

Über Mitinnervierung.

Von

Wilhelm Trendelenburg.

(Ausgeführt mit Unterstützung des Universitätsbundes Tübingen.)

(Aus dem Physiologischen Institut in Tübingen.)

Mit 9 Textabbildungen.

(Eingegangen am 20. März 1925.)

Über Mitbewegungen sind viele Untersuchungen ausgeführt worden¹⁾. Sie stellen nur einen besonderen Fall von Mitinnervierung vor, nämlich den, in welchem die Mitinnervierung von Muskeln zu einem äußerlich sichtbaren Bewegungsvorgang führt.

Die vorliegende Mitteilung soll sich mit dem anderen, wie es scheint bisher noch nicht näher untersuchten Fall von Mitinnervierung befassen, in welchem die Mitbetätigung von Muskeln bloß zu einer Versteifung von Gelenken führt, weil die Agonisten und Antagonisten eine gleichstarke Spannungsvermehrung erfahren. Sichtbare Mitbewegungen bleiben dabei also aus.

Solche Versteifungen können von der einen Körperhälfte, in welchen sich eine Willkürbewegung abspielt, auf die andere ausgeübt werden, oder sie können sich auf der gleichen Seite in Gegenden abspielen, die den willkürlich bewegten benachbart sind. Das gleiche gilt ja für die eigentlichen Mitbewegungen: z. B. kann eine Spreizung der rechten Hand von Mitspreizung der linken Hand gefolgt sein; bei dem Versuch, das eine Lid kräftig zu schließen, wird oft ein Großteil der linken Gesichtsmuskulatur innerviert, so daß Verzerrungen des Gesichts auftreten.

Wir wollen im folgenden den hier vorwiegend interessierenden Fall der Mitinnervierung ohne sichtbare Mitbewegung als *versteifende Mitinnervierung* bezeichnen.

¹⁾ Von Arbeiten über Mitbewegungen sind u. a. zu nennen: Förster, O.: Die Mitbewegungen bei Gesunden, Nerven- und Geisteskranken. Jena: Fischer 1903. — Curschmann, H.: Beiträge zur Physiologie und Pathologie der kontralateralen Mitbewegungen. Dtsch. Zeitschr. f. Nervenheilk. 31, 1. 1906. — Huismans, L.: Über Mitbewegungen. Dtsch. Zeitschr. f. Nervenheilk. 40, 221. 1910. — Gött, Th.: Eine wenig bekannte Mitbewegung und ihr Sinn. Zeitschr. f. d. ges. Neurol. u. Psychiatrie 66, 93. 1921. — Exner: angef. nach Förster. — Dräseke: Mitbewegung bei Gesunden. Dtsch. Zeitschr. f. Nervenheilk. 68, 344. 1921.

Die nähere Untersuchung von versteifenden Mitinnervierungen erscheint von mehreren Gesichtspunkten aus erwünscht. Bei sportlicher Betätigung beruhen Übung und Gewöhnung in erster Linie mit auf der allmählichen Ausschaltung von unzweckmäßigen Mitinnervierungen, welche die Bewegung übermäßig ermüdend machen. In noch viel höherem Maße ist die Vermeidung von Mitinnervierungen bei der künstlerischen Bewegung, z. B. im Klavier-, im Streichinstrumentenspiel¹⁾,

von Bedeutung, sowie aber auch für feinere Bewegungsleistungen der ärztlichen, insbesondere der chirurgischen, Kunst. Auch hier wird durch Übung sehr viel in der Vermeidung von Mitspannungen erreicht. Zudem wird hier, wie auch bei feinerer sportlicher Betätigung, auch die vor jeder Übung liegende „natürliche Begabung“ für zweckentsprechend lockere Bewegungen eine große Rolle spielen, die in der Frage der Berufseignung berücksichtigt werden müßte.

