

Manuelle Medizin 2019 · 57:188–191
<https://doi.org/10.1007/s00337-019-0535-5>

© Der/die Autor(en) 2019



A. Sammer^{1,2} · G. Feigl² · A. Tschugg^{1,3}

¹Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Manuelle Medizin, Graz, Österreich

²Lehrstuhl für makroskopische und klinische Anatomie, Medizinische Universität Graz, Graz, Österreich

³Universitätsklinik für Neurochirurgie, Medizinische Universität Innsbruck, Innsbruck, Österreich

Mobilisation der Interphalangealgelenke: eine neue Perspektive

Die Hand des Menschen ist in Form und Konstruktion weit mehr als nur eine „Greifvorrichtung“. Sie stellt ein hochentwickeltes und sehr anpassungsfähiges Werkzeug dar, mit dem der Mensch für seinen eigenen Körper sorgen und die Umwelt „behandeln“ kann. Darüber hinaus dient sie als hochempfindliches Tastorgan [1].

Eine gute Funktion der einzelnen Gelenke, Muskeln und Gewebeanteile ist unabdingbar, um diese Fähigkeiten zu gewährleisten.

Im Folgenden werden die unspektakulär wirkenden Techniken nach Sell [2], nämlich die Mobilisation der Interphalangealgelenke, in einem neuen Blickwinkel beleuchtet.

Technik

Vor jeder Behandlung erfolgen die eingehende Anamnese und Befunderhebung. Primär liegen an den proximalen Interphalangealgelenken (PIP) und distalen Interphalangealgelenken (DIP) meist strukturell degenerative Veränderungen im Rahmen von Erkrankungen aus dem rheumatischen Formenkreis oder nach Traumen vor. Funktionelle Störungen sind eher selten [2], dürften aber v.a.

Anmerkung

Die Fotografien der Präparate stammen von Körperspendern, die sich zu Lebzeiten dem Lehrstuhl für makroskopische und klinische Anatomie testamentarisch zur Verfügung gestellt haben. Sie unterliegen damit strikt den Regeln des Donationsprogramms des Lehrstuhls.

nach Ruhigstellungen und Traumen als *Functio laesa* auftreten.

Als manualmedizinische Technik werden u. a. das dorsovolare (dorsopalmar) translatorische Gleiten und die radioulnare Gleitbewegung beschrieben [2].

Dazu werden die beiden Gelenkpartner zwischen Daumen und Zeigefingerkuppe des Therapeuten möglichst gelenknah gefasst. Dabei wird die proximal angelegte Hand als Haltehand und die distal angelegte Hand als Arbeitshand verwendet, im Fall des dorsovolaren translatorischen Gleitens von dorsal und volar, im Falle des radioulnaren Gleitens von radial und ulnar.

Die Techniken werden durch eine Traktion, die infolge der exzentrischen Anordnung des Bandapparats aus 10–15° Flexion erfolgt, vorbereitet. Dann wird in beiden Fällen in die entsprechende Arbeitsrichtung weich, rhythmisch und repetitiv gearbeitet. Dabei soll stets unter der Schmerzgrenze behandelt werden ([2]; [Abb. 1](#)).

Unter bisherigen Gesichtspunkten wurde bei diesen Techniken ausschließlich das Gelenk behandelt. Ein weiterer Fokus sollte jedoch auf benachbarte Strukturen gerichtet werden.

Anatomie

Das proximale (*Articulatio interphalangea proximalis*) und das distale (*Articulatio interphalangea distalis*) Interphalangealgelenk stellen ein modifiziertes Scharniergelenk (*Ginglymus*) dar. Der Aufbau der Gelenkpartner und des Kapselbandapparats ermöglicht neben den Hauptbewegungsrichtungen Flexion und Extension in geringem Ausmaß Seitneigung und Rotationen nur als passives Begleitmuster der aktiven Bewegung [1].

Der Kapselbandapparat wird von dem paarig angelegten *Lig. collaterale* und *Lig. collaterale accessorium* sowie von einer palmaren Platte (*Lig. palmare*) gebildet.

