

**Zeitschrift:** Physiotherapeut : Zeitschrift des Schweizerischen  
Physiotherapeutenverbandes = Physiothérapeute : bulletin de la  
Fédération Suisse des Physiothérapeutes = Fisioterapista : bollettino  
della Federazione Svizzera dei Fisioterapisti

**Herausgeber:** Schweizerischer Physiotherapeuten-Verband

**Band:** - (1978)

**Heft:** 280

**Artikel:** Die klinische Objektivierung der Wirkung von Muskelrelaxantien

**Autor:** Pedersen, Ejner

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-930606>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 14.03.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Die klinische Objektivierung der Wirkung von Muskelrelaxantien

von Dr. med. EJNER PEDERSEN

Bevor man darangeht, geeignete Methoden zur Messung der Spastik auszuwählen oder zu entwickeln, muss zuerst der Begriff «Spastik» geklärt werden, bestehen doch seit Jahren gewisse Meinungsverschiedenheiten über dessen Definition.

Einige Neurologen betrachten die Spastik als integralen Teil einer komplexen motorischen Funktionsstörung, die sogar Erscheinungen wie die pathologischen Mitbewegungen (Synkinesien) umfasst. Andere sehen sie aufs engste, ja beinahe untrennbar, mit der willkürlichen Muskelkraft verknüpft. Diese Ansicht beruht unter anderem auf dem wohlbekannten Phänomen, dass Spastik und Parese bei zahlreichen Läsionen des Zentralnervensystems zusammen aufzutreten pflegen. Das ist jedoch nicht immer der Fall; die Spastik vermag vielmehr mit Zuständen einherzugehen, die alle Übergänge zwischen Fehlen einer nachweisbaren Verminderung der Muskelkraft bis zur Paralyse aufweisen können. In gewissen Versuchsanordnungen ist es sogar möglich, die Spastik zu beeinflussen, ohne gleichzeitig die willkürliche Muskelkraft zu beeinträchtigen.

Mir scheint eine Definition, die den gesteigerten Dehnungsreflex in den Mittelpunkt stellt, sinnvoller; mit ihr stimmen zahlreiche klinische Beobachtungen überein: insbesondere, dass gesteigerte Sehnenreflexe, erhöhter Widerstand gegen passive Dehnung und Kloni typisch für Spastiker sind. Die Definition der Spastik als eines Zustandes mit gesteigerten Dehnungsreflexen leuchtet auch vom physiologischen Standpunkt aus ein.

Einige Forscher zählen den gesteigerten Beugereflex ebenfalls zur Spastik. Er tritt vor

allem bei Rückenmarkläsionen auf, bei denen eine gewisse Beziehung — oft im Sinne der Reziprozität — zwischen Beuge- und Dehnungsreflexen besteht. Der Unterschied zwischen Beuge- und Dehnungsreflex ist zwar nicht so gross, wie man angenommen hat — haben doch beide mehr Beziehungen zu den Hautarealen, als man glaubte —, aber unübersehbar: Der Beugereflex ist rein polysynaptisch und vorwiegend exterozeptiv, der Dehnungsreflex propriozeptiv, und er verläuft auch über monosynaptische Bahnen. Physiologisch gesehen scheint es am vernünftigsten, den Beugereflex aus dem Konzept der Spastik auszuklammern und die beiden Reflexformen einzeln zu betrachten. Auch klinisch gesehen ist es wohl besser, die Komponenten der komplexen Bewegungsstörung soweit möglich auseinanderzuhalten; es geht dabei nicht nur um die genannten Reflexe, sondern ebenso um Messungen der willkürlichen Muskelkraft, Koordination usw. Wenn wir die Definition der Spastik als eines Zustandes mit gesteigertem Dehnungsreflex anerkennen, sollten wir auch bei der Objektivierung den Akzent auf diesen Reflex legen, über den wir aus Tierexperimenten sehr viel, aus Studien am Menschen (vgl. *Pedersen*) leider viel weniger wissen.

Die Ausarbeitung geeigneter Messmethoden setzt eine umfassende Kenntnis der physiologischen und pathophysiologischen Mechanismen des Dehnungsreflexes voraus. Eine bestimmte Methode wird sich nicht unbedingt für alle Fälle am besten eignen; die Wahl hängt sowohl vom klinischen Bild im Einzelfall als auch vom Zweck der Messungen ab.

