ältere Personen stürzen oft – und das nicht nur im Winter, wenn die Strassen vereist sind. Laut Statistik stürzt jeder dritte Senior über 65 Jahre mindestens einmal pro Jahr, wobei jeder 20. Sturz zu einem Knochenbruch führt. Damit beginnen die Probleme erst richtig: Denn die Fraktur – besonders gefürchtet ist der Oberschenkelbruch – leitet nicht selten einen Teufelskreis aus Hospitalisation, Immobilität und Angst ein, an dessen Ende weitere Stürze, Pflegebedürftigkeit, soziale Isolation und Tod stehen.

## Moderne Sturzprävention

Diese Negativspirale gilt es zu durchbrechen, indem die Sturzursachen beim Patienten erfasst und, wenn möglich, behoben werden. Noch besser wäre es, wenn sturzgefährdete Personen bereits vor dem Hinfallen identifiziert werden könnten. Eine auf sie zugeschnittene Behandlung und Beratung könnte dann Schlimmeres verhindern. Genau das ist der Ansatz der modernen Sturzprävention. Ein neueres Instrument ist dabei die Ganganalyse, die bei der Abklärung von Senioren mit vermuteter Gangunsicherheit wertvolle Informationen liefern kann. Damit habe man in den letzten Jahren auch gelernt, wie eng motorische und kognitive Fähigkeiten miteinander verknüpft seien, sagt Reto W. Kressig vom Universitätsspital Basel. Der Geriatrie-Professor gehörte vor zehn Jahren europaweit zu den Ersten, die die Ganganalyse im klinischen Alltag einsetzten.

Wie eine solche Analyse funktioniert, erfahren wir bei einem Besuch im Mobility Center des Universitätsspitals Basel. In einem Raum ist ein zehn Meter langer Teppich ausgelegt, der über ein Kabel mit zwei PC verbunden ist. Die rund 30 000 in den Teppich eingebauten Sensoren registrieren millimeter- und sekundengenau, wann, wo und mit welchem Druck eine Person mit ihrem Fuss aufsetzt. Aus diesen «temporo-spatialen» Daten berechnet der Computer dann Ganggeschwindigkeit,

## RHYTHMIK WIRKT, SALSA NICHT

ni. · Dass Motorik und Kognition eng zusammenhängen, kann therapeutisch genutzt werden. So haben der Geriater Reto W. Kressig vom Universitätsspital Basel und andere nachgewiesen, dass verschiedene Bewegungstrainings die motorischen Fähigkeiten von Senioren verbessern. Dies gilt etwa für spezielle Rhythmik-Kurse (nach Emile Jacques-Dalcroze) und für Tai-Chi. Dabei dürften es die komplexen und in wechselnden Rhythmen ausgeführten Bewegungsmuster sein, die – über eine Stimulation der für Musik, Rhythmus und Bewegung zuständigen Hirnareale – die Sicherheit beim Gehen verbessern. Für die Rhythmik-Kurse konnte Kressig nicht nur eine Verbesserung der Schrittregelmässigkeit in der Ganganalyse nachweisen, sondern auch eine Reduktion des Sturzrisikos um 50 Prozent. Das sei der erste Beweis, dass ein Bewegungstraining bei Senioren das Sturzrisiko senke, sagt der Arzt. Dass nicht jede Bewegungsart gleich gut ist, um eine Gangstörung zu behandeln, zeigt eine Pilotstudie mit Senioren, die mit dem Salsatanzen begonnen hatten. Bei ihnen konnte in der Ganganalyse keine Verbesserung nachgewiesen werden.



Gangteppich: 30 000 Sensoren registrieren, wann, wo und mit welchem Druck die Probandin ihren Fuss aufsetzt. CHRISTIAN BEUTLER / NZ

Schrittlänge, Schrittdauer, Schrittbreite, Kadenz sowie weitere Gangparameter.