Sehnen des Fingers sind dorsal die *Aponeurosis dorsalis* und palmar die Seh-

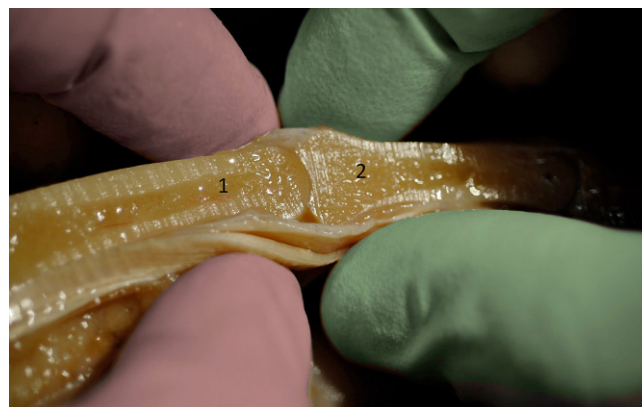


Abb. 1 ◀ Anlage der dorsovolaren Gleitmobilisation an einem Median-Sagittal-Schnitt eines Fingers, der mittels Thiel-Lösung konserviert wurde. 1 Phalanx proximalis, 2 Phalanx distalis, rot: Haltehand, grün: Arbeitshand

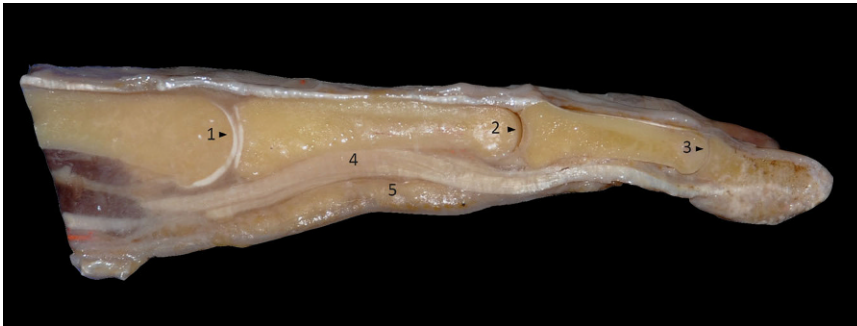


Abb. 2 ▲ Median-Sagittal-Schnitt eines Fingers, der mittels Thiel-Lösung konserviert wurde. 1 Grundgelenk, 2 proximales Interphalangealgelenk, 3 Distales Interphalangealgelenk, 4 Sehnen des M. flexor digitorum superficialis et profundus, 5 subkutanes Gewebe volarseitig

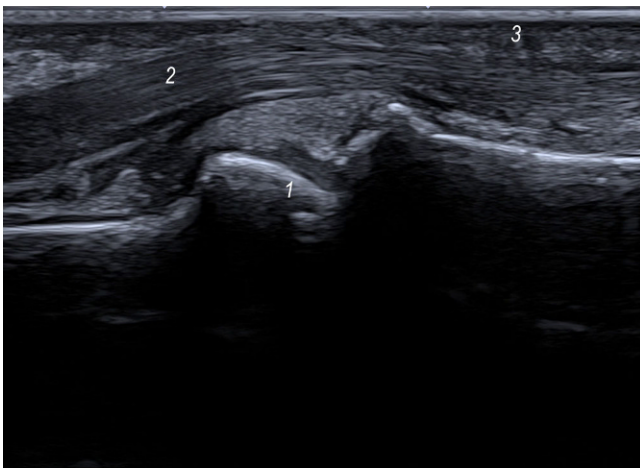


Abb. 3 ◀ Sonographische Darstellung des proximalen Interphalangealgelenks (PIP) von volar mittels 33-Hz-Sonde. Deutlich sichtbar werden die unterschiedlichen Gewebeschichten. 1 PIP, 2 Beugesehen, 3 subkutanes Gewebe

nen des M. flexor digitorum superficialis et profundus (■ **Abb. 2 und 3**).