## Klinische Methoden

Anhand seiner täglichen Beobachtungen wird der Kliniker zunächst einmal feststellen können, ob ein neurologischer Patient an Spastik leidet, wie schwer sie ist und ob es sich um eine hemiplegische, paraplegische oder andere Form handelt. Der erste Eindruck lässt sich durch eine eingehende neurologische Untersuchung präzisieren, bei der geprüft wird, ob die folgenden Symptome vorhanden sind: Steigerung der Sehnenreflexe, Herabsetzung der Reflexauslösungsschwelle (Ausdehnung der reflexogenen Zone), Klonus, Erhöhung des Widerstandes bei passiver Muskeldehnung, Abhängigkeit des Widerstandes von der Dehnungsgeschwindigkeit, «Taschenmesserphänomen».

Der Widerstand bei passiver Muskeldehnung lässt sich nicht allzu schwierig und ohne komplizierte Vorrichtungen zahlenmässig erfassen, z.B. mit Hilfe einer Federwaage oder von Energieumwandlern, wie sie z.B. *Leavitt* und *Beasley* verwendet haben. Eine weitere leicht anwendbare Methode ist der Pendeltest von *Wartenberg*, der sich nach seinem Autor zur besonders frühzeitigen Erkennung einer Beinspastik eignet. Bei diesem Test wird eine passive Dehnung des Quadrizeps durch das Gewicht des Unterschenkels erzielt. Wenn das Bein frei schwingen kann, hängt die Anzahl der Schwingungen von der reflektorischen Bremswirkung der Oberschenkelmuskeln ab. Zudem brechen beim Spastiker die Schwingungen aus der Sagittalebene aus. Die Methode wurde von *Boczko* und *Mumenthaler* sowie von *Wiesendanger* und *Mumenthaler* modifiziert, indem sie die Schwingungen auf eine neue Art aufzeichneten sowie das Prinzip einer mathematischen Analyse unterzogen. Die Messergebnisse sind aber nach wie vor nur semiquantitativ.

Die Beobachtung des Ganges ist bei gehfähigen Patienten — vor allem Spastikern — ein sehr wichtiger Teil der neurologischen Untersuchung. Bei der Beurteilung der Spastik, insbesondere auch auf Änderungen im Verlauf, ist es oft von Nutzen, den Gang unter genau definierten Bedingungen zu prüfen, z.B. indem man die Zeit misst und die Schritte zählt, die der Patient braucht, um eine gewisse Distanz zurückzulegen, oder durch Ganganalyse mittels Film. Bei schweren Gehstörungen ist es dienlich, die in der Anlaufphase und während der Ermüdung auftretenden Veränderungen festzustellen

und optimale Zeitabschnitte zu wählen (*Pedersen* und *Schleisner*). Besserung der Spastik drückt sich gewöhnlich in Steigerung der Bewegungsgeschwindigkeit und der Schrittlänge aus, doch kann manche gegen die Spastik gerichtete therapeutische Massnahme auch eine Zunahme der Beinparese zur Folge haben, was sich dann in der entgegengesetzten Tendenz äussert. Deshalb sollte der Gehstest mit einer objektiven Messung der willkürlichen Muskelkraft der Beine verbunden werden. Ausserdem ist abzuklären, ob die Behandlung Ataxie verursacht hat, da sie den Gang ebenfalls beeinflusst.

Weiterhin kann man den Spastiker im Spital daraufhin beobachten, ob sich an seinen Alltagsaktivitäten etwas ändert. Da man mit den Rehabilitationsmassnahmen zumeist seine Fähigkeit zur Selbsthilfe fördern will, ist jede auf die Behandlung zurückzuführende Änderung wichtig, sagt sie doch etwas nicht nur für den Patienten, sondern auch für seine Umgebung Bedeutsames aus. Wir haben die Bewertung der alltäglichen Verrichtungen des Patienten in erheblichem Umfang berücksichtigt, und das hat sich sehr bewährt, besonders für Studien, bei denen es darum geht, ein Medikament mit Placebo oder mit einer Behandlungsmassnahme von bekannter Wirkung zu vergleichen (*Pedersen* et al.). Allerdings braucht man ein ganzes Team von Beobachtern, die sich mit dem Spastiker täglich befassen und genügend Erfahrung darin haben, den Schweregrad der Spastik einzuschätzen. An unserem Spital wird die Wirksamkeit einer Behandlung durch vier Teams (Schwestern, Physiotherapeuten, Beschäftigungstherapeuten, Ärzte) auf der Basis ihrer Beobachtungen bei der Pflege beurteilt: Die Mitglieder der Teams bewerten dabei, wie gesagt, allfällige *Änderungen* des Zustandes. In geeigneten Fällen wird auch der eigene Eindruck des Patienten berücksichtigt. Mit anderen Worten: Fünf verschiedene, voneinander unabhängige Organe geben ein «Urteil» ab; eine Änderung des Zustandes wird also sozusagen durch Stimmenmehrheit entschieden.