Was die *Methodik* zur Untersuchung der versteifenden Mitinnervierung angeht, so kann man bei ihrer Schilderung an eine Arbeit anknüpfen, die unter *Ewalds* Leitung von *Emanuel*²⁾ gemacht wurde.

Es handelte sich um die Frage des „Labyrinthtonus“, d. h. um die Tonusabnahme der Extremitätenmuskeln bei einseitigem Labyrinthverlust beim Frosch. Durch herabfallende Gewichte wurde an den Beinen ein plötzlicher Zug ausgeübt und die Kurve der Dehnung des Beines aufgeschrieben. Stärkere Dehnbarkeit (größere Höhe der Zugkurve) beweist Tonusverminderung.

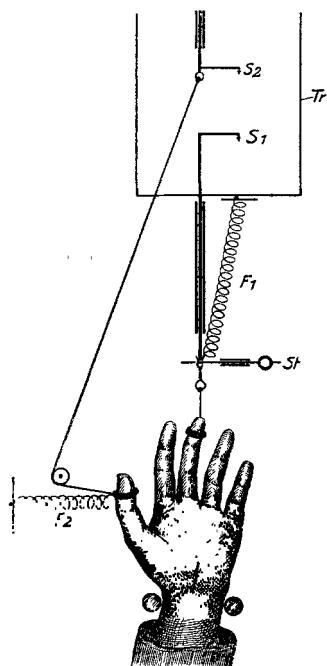
Ich ging in ganz ähnlicher Weise vor (Abb. 1). Ein Finger, meist der linke Mittelfinger, der in der Regel mit dem Dorsum flach aufliegenden Hand wird mit einer zunächst durch Stift S_1 in Spannung arretierten Feder F_1 verbunden. Der Daumen zieht an einer zweiten Feder F_2 , so daß seine Muskulatur (meist die Adductoren) in Spannung verschiedenen Grades versetzt wird. Diese Spannung wird mit dem Schreibstift S_2 aufgeschrieben. Untersucht wurde nun, ob dadurch die

Abb. 1. Schema der Versuchsanordnung. Erläuterung im Text. (Im Versuch sind die Finger etwas mehr gebeugt, wie hier gezeichnet.)

finger, der in der Regel mit dem Dorsum flach aufliegenden Hand wird mit einer zunächst durch Stift S_1 in Spannung arretierten Feder F_1 verbunden. Der Daumen zieht an einer zweiten Feder F_2 , so daß seine Muskulatur (meist die Adductoren) in Spannung verschiedenen Grades versetzt wird. Diese Spannung wird mit dem Schreibstift S_2 aufgeschrieben. Untersucht wurde nun, ob dadurch die

¹⁾ Trendelenburg, W.: Die natürlichen Grundlagen der Kunst des Streichinstrumentenspiels. Berlin: Julius Springer 1925. — Trendelenburg, W.: Zur Physiologie der Spielbewegung in der Musikausübung. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. 201, 189. 1923.

²⁾ Emanuel, G.: Über die Wirkung der Labyrinththe und des Thalamus opticus auf die Zugkurve des Frosches. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. 99, 363. 1903.



Mittelfingermuskeln (die im wesentlichen im Vorderarm liegen), in Mitspannung geraten, auch wenn keine Mitbewegung erfolgt. Das war daran kenntlich, daß die „Zugkurve“ (*Ewald*) des Fingers mit und ohne Daumenspannung eine verschiedene war. Wurde der arretierende Stift der Mittelfingerfeder zurückgezogen, so bekam der halb gebeugte Finger einen Ruck im Streckssinn. Die Bewegungskurve, oder in anderen Versuchen nur das Bewegungsausmaß, wurden mit der Schreibspitze S_1 aufgeschrieben. Je geringer die Muskelspannung ist, desto größer wird die Zugbewegung ausfallen.