Die Betrachtung der Hand und der Finger unter faszialen Gesichtspunkten ergibt ein überraschend komplexes Bild. So stellen die Faszien der Hand eine Fortsetzung der Unterarmfaszie dar. Dorsal-seitig teilt sich die Faszie in ein superfizielles und ein profundes Blatt. Dazwischen liegen die Hautvenen und -nerven. Das tiefe Blatt der Faszie teilt sich wiederum in 2 Schichten, zwischen denen die Strecksehnen verlaufen [1].

Die Innervation wird durch die Nn. digitales dorsales (aus N. radialis und N. ulnaris) und die Nn. digitales palmares (aus N. medianus und N. ulnaris) gebildet.

Diese anatomische Komplexität darf als Folge des funktionellen Bedarfs angenommen werden. Zum einen dienen die einzelnen faszialen Schichten als Gleitschichten gegeneinander und für die darin eingebetteten Strukturen. Zum anderen dürfen wir annehmen, dass auch in diesen Gewebeschichten vermehrt Re-

zeptoren vorkommen, die für die Bewegungssteuerung von Bedeutung sind.

Neurophysiologie

Der sensorische Input inkludiert die kinematischen Informationen. Darunter versteht man insbesondere die Gelenkstellung, die Muskellänge und die Sehnenspannung. Diese Informationen werden durch Rezeptoren wie Muskelspindeln, Golgi-Sehnen-Organ und Mechanorezeptoren erbracht, die am Beginn einer jeden Bewegungssteuerung stehen. Die sensorische Weiterverarbeitung erfolgt zentral, wobei weite Teile des Zentralnervensystems (ZNS) darin involviert sind.

Angesichts der fixen Länge unserer Gliedmaßen ergibt sich eine mathematische Beziehung zwischen den Gelenkwinkeln und der Position der Hand im Raum. Dies erlaubt dem Gehirn, die Position der Hand im Raum am Ende eines Bewegungsvorgangs zu schätzen, voraus-

gesetzt, die Gelenkwinkel und die Gliedmaßenlänge sind bekannt. Die neuronalen Schaltkreise, die dazu fähig sind, gelten als Beispiele für „interne Modelle“. Kenneth Craik formulierte diesen Begriff in den 1940er Jahren und beschrieb sie als „small scale model of external reality“. Solche Modelle ermöglichen es uns, Bewegungen vorab im Geist zu planen, zu testen und allenfalls Alternativen bereitzustellen. Dabei greift das Gehirn auf bereits bekannte Muster zurück [3].

Besonders beachtenswert ist, dass es dem ZNS möglich ist, aus der Information des aktuellen Zustands nicht nur die Bewegung im Voraus zu planen, sondern auch den daraus zu erwartenden sensorischen Input zu antizipieren. Dies wird durch das Reafferenzprinzip ermöglicht [4]. Dabei wird eine Kopie des motorischen Befehls in Form einer Efferenzkopie abgelegt. Dies wird als „feedforward model“ bezeichnet.

Die nun neuerlich eintreffenden sensorischen Signale der Bewegung werden mit der Efferenzkopie verglichen. Im Falle einer Abweichung können die motorischen Zentren relativ schnell die Bewegung korrigieren, noch bevor höhere Zentren involviert werden. Dies wird als sog. inverses Modell bezeichnet ([3]; ■ **Abb. 4**).

Die Hand bietet sich insbesondere zur Untersuchung dieser Modelle an [5, 6].

Der Vorteil dieses „Feedforward-Mechanismus“ ist seine Geschwindigkeit. Ein Bewegungsplan liegt primär vor und wird durchgeführt. Einkommende sensorische Signale werden bestätigt und nur im Falle einer Nichtübereinstimmung werden Korrekturen der Bewegung notwendig bzw. sind höhere motorische Zentren miteinzuziehen. Im Falle eines Feedback-Systems müsste jedes eintreffende Signal erneut analysiert und verrechnet werden.