Erfahrung und Sorgfalt der Beobachter sind bei diesem Beurteilungsverfahren ausschlaggebend. Es versteht sich von selbst, dass die Beobachter in der Lage sein müssen, Spastik von anderen neurologischen Störungen und von einer Änderung im Allgemeinzustand des Patienten zu unterscheiden. Die

Nachteile der Methode sind, dass sie sich nicht ohne weiteres anderswo anwenden lässt und dass die Ergebnisse für Personen, die mit den Beobachtern keinen unmittelbaren Kontakt haben, schwer zu beurteilen sind. Manchmal kann es nützlich sein, gewisse Funktionen des Patienten auf einem Film festzuhalten, vor allem, wenn es Vergleiche über lange Zeiträume anzustellen gilt.

### Labormethoden

Die bisher erwähnten Methoden dienen in erste Linie dazu, die bei der Rehabilitation der Patienten gemachten Fortschritte zu registrieren. Nun zu der Frage, ob der isoliert betrachtete Dehnungsreflex Ansatzpunkte für eine quantitative Erfassung bietet. Dies wäre beispielsweise durch Messung des Sehnenreflexes möglich, indem die Reizschwelle für die Reflexauslösung bestimmt wird, die bei Spastik zumeist herabgesetzt ist. Die Methode wird zwar angewendet (*Dietrichson* und andere), aber nicht sehr oft. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, dass man das Ausmass der Reaktion auf einen Reiz bestimmter Intensität misst, der z.B. mit einem Reflexhammer — oder einem etwas komplizierten «Reflexgerät» — unter Standardbedingungen gesetzt wird (u.a. *Smith* et al., *Malcolm*, *Basmajian* und *Szatmari*, *Miglietta* und *Lowenthal*, *Erdman* und *Heather*). Die Reflexreaktion kann mechanisch entweder unter isotonischen Bedingungen bestimmt werden, d.h. man misst die Gelenkbewegungen bzw. hält sie auf Film fest, oder unter isometrischen Bedingungen, d.h. man registriert den Tonus mechanisch bzw. elektromyographisch mit geeigneten Elektroden, am besten zumeist Oberflächenelektroden. Das EMG kann zudem integriert werden (*Tursky*, *Webster*). *Lippold* bewies, dass das Verhältnis zwischen dem integrierten EMG und der isometrischen Muskelspannung linear ist.

Zur Bestimmung der Spastik anhand des Sehnenreflexes genügen relativ einfache Vorrichtungen, die Methode ist weit verbreitet und für viele Fälle hinreichend. Sie erfasst jedoch nur die — sicherlich sehr wichtige — dynamische, aber nicht die statische Komponente des Dehnungsreflexes, die nach allem, was wir über die Physiologie des Dehnungsreflexes wissen, ebenfalls bestimmt werden sollte, da sich die beiden Komponenten nicht unbedingt parallel ändern. Dazu wird jedoch

eine der vielen, im Laufe der Zeit entwickelten Apparaturen benötigt, die den Muskel mit einer genau definierten Geschwindigkeit dehnen und die Reflexreaktion mechanisch bzw. elektromyographisch festhalten. Meist sind die für Messungen am Arm konstruierten Apparate leichter anwendbar als die für Messungen am Bein. Wer sich speziell für Paraplegiker interessiert, wird das bedauern; doch gibt es Methoden, wie die von *Webster*, mit denen sich auch Bewegungen im Kniegelenk registrieren lassen. Allerdings ist die dazu erforderliche Lagerung für den Patienten recht unbequem. *Herman* et al. beschrieben ein Gerät, das Drehbewegungen im Knöchelgelenk misst. Andere Messvorrichtungen sind erfunden worden von *Schaltenbrand*, *Broman*, *Spiegel* et al., *Boshes* et al., *Erdman* und *Heather*, *Nashold* und *Esslen*.

Messungen des Dehnungsreflexes unter Muskeldehnung bei verschiedenen Geschwindigkeiten sind vom physiologischen Standpunkt aus zu begrüssen und vermitteln nicht nur über die Spastik wertvolle Informationen. Sie können auch die Unterscheidung der Spastik von anderen Formen der Muskelhypertonie, inklusive des Parkinson-Rigors, erleichtern. Die Differentialdiagnose stützt sich immer noch auf die klassischen Merkmale des Parkinson-Rigors, u.a. die geringere Abhängigkeit von der Dehnungsgeschwindigkeit («plastische Rigidität») und den intermittierenden Charakter der Reaktionen. Die Messresultate können graphisch dargestellt, aber auch einer Computeranalyse unterzogen werden.