Diese Versuchsanordnung läßt sich natürlich auf sehr verschiedene Fälle anwenden. Wir haben einstweilen in erster Linie die Hand untersucht, und zwar die Mittelfingermitspannungen bei Daumenspannung. Auch erstrecken sich unsere Untersuchungen nur auf normale erwachsene Versuchspersonen. Gerade die Weiterausdehnung auf pathologische Fälle mag mancherlei Aussichten eröffnen.

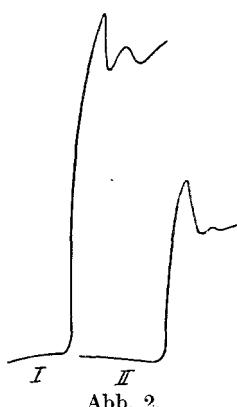


Abb. 2.

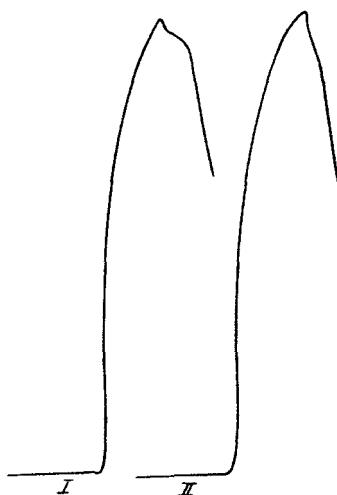


Abb. 3.

Abb. 2. Mitinnervierung des rechten Mittelfingers bei Faustschluß der linken Hand gegen Dynamometer. Versuchsperson auf möglichstes Lockerlassen eingestellt.
I = Spannung links 0 (kein Druck auf das Dynamometer).

II = Dynamometerspannung 35 kg.

Bei II deutliche Mitinnervierung (versteifende) des rechten Mittelfingers, kenntlich an dem verkleinerten Ausschlag bei Zugwirkung.
(Versuchsperson M.)

Abb. 3. Fehlende Mitinnervierung des rechten Mittelfingers bei linksseitigem Faustschluß gegen Dynamometer.

I = Spannung 0 (kein Druck auf Dynamometer).

II = Spannung 35 kg.

(Versuchsperson T.)

Die Methode kann weiterhin Anwendung finden, um versteifende Mitbewegungen der anderen Seite zu untersuchen. Wir gingen so vor, daß wir rechts die Zugkurve des Fingers bei plötzlicher Federwirkung aufnahmen und links gleichzeitig das Dynamometer drückten oder es ohne Druck in der Hand hielten.

Wie bekannt, werden häufig bei Bewegungen, z. B. links, auf der anderen, also rechten, Seite Mitbewegungen beobachtet. Ebenso können, wie die folgende Kurve der Abb. 2 zeigt, versteifende Mitinnervierungen auftreten. Die Kurven geben die Zugkurve des rechten Mittelfingers ohne (Kurve I) und mit (Kurve II) Druck der linken Hand auf ein Dynamometer; in letzterem Fall ist die Versteifung an der Erniedrigung der Zugkurve sehr deutlich zu erkennen. Der Versuchsperson war Zweck und Bedeutung der Versuche bekannt, und sie bemühte sich, spannungslos zu bleiben. Die nächstfolgende Abb. 3 zeigt nun, daß

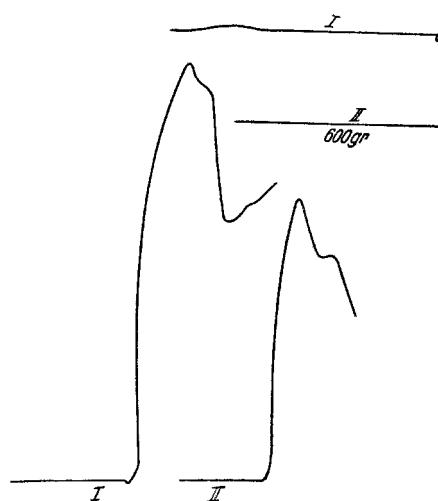
bei einer anderen ebenfalls über die Frage orientierten Versuchsperson die Mitinnervierung unter gleichen Verhältnissen völlig ausblieb. Hiernach liegen jedenfalls bedeutende individuelle Unterschiede in der Ausschaltung von kontralateralen Mitinnervierungen vor, die möglicherweise mit der Verschiedenheit des Geübtheits in feinen Muskelbewegungen zusammenhängen.