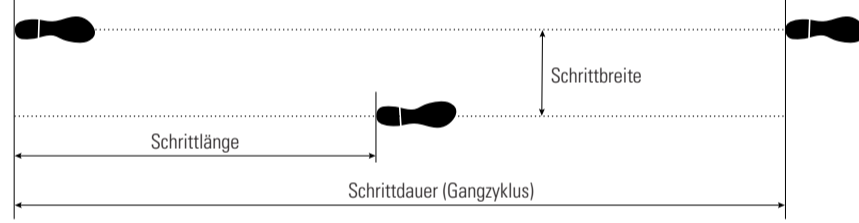
Geduldig erklärt die Leiterin des Mobility Center Stephanie Bridenbaugh der 73-jährigen Probandin, was diese erwartet. Es sei wichtig, dass sich die Leute wohl fühlen, sagt die Ärztin. Denn man wolle keine Ganganalyse unter Laborbedingungen, sondern möchte möglichst nahe an die Alltagssituation herankommen. Nur dann sei die Messung klinisch relevant, sagt die Engländerin und legt der Probandin einen Sicherheitsgurt um. Dann geht es los. Als Erstes muss Frau E. in normaler Geschwindigkeit über den Teppich gehen. In weiteren Durchgängen wird das Schritttempo verlangsamt bzw. verschärft. Das alles bereitet der rüstigen Seniorin überhaupt keine Schwierigkeiten, und ihre Gangparameter fallen alle normal aus.

Die Erforschung des Gangs hat in den letzten Jahren gezeigt, dass im Rahmen des natürlichen Alterungsprozesses die Gehgeschwindigkeit und die Schrittlänge abnehmen. Was sich hingegen durch das Alter *per se* nicht verändert, sind die Schrittkadenz (um 120 Schritte pro Minute) und die Regelmässigkeit des Gangs. Diese Regelmässigkeit – oder deren Verlust – ist es denn auch, was Ärzte bei der Ganganalyse am meisten interessiert. Denn in verschiedenen Studien hat sich die sogenannte Schritt-zu-Schritt-Variabilität als Mass für die Gangsicherheit erwiesen.

Bei Gesunden ist diese Variabilität äusserst gering, das heisst, jeder Schritt ist praktisch gleich lang und dauert gleich lang. Das Gehen ist in diesem Fall ein automatischer Prozess. Ganz anders im Fall einer hohen Gangvariabilität. Sie weist auf Defizite in der Gangkontrolle hin, was mit einem erhöhten Sturzrisiko verbunden ist. Bereits 1997 haben kanadische Forscher gezeigt, dass sich das Risiko, im nächsten halben Jahr zu stürzen, bei Senioren fast verdoppelte, wenn ihre Schrittlänge um 1,7 Zentimeter variierte. Solche minimalen Unregelmässigkeiten sind von blossen Auge nicht zu erfassen. Ein noch empfindlicherer Marker sei die Variabilität der Schrittdauer, sagt Kressig. Bei einem Wert über 4 Prozent sei eine Gangunsicherheit wahrscheinlich.

Für unsere Probandin kommt jetzt die eigentliche Herausforderung: der sogenannte Zwei-Aufgaben-Test (auch «Dual Tasking»-Test genannt). Dabei muss sie beim Gehen noch eine zweite Aufgabe lösen. Das erste Mal wird sie

## Vermessene Schrittfolge



Bei der Ganganalyse werden die exakte Schrittlänge und Schrittdauer sowie weitere Gangparameter aufgezeichnet. Damit lässt sich ein erhöhtes Sturzrisiko erkennen.

QUELLE: UNIVERSITÄTSSPITAL BASEL

NZZ-INFOGRAFIK/eff.

gebeten, von 50 in Zweisritten rückwärtszählen, das zweite Mal soll sie so viele Tiernamen aufzählen, wie ihr in den Sinn kommen – und dabei ganz normal weiterlaufen. Bei der letzten Aufgabe kommt Frau E. verbal ins Stocken, läuft aber tapfer weiter. Die Analyse zeigt, dass ihr Gang diesmal weniger regelmässig ausfällt; die Werte sind aber immer noch normal.