Die Schwäche dieses Systems liegt in der Abhängigkeit vom bestmöglichen sensorischen Signal sowie vom Zustand des Erfolgsorgans, im beschriebenen Fall der Hand. Auch die Faktoren Trägheit, Viskosität und Steifheit des Gewebes spielen eine große Rolle. Die Kenntnis über diese Faktoren erlangen wir in unserer frühen Kindheit im Rahmen der sensomotorischen Entwicklung [3].

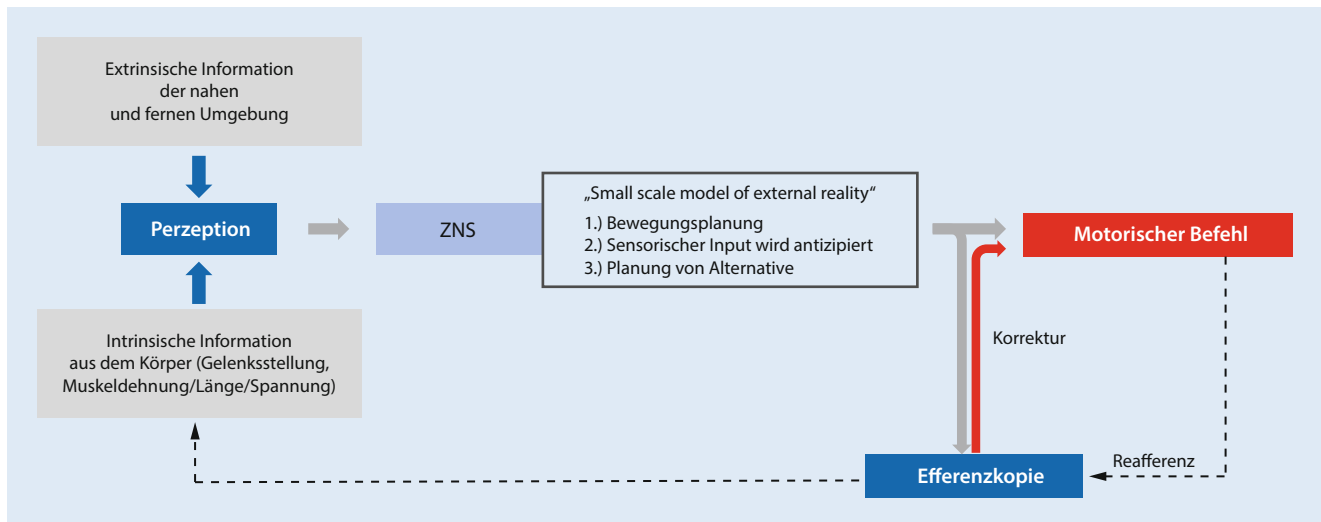


Abb. 4 ▲ Schema der sensomotorischen Kontrolle. Diese beginnt stets im sensorischen System. Nach Weiterleitung der Ausgangssituation über entsprechende afferente Systeme erfolgen die Verarbeitung und Planung des Bewegungsprozesses im „inneren Modell“. Nach Abschluss dieses Prozesses wird der motorische Befehl nach peripher gesandt. Eine Efferenzkopie wird angelegt und sofort mit dem neuen sensorischen Input verglichen. Bei Diskonkordanz wird umgehend eine Korrektur eingeleitet, noch bevor höhere Zentren in Anspruch genommen werden. ZNS Zentralnervensystem

Bei der Bewegungsplanung werden diese Werte in unserem „inneren Modell“ berücksichtigt.