Einen Fall von gleichseitiger Mitinnervierung bringt Abb. 4 (von der gleichen Versuchsperson, wie Abb. 2). Hier liegen die Zugkurven des rechten Mittelfingers vor, ohne (Kurve I) und mit (Kurve II) Abductionsspannung des rechten Daumens. Die versteifende Mitinnervierung

Abb. 4. Zugkurven des Mittelfingers ohne (I) und mit (II) gleichseitiger Abductionsspannung des Daumens. Spannung des Daumens bei II gegen 600 g.
(Versuchsperson M.)

auf die Mittelfingermuskulatur ist wieder an der Kurvenabnahme sehr deutlich zu sehen. Es sei besonders erwähnt, daß *Mitbewegungen* hier wie in allen anderen Fällen ganz ausblieben. Auch hier ist wieder deutlich, daß die Versuchsperson trotz Bestrebens nicht imstande ist, die Mitinnervierung zu unterdrücken.

Die folgende Abb. 5, bei welcher ebenso wie in allen folgenden Kurven auf die Aufschrift der ganzen Zugkurve verzichtet und nur die Kurvenhöhe aufgezeichnet wurde, zeigt wiederum den Fall einer Versuchsperson, welche trotz Aufmerksamkeitseinstellung und Kenntnis der Frage nicht imstande ist, die bei Daumenadductionsspannung auf die gleichseitige Mittelfingermuskeln sich erstreckende Mitinnervierung zu unterdrücken. Dem sei gleich ein anderer Fall gegenübergestellt, von einem Berufsgeiger, bei welchem ohne Einsicht in die Fragestellung



die Mitinnervierungen unter sonst annähernd gleichen Umständen von Anfang an so gut wie ganz ausblieben (Abb. 6). Ebenso lag es bei einem anderen Berufsgeiger (Abb. 7).

Weitere Versuche wurden an solchen Personen ausgeführt, welche zunächst, bei Unkenntnis der Fragen, mehr oder weniger starke Mitinnervierung zeigten, und nun über die Möglichkeit ihrer Unterdrückung

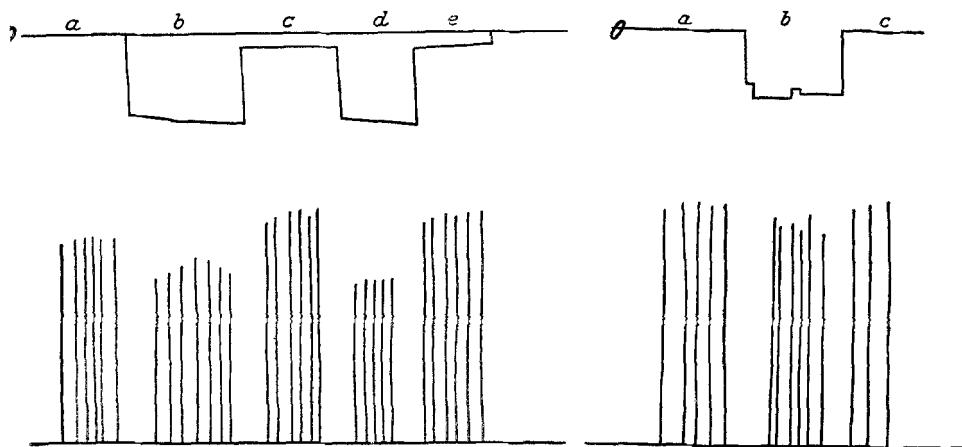


Abb. 5.