Wir wollen nun die Physiologie des Reflexes daraufhin etwas genauer betrachten, ob sich andere Komponenten für eine Messung eignen. Obwohl der Dehnungsreflex als monosynaptisch gilt, wird er ja auch auf polysynaptischem Weg übertragen. Bei seinen klassischen Untersuchungen setzte *Lloyd* einen Reiz an der Hinterwurzel und registrierte die Wirkung über Elektroden, die an der Vorderwurzel desselben Segments angebracht waren. Er erhielt eine zweiphasische Potentialkurve. Anhand isolierter Stimulierung des Gastrocnemius- und des Suralnerven bewies er, dass die erste Phase die motorische Reaktion auf die Reizung des afferenten Muskelnerven, d.h. den monosynaptischen Reflex, repräsentierte, während die folgende kompliziertere Welle einem polysynaptischen Reflexmechanismus entsprach. In der Pharma-

kologie wird diese Technik zur Prüfung antispastisch wirkender Medikamente häufig benutzt. Am Menschen kann man das natürlich nicht machen, aber hier verfügen wir mit dem sogenannten H-Reflex über eine ähnliche Möglichkeit.

Der H-Reflex wurde von *Hoffmann* beschrieben und nach ihm benannt. Er wird ausgelöst, indem man den N. poplit. med. in der Kniekehle stimuliert. Die Reaktion wird über dem Bauch des Gastrocnemius gemessen. Dabei erkennt man eine direkte motorische Reaktion, die sogenannte M-Welle, sowie eine reflektorisch bedingte H-Welle. Es ist zumeist möglich, den Reiz so zu dosieren, dass zwar eine H-Welle, aber keine M-Welle entsteht. Nach späteren Untersuchungen, vor allem denjenigen von *Magladery et al.*, läuft der H-Reflex wahrscheinlich monosynaptisch über die a-Motoneuronen des Vorderhorns und kann daher zur Messung der Erregbarkeit dieser Zellen dienen. Erwartungsgemäss ist der H-Reflex bei Spastikern stärker als bei Nichtspastikern, doch gibt es Überschneidungen mit dem Normalbereich. *Angel* und *Hofmann* haben vergeblich versucht, die Schwelle für die Auslösung als ein Mass für den Schweregrad der Spastik zu benutzen.

Der H-Reflex ist anscheinend mit Änderungen der Erregbarkeit der motorischen Vorderhornzellen verknüpft, wobei auf eine Bahnung jeweils eine frühe und eine späte Periode der Hemmung folgt. Die Dauer dieses Zyklus lässt sich ermitteln, wenn man zwei elektrische Stimuli in verschiedenen Zeitabständen setzt. Bei Spastikern ist die Erregbarkeit erhöht, oder anders ausgedrückt, nach der Hemmung, insbesondere nach der späten Hemmperiode, tritt die Erholung rascher ein. Es gibt jedoch keinen Beweis dafür, dass zwischen dem Grad der Spastik und der Erholungsgeschwindigkeit eine konstante Beziehung besteht (*Magladery et al.*, *Olsen* und *Diamantopoulos, Delwaide*). Der H-Reflex hat grosses Interesse erweckt, teils wegen seiner monosynaptischen Verbindung mit den a-Motoneuronen, teils wegen seiner Ähnlichkeit mit dem Achillessehnenreflex, von dem er sich darin unterscheidet, dass er die Spindeln umgeht, wodurch es möglich wird, deren Aktivität, die ihrerseits vom y-Fasersystem reguliert wird, zu messen. Es sei aber darauf hingewiesen, dass zwischen H-Reflex und Achillessehnenreflex,

wie z.B. *Herman* kürzlich festgestellt hat, gewisse Unterschiede bestehen und dass es ohne grosse Erfahrung schwierig ist, mit dem H-Reflex zu arbeiten.