## Anhalten beim Sprechen

Ganz anders die Frau in einer Videoaufnahme, die uns Bridenbaugh zeigt. Sobald die ältere Probandin zum Gehen rückwärtszählen muss, wird ihr Gang so unsicher, dass sie beinahe hinfällt. Immer wieder muss sie anhalten, was ihre Variabilitätswerte ins Pathologische verändert. Beim ersten Durchgang ohne «Dual Tasking» war das Gangbild noch völlig unauffällig gewesen. Wie sich in weiteren Tests herausstellte, litt die Frau an einer zerebralen Leistungsminderung im Rahmen einer beginnenden Demenz.

Das Beispiel sei eigentlich schlecht, sagt Kressig. Denn wenn eine Gangstörung so gravierend sei, dass man sie von Auge sehe, dann brauche es keine Ganganalyse. Ein einfacher «Dual Tasking»-Test kann nämlich auch ausserhalb des Ganglabors durchgeführt werden. So kann der Arzt mit seinem Patienten spazieren gehen und ihn in ein Gespräch verwickeln. Bleibe der Patient beim Sprechen immer wieder stehen, sei das ein grober Hinweis für eine Gangunsicherheit, so Kressig.

Warum das erwähnte Videobeispiel dennoch lehrreich ist: Es zeigt sehr eindrücklich, wie mit dem «Dual Tasking» eine latente Gangstörung – eine der häufigsten Sturzursachen – demaskiert werden kann. Die Theorie dahinter: Wegen altersbedingter Veränderungen, die Sehen, Hören, Gleichgewichtssinn, Muskelkraft, Reflexe und anderes mehr

betreffen können, brauchen Senioren für das Gehen – wie auch für andere Tätigkeiten wie das Autofahren – oft mehr Aufmerksamkeit als jüngere Menschen. Bei zusätzlichen Krankheiten (z. B. steifes Hüftgelenk, diabetische Sensibilitätsstörung) verschärft sich die Situation zusätzlich, wobei die alters- und krankheitsbedingten Einbussen durch erhöhte Konzentration teilweise kompensiert werden können.

Die Grenze der Kompensationsfähigkeit wird dabei durch die geistige Reservekapazität einer Person bestimmt – wobei das aufmerksame Gehen, wie andere komplexe Handlungsabläufe, im vorderen Teil des Hirns (Frontalhirn) geplant, gesteuert und kontrolliert wird. Man spricht auch von den Exekutivfunktionen des Gehirns. Werden nun zwei Tätigkeiten, die beide auf diese Funktionen zurückgreifen, gleichzeitig ausgeführt, kann es zu Interferenzen kommen, die sich bei «angeschlagenen» Personen in einer Leistungsminderung äussern. Bei der Ganganalyse unter «Dual Tasking» kann sich dadurch die motorische oder die kognitive Funktion verschlechtern.

Laut Kressig ist die Ganganalyse unter «Dual Tasking» ein feiner Test, um bei älteren Personen nicht nur Mobilitätsstörungen und ein erhöhtes Sturzrisiko, sondern auch eine Hirnleistungsstörung früh zu erkennen. Am aussagekräftigsten sei der Test, wenn er unauffällig ausfalle, sagt der Arzt. Dann lägen mit grosser Sicherheit keine Gangstörung und keine Demenz vor. Er empfiehlt, eine Mobilitätsabklärung immer dann ins Auge zu fassen, wenn jemand merke, dass das Gehen nicht mehr so gut funktioniere. Es brauche dazu nicht immer eine Analyse auf dem Gangteppich, sagt Kressig. Oft reiche eine Abklärung beim Hausarzt, der mit einfachen Tests die Gangsicherheit und das Gleichgewicht überprüfen könne.

# Strahlenquelle Fukushima

Wann begannen die Emissionen?