Abb. 6.

Abb. 5. Versteifende gleichseitige Mitinnervierung, die trotz Aufmerksamkeiteinstellung in diesem Fall nicht unterdrückbar ist.

Oben: Daumenadductionsspannung.

Unten: Mittelfingerausschlag bei Federzugwirkung.

a, c, e = Spannung 0.

b, d = starke Spannung, und zwar beides bei Aufmerksamkeitseinstellung auf Lockerlassen. Trotzdem bleibt hier die versteifende Mitinnervierung nicht aus.

(Versuchsperson Mo.)

Abb. 6. Ausbleiben von versteifender Mitinnervierung bei Berufsgeiger, ohne Einsicht in den Versuchszweck.

Oben: Daumenadductionsspannung.

Unten: Mittelfingerausschlag bei Federzugwirkung.

a und c = Daumenspannung 0.

b = Daumenspannung stark.

Einfluß auf Mittelfingermuskeln fast Null.

(Versuchsperson R.)

durch Aufmerksamkeit aufgeklärt wurden. Daß dadurch in manchen Fällen keine Änderung der Mitinnervierung erfolgt, sahen wir schon (Abb. 2, 4, 5). In den jetzt in Rede stehenden Fällen (Abb. 8 und 9) hörte bei Aufmerksamkeitseinstellung die Mitinnervierung entweder ganz auf oder ließ erheblich nach.

Eine Fehlerquelle, die aber in den vorliegenden Versuchen ausgeschlossen war, ist noch zu erwähnen. Aus einer Kurvenerniedrigung darf nur dann auf eine Mitinnervierung geschlossen werden, wenn an der Kurvenerniedrigung nur vermehrte

Muskelspannungen, nicht aber vermehrte Spannungen von Sehnenverbindungen oder Aponeurosen beteiligt sind. Wenn man z. B. den Einfluß der Kleinfingerbeugung, die gegen Federzug unter ausgiebiger Beugebewegung erfolgt, auf die

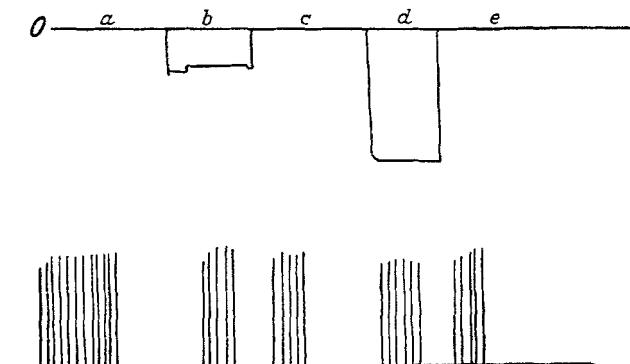


Abb. 7. Ausbleiben von versteifender Mitinnervierung bei einem Berufsgeiger, welcher über die Bedeutung der Versuche nicht aufgeklärt war.

a, c, e = Daumenadductionsspannung 0.

b = Spannung gering.

d = Spannung stark.

Kein wesentlicher Einfluß auf die Ausschlagsgröße des gleichseitigen Mittelfingers bei Zugwirkung.

(Versuchsperson H.)

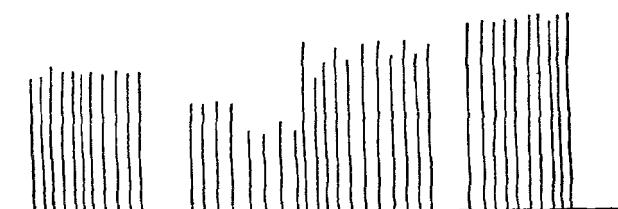
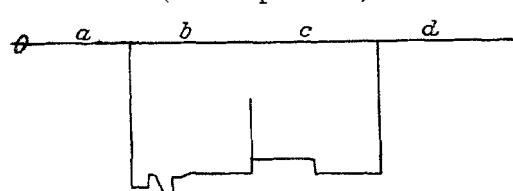


Abb. 8. Versteifende gleichseitige Mitinnervierung und ihr Ausbleiben bei Aufmerksamkeiteinstellung.