Die Nozizeption infolge von Traumen oder entzündlichen Prozessen löst eine Aktivierung der spinal-segmentalen somato- und viserosympathischen Reflexwege aus. Dabei wird ein nozizeptiver Reiz über A_{δ} - und C-Schmerzafferenzen zum Rückenmark geleitet. Im Hinterhorn schalten die Neurone auf „wide dynamic rage neurons“ (WDR-Neurone) um. Diese erreichen das Vorderhorn, wo sie auf segmentale Motoneurone umschalten. Hierdurch ergibt sich eine motorische Systemaktivierung mit Aktivierung der homolateralen Flexoren (Schutzreflex). Außerdem erreichen die WDR die sympathischen Kerne in den Seitenhörnern, was wiederum eine sympathische Systemaktivierung mit Veränderung der Mikrozirkulation und somit der Trophik nach sich zieht. Viskosität nimmt ab, Trägheit und Steifheit nehmen zu. Die sensorischen Ergebnisse stimmen nicht mehr mit dem ursprünglichen Plan überein.

Therapeutische Möglichkeiten

Mit manuellen Techniken, wie sie eingangs beschrieben wurden, lässt sich die Gewebekonsistenz verändern – zum

einen durch direkte mechanische Effekte, zum anderen durch eine Stimulation der Mechanosensoren. Dadurch erregte A_{β} -Fasern dämpfen über GABAerge inhibitorische Interneurone die WDR-Aktivität und unterbrechen die somato- und viserosympathischen Reflexwege [7]. Vermutlich lässt sich auch die Wahrnehmung selbst positiv beeinflussen. Durch Traktion, dorsovolares Gleiten etc. werden nicht nur die faszialen Mechanosensoren der Gelenkstrukturen erfasst, sondern über die Sehnen der Mm. lumbricales und Mm. interossei auch die in diesen Muskeln sehr dicht angesiedelten Spindelrezeptoren und damit im weiteren Sinne die Propriozeption. Die Hand samt Fingern hat ihre Bedeutung für die Raumorientierung; wir setzen dieses Organ unzählige Male am Tag zur räumlichen Orientierung und Eigenwahrnehmung ein, ohne uns dessen bewusst zu sein. Eine schmerzhafte *Functio laesa* der Hand- oder Fingergelenke macht unsicher, da Propriozeption und in gewisser Weise auch die Raumorientierung in Mitleidenschaft gezogen sind. Dies ist beispielsweise beim Treppabgehen mit Tragen eines Gegenstands oder bei Benutzung einer Gehhilfe der Fall.

Die Bedeutung der sensorischen Strukturen an Hand und Fingern wird

am Beispiel der explorativen Gestaltwahrnehmung des Säuglings deutlich. Ab dem 3. Monat, genauer mit Beginn der Medianisierung der Hände, beginnen diese mehr und mehr ihre Bedeutung als Nahsinn zu erlangen. Im Weiteren werden sie dazu benutzt, den Raum zu ergründen und zu manipulieren.

Im Rahmen von funktionellen Störungsbildern wie dem Tonusasymmetriesyndrom sind diese Fähigkeiten gestört. Dies resultiert wiederum in einer verzögerten motorischen Entwicklung.

Hier zeigen Stimulationen des propriozeptiven Systems gerade über die dicht spindelbesetzten Muskeln regelmäßig eine Verbesserung der Motorik. Dies ist natürlich nur eine klinische Beobachtung, der wissenschaftliche Nachweis muss erst erbracht werden.

Fazit für die Praxis

- Mit der Behandlung der myofaszialen Strukturen sowie der Mobilisation der Gelenke der Hand lässt sich durch den beschriebenen Pathomechanismus eine Verbesserung der Beweglichkeit sowie der Raumwahrnehmung und somit der motorischen Kontrolle erzielen.

— Mit dem derzeitigen Stand der Grundlagenforschung eröffnen sich insbesondere auch für das Wirkprinzip der manualmedizinischen Behandlung neue Erklärungsmodelle und damit neue Perspektiven.

Korrespondenzadresse

Dr. A. Sammer

Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Manuelle Medizin
Kärntner Str. 419, Graz, Österreich
andreas.sammer@medunigraz.at

Danksagung. Für die Unterstützung zur Erstellung der anatomischen Präparate gebührt Doz. Dr. Georg Feigl (supplierender Leiter des Lehrstuhls für makroskopische Anatomie, Graz, Österreich) mein Dank. Ebenso konnten dank Dr. Rainer Litz (Chefarzt, Klinik für Anästhesie und Intensivmedizin, Helsing, Deutschland) entsprechende Ultraschallbilder mit 33-Hz-Sonden angefertigt werden. Mein besonderer Dank gilt meinem Lehrer Dr. Wilfrid Coenen.