Spe. · Seit dem Reaktorunglück von Fukushima sind fast acht Monate vergangen. Obwohl sich der Unfallhergang inzwischen recht genau rekonstruieren lässt, gibt es immer noch offene Fragen. In einer Studie, die kürzlich von der Fachzeitschrift «Atmospheric Chemistry and Physics» zur Diskussion gestellt wurde, heisst es, in Fukushima sei mehr Radioaktivität in die Umwelt gelangt als von der japanischen Regierung behauptet. Auch der zeitliche Ablauf der Emissionen wird anders dargestellt.

Die Forscher untersuchten unter anderem die Emissionen von Cäsium-137. Mit einer Halbwertszeit von 30 Jahren wird dieses Radioisotop noch lange in der Umwelt nachzuweisen sein. In einem Bericht an die Internationale Atomenergiebehörde hatte die japanische Regierung im Juni geschätzt, dass zwischen 11. und 20. März  $15 \times 10^{15}$  Becquerel Cäsium-137 freigesetzt wurden. Von dieser Annahme gingen auch Andreas Stohl vom Norwegischen Institut für Luftforschung und seine Mitarbeiter aus. Mit Computermodellen berechneten die Forscher, wie sich die Schadstoffe bei den damaligen Wetterverhältnissen in der Luft ausbreiteten. Das Ergebnis verglichen sie mit den Daten von Messstationen in Japan, Europa und Nordamerika. Anschliessend korrigierten sie die Annahmen zur Cäsium-Freisetzung so lange, bis sich eine optimale Übereinstimmung zwischen Modell und Messwerten ergab.

Auf diese Weise berechneten die Forscher, dass in den Tagen nach dem Reaktorunfall  $35 \times 10^{15}$  Becquerel an Cäsium-137 – also das Doppelte der japanischen Schätzung – freigesetzt wurden. Die Unsicherheit beziffern sie mit 40 Prozent. Die Messstationen ausserhalb Japans hätten einen grossen Einfluss auf dieses Ergebnis gehabt, sagt Gerhard Wotawa von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Wien, ein Mitautor der Studie. Denn so habe man auch jene Emissionen erfassen können, die vom Wind übers Meer getragen worden seien.

Die Untersuchung lieferte zudem Hinweise, dass auch die Kühlbecken mit den abgebrannten Brennstäben zu den Cäsium-Emissionen beigetragen haben könnten. Die berechneten Emissionen gingen nämlich just in jenem Zeitraum zurück, als das Lagerbecken des Reaktors 4 mit Wasser besprüht wurde. Die japanische Regierung geht hingegen davon aus, dass das Cäsium vornehmlich aus den havarierten Reaktoren kam.

Zu reden geben dürften auch die Ergebnisse zum radioaktiven Edelgasisotop Xenon-133, das eine Halbwertszeit von wenigen Tagen besitzt. Die Forscher fanden starke Hinweise darauf, dass die Xenon-Emissionen kurz nach dem Erdbeben einsetzten. Das könnte bedeuten, dass die Reaktoren bereits durch das Erdbeben geschädigt wurden. Für den Atomexperten Henrik Paulitz von der Organisation Internationale der Ärzte für die Verhütung des Atomkriegs ist das ein weiterer Beleg dafür, dass die Behauptung der Atomlobby, erst der Doppelschlag von Erdbeben und Tsunami habe in Fukushima zum Super-GAU geführt, falsch sein dürfte.

So weit will Stohl allerdings nicht gehen. Von der Methodik her sei es unmöglich, den Beginn der Xenon-Emissionen auf eine Stunde genau (die Zeitdauer zwischen Erdbeben und Tsunami) zu bestimmen. Aus der Modellierung lasse sich lediglich folgern, dass die Freisetzung begonnen habe, bevor im Reaktor 1 erstmals radioaktiver Dampf abgelassen worden sei. Die Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit in Deutschland und das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat wollten sich auf Nachfrage nicht zu der Studie äussern. Man brauche mehr Zeit, um sie im Detail zu analysieren.

1 Atmos. Chem. Phys. Discuss. 11, 28 319–28 394 (2011)