Oben: Daumenadductionsspannung.

Unten: Mittelfingerausschlag bei Federzug.

a und d = Daemenspannung 0.

b und c = Starke Daemenspannung, und zwar: b ohne Kenntnis der Versuchsperson über Bedeutung und Zweck der Versuche, c nach Erklärung und Aufforderung zum Lockerlassen. In letzterem Fall blieb die versteifende Innervation so gut wie ganz aus.

(Versuchsperson Ru.)

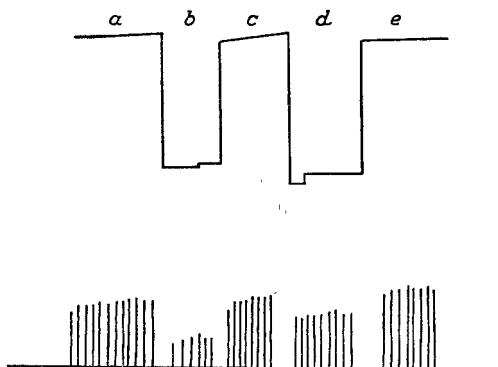


Abb. 9. Versteifende gleichseitige Mitinnervierung und ihre Verminderung durch Aufmerksamkeitseinstellung (Adduction).

Oben: Daumenadductionsspannungen.

Unten: Mittelfingerausschlag bei Federzug.

a = Daumenspannung 0.

b = Stärkste Adductionsspannung.

c = Adductionsspannung 0.

d wie b, aber vorher zum Lockerlassen der übrigen Finger aufgefordert,
während bei b die Versuchsperson über die Bedeutung der Versuche nicht
aufgeklärt war.

(Versuchsperson Z.)

Mittelfingerkurve untersucht, so nehmen die Zugkurven auch bei einer solchen Versuchsperson sehr an Höhe ab, welche die Mitinnervierung völlig vermeiden kann. Dies beruht meiner Ansicht nach auf mechanischer Wirkung durch Vermittlung der Palmaraponeurose. Würde man die Kleinfingerbeugespannungen ohne Beugebewegung, also isometrisch, erfolgen lassen, so würden auch diese mechanischen Einflüsse wohl fortfallen, die bei Daumenbewegungen nicht zu befürchten sind.

Bei der Ausführung der Versuche hat Herr appr. Arzt A. Mögling, bei der Bearbeitung des Materials Frau Dr. med. H. Nellmann wertvolle Hilfe geleistet.

Als Ergebnis der Versuche sei folgendes zusammenfassend hervorgehoben:

Mitinnervierungen können zu sichtbaren *Mitbewegungen* führen, oder zu äußerlich nicht sichtbarer *Spannungsvermehrung* (versteifende Mitinnervierung). Manche Versuchspersonen sind imstande (sei es infolge angeborener Anlage oder infolge besonderer beruflicher Übung oder beider Momente), ohne Einsicht in die ganze Fragestellung Mitinnervierung weitgehend zu unterlassen (Abb. 3, 6, 7). Andere Personen haben zunächst starke versteifende Mitinnervierung, wenn sie keine Einsicht in die Fragestellung haben, können aber bei Unterweisung und Aufmerksamkeitseinstellung die Mitinnervierung ebenfalls sofort weitgehend vermeiden (Abb. 8 und 9). Zu einer weiteren Gruppe gehören die Personen, denen es trotz wissenschaftlicher Einsicht und Aufmerksamkeitseinstellung nicht gelingt, die versteifenden Mitinnervierungen zu unterdrücken (Abb. 2, 4, 5).