Funding. Open access funding provided by Medical University of Graz.

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. A. Sammer, G. Feigl und A. Tschugg geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Für diesen Beitrag wurden von den Autoren keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien.

Open Access. Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Literatur

- Schmidt H-M, Lanz U (2003) Chirurgische Anatomie der Hand, 2. Aufl. Thieme, Stuttgart. ISBN 978-3-13-158882-1
- Bischoff HP, Moll H (2007) Kurz gefasstes Lehrbuch der manuellen Medizin, 5. Aufl. Spitta, Balingen
- Kandel E (2013) Principles of Neural Science, 5. Aufl. McGraw-Hill, Madison, S 1–1709. ISBN 978-0-07-139011-8
- von Holst E, Mittelstaedt H (1950) Das Reafferenzprinzip. Naturwissenschaften 37:464–476
- Ohki Y, Edin BB, Johansson RS (2002) Predictions specify reactive control of individual digits in manipulation. J Neurosci 22(2):600–610

- Dimitriou M, Edin BB (2010) Human muscle spindles act as forward sensory models. Curr Biol 20(19):1763–1767. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2010.08.049>
- Böhni U, Lauper M, Locher H (2015) Manuelle Medizin 1: Fehlfunktion und Schmerz am Bewegungsorgan verstehen und behandeln. Thieme, Stuttgart

Osteoporose bei Querschnittslähmung

Bei Erkrankungen, die mit längerer Immobilisierung oder Inaktivität einhergehen, kommt es sehr rasch zur Minderung der Knochenmineraldichte. So erreicht die Knochenresorption bei rollstuhlpflichtiger Querschnittslähmung (QL) bereits 10 bis 14 Wochen nach Lähmungseintritt ihr Maximum. Im Verlauf von zwei bis sechs Jahren kann die Knochendichte um bis zu 70% reduziert sein. Vier von zehn Querschnittsgelähmten erleiden im Laufe ihres Lebens einen Knochenbruch.

Entsprechend der Leitlinie der deutschsprachigen medizinischen Gesellschaft für Paraplegiologie (DMGB) zur Osteoporose bei Querschnittslähmung (QL) ist diagnostische Methode der Wahl für die Knochendichtemessung auch bei QL der DXA-Scan, hier allerdings an der Hüfte statt an der LWS. Ab einem T-Score von -1,0 wird (ohne vorherige Spiegelbestimmung) die Gabe von Vitamin D3 (800-1.000 IE/d), empfohlen, ggf. auch Kalzium, wenn davon auszugehen ist, dass die Gesamttagesdosis von 1.000 mg nicht über die Ernährung erreicht wird. Die spezifische Osteoporosetherapie mit Bisphosphonaten wird wegen der dürftigen Evidenz bei QL nicht allgemein empfohlen. Sie ist derzeit eine Off-label-Behandlung, kann aber nach Einzelfallentscheidung ab einem T-Score von -2,0 durchgeführt werden.

Während Stehtraining wie auch das Gehtraining im Exoskelett keine Auswirkungen auf den Knochenstoffwechsel zeigten, konnte für die funktionelle Elektrostimulation (FES, Cycling oder Knie-Flexions-Extensionstraining) ein knochenaufbauender Effekt nachgewiesen werden. Allerdings muss dieses Training mit drei bis fünf wöchentlichen Einheiten sehr intensiv durchgeführt werden, räumte Moosburger ein.

Quelle: Gemeinsame Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Medizin für Menschen mit geistiger oder mehrfacher Behinderung e.V. (DGMGB; www.dgmgb.de) und der Bundesarbeitsgemeinschaft Medizinische Zentren für Erwachsene mit Behinderung