Bei den vorher erwähnten Messungen des Dehnungsreflexes zur Beurteilung des Grades der Spastik lag der Akzent hauptsächlich auf der motorischen Reaktion, die sich in dem Muskel abspielt, von dem der Reflex ausgeht. Doch darf man dabei nicht vergessen, dass am Dehnungsreflex auch noch andere Muskeln, insbesondere die Antagonisten, beteiligt sind, so dass Bahnung und Hemmung sich auf eine ganze Muskelgruppe auswirken und somit die Bewegungen des gesunden Menschen harmonisch aufeinander abstimmen, während beim Spastiker diese Koordination fehlt und sogar völlig beziehungslose Kontraktionen statt der beabsichtigten Bewegungen erfolgen können. Eine genauere Analyse des Zustandes verschiedener Muskeln kann Informationen über die Spastik und deren Änderung vermitteln. Derartige Untersuchungen sind beispielsweise von *Dimitrijević* und *Nathan* angestellt worden. Die Analyse kann sowohl am auf dem Untersuchungstisch liegenden als auch am gehenden Patienten durchgeführt werden, wobei das EMG der wichtigsten Muskeln unter gleichzeitiger Registrierung der Gelenkbewegungen und des Kontakts der Fußsohle mit dem Boden entweder durch ein Kabel oder drahtlos übermittelt wird. Es ist zu erwarten, dass derartige Untersuchungen, obwohl sie komplizierte technische Vorrichtungen erfordern, wertvolle Informationen über die Mechanorezeptoren und die Wirkung der Hautreize einbringen werden.

### Allgemeine Bemerkungen

Man muss sich der Tatsache bewusst sein, dass die Spastik, welcher Messmethode man sich auch bedienen mag, ein Symptom ist, das im Einzelfall von Tag zu Tag beträchtlich variieren kann. Der Grad der Spastik hängt ab von der seelischen Verfassung und von der Körperhaltung des Patienten, von der Stellung seines Kopfes zum Rumpf, von der Stimulation der Haut, vom Füllungsgrad der Blase usw. Bei der Messung des Dehnungsreflexes an einem Glied, das dabei ja fixiert und dann bewegt wird, können, besonders bei Patienten mit Rückenmarkläsionen, Beugereflexe ausgelöst werden.

Die Variabilität lässt sich durch weitgehende Standardisierung der Messbedingungen einschränken. Vergleichbare Resultate sind ziemlich leicht zu erzielen, wenn sich die Studie nur über einen kurzen Zeitraum erstreckt, während sich Vergleiche über län-

gere Zeiträume viel schwieriger gestalten. Die durch Änderungen in der Schwere der Spastik verursachten Schwierigkeiten können bis zu einem gewissen Grad vermieden werden, indem man die Messungen wiederholt und Durchschnittswerte benutzt.

---

## Physikalische Therapie bei Synovektomie entscheidend

*Anlässlich der 17. Tagung der Deutschen Gesellschaft für Rheumatologie wurden die Probleme der Knieschwellung und des Schmerzes bei der Primär-chronischen Polyarthritits eingehend erörtert und als Methode der Wahl die Synovektomie vorgeschlagen.*

Auf der gleichen Tagung berichtete Professor Dr. E. Hertel, Orthopädische Universitätsklinik Münster, über die wichtige Stellung der physikalischen Therapie in der prä- und postoperativen Behandlung von Patienten mit Kniesynovektomie. Ihre konsequente und differenzierte Anwendung ist zum Erreichen eines guten Gesamtergebnisses unerlässlich.

Die physikalische Therapie spielt bei der prä- und postoperativen Behandlung der Synovektomie die entscheidende Rolle. Hierbei kommt die «milde Wärmeanwendung» zum Einsatz, die direkt über Packungen oder indirekt durch Hochfrequenzenergie oder Ultraschall-Quellen eine lokale Vermehrung der Durchblutung sowie auch eine Verminderung des Muskeltonus erreichen soll. Bei entzündlich-aktiven Prozessen führt diese Therapie jedoch

zu einer Verstärkung der Entzündung. In diesen Fällen ist dann eine Kryotherapie indiziert. Wegen der häufig sehr verschieden reagierenden Patienten sollte aber niemals nach einem starren Schema behandelt werden.

Eine grosse Bedeutung auch schon präoperativ hat die Krankengymnastik, die sich nach der Krankheitsaktivität richten und genau abgestuft sein soll. Besonders Bewegungsübungen für den M. quadriceps femoris stehen hierbei im Vordergrund, die täglich mehrmals wiederholt und nach dem Eingriff weitergeführt werden müssen, um die volle Streckarbeit zu erreichen, die für ein flüssiges Gangbild unerlässlich ist. Weiterhin soll die noch am Operationstag einsetzende Bewegungstherapie Verklebungen verhindern und als Thromboseprohylaxe wirken.

Unter dieser Therapie wurden 114 Knie-synovektomien nachuntersucht. Bei frühzeitigem Eingriff konnten in den Stadien I und II nach Steinbrocker gute funktionelle Ergebnisse erzielt werden. Nach 2 bis 3 Wochen wurden die Patienten mit zwei Stockstützen aus dem stationären Aufenthalt entlassen und konnten nach 3 Monaten voll belasten.