

AUS DER CHIRURGISCHEN UNIVERSITÄTSKLINIK C. IN
KOPENHAGEN
CHEF: PROF. DR. MED. A. LENDORF

PROPHYLAKTISCHE
KONTRAKTURBEHANDLUNG
experimentelle und klinische Untersuchungen
VON
V. RIEMKE,
Dr. med.
(Vom Dänischen übersetzt).

EINLEITUNG

Mit Rücksicht auf die dieser Arbeit zu Grunde liegende Auffassung von der Gelenkskontraktur, ihrer Entstehungsart und Behandlung scheint es zweckdienlich, eine kurze Übersicht über den »Bewegungsapparat« zu geben, so wie er den modernen Anschauungen gemäss aufgefasst wird.

Während man in früherer Zeit geneigt war, dem »Bewegungsapparat«, d. h. den Gelenken, Knochen, Muskeln, sowie den Funktionen dieser Organe, eine mehr oder weniger mechanische Auffassung beizulegen, hat sich die moderne Auffassung allmählich immer mehr biologisch eingestellt, nachdem neue Beobachtungen und Untersuchungen zwischen einer Anzahl grundverschiedener Organe, die alle unter die Bezeichnung: *das kinetische System* einzubeziehen sind, einen engen und komplizierten Zusammenhang ergeben haben.

Noch weit entfernt von der Klarlegung sind sowohl der komplizierte funktionelle Zusammenhang als auch die Abhängigkeit, die zwischen den folgenden anatomischen Einheiten bestehen: dem Gelenk und seinen Bestandteilen, Sehnen, Muskeln, den peripherischen Nerven, dem Zentralnervensystem und dem Gefässsystem, so wie sich dieser Zusammenhang in der Bewegung äussert (dynamische Funktion), in der Fixierung (statische Funktion), in Reflexen, Tonus und Ernährung unter normalen und pathologischen Verhältnissen (Hypertrophie und Atrophie).

Wie überall da, wo die Lösung des Problems schwierig und noch ungeklärt ist, finden sich auch hier eine Menge von Theorien vor.

Das kinetische System hat zwei Hauptaufgaben: Gelenke zu fixieren und zu bewegen. Diese beiden Prozesse vollziehen sich gewöhnlich gleichzeitig, da bei Bewegung des einen Gelenkes, andere Gelenke fixiert werden müssen.

Die Knochen, die Gelenke mit ihren Knorpeln, die Synovialkapsel, welche die schmierölähnliche Synovia aussondert, die fibröse Gelenkkapsel mit dem ligamentären Stützapparat liefern die rein mechanischen Bedingungen für Bewegung und Fixation. Die Muskeln, die über ihre rein physische Länge hinaus ausgespannt sind und die ausserdem einer steten Irritation und dadurch verstärkten Spannung (Tonus) ausgesetzt sind, bilden die eigentlichen Bewegungs- und Fixationsorgane.

Die dynamische Muskelfunktion äussert sich entweder in willkürlichen Bewegungen oder in unwillkürlichen Bewegungen (Reflexen).

Bei willkürlicher Bewegung entstehen die Impulse im Grosshirn und gelangen (beim Menschen) über die motorischen Hirnrindezentren, durch die Pyramidenbahn zu den motorischen Vorderhornzellen, von wo die Impulse zur quergestreiften Muskulatur weitergeleitet werden.

Bei unwillkürlicher Bewegung (Reflexen) entstehen die Impulse peripherisch in den sensiblen Endorganen der zentripetalen Nerven, werden durch die hinteren Wurzeln des Rückenmarks zu den korrespondierenden Vorderhornzellen geführt (in viele oder wenige Segmente, je nach der Stärke der Irritation) und von da durch die zentrifugalen motorischen Nerven zu den Muskeln.

Sowohl die willkürlichen als auch die unwillkürlichen Bewegungen sind einer gewissen zentralen Hemmung ausgesetzt, die von supraspinalen Zentren im Grosshirn und Mittelhirn ausgeht und wahrscheinlich auf die motorischen Vorderhornzellen einwirkt (*Frölich & Meyer*). Bei hoher Rückenmarksdurchschneidung erhält man somit verstärkte Reflexe. Andererseits kann eine Hemmung (oder eventuell: Blockade) der motorischen Vorderhornzellen auch peripherwärts entstehen. Bei starker Schmerzeinwirkung (subkutaner Injektion mit hypertotonischer Salzlösung) kann man z. B. bei einem Frosch einige Zeit hin-

durch jedwede Reflextätigkeit verhindern: Reflexhemmung (*Tigerstedt*). Und umgekehrt, kann man z. B. bei akuter Appendizitis willkürlich nur schwer oder gar nicht den unwillkürlichen reflektorischen Muskelschutz brechen. Das heisst also so viel, als dass man sowohl mit einer zentralen als auch mit einer peripheren Hemmung rechnen muss. Dass die Verhältnisse sogar noch komplizierter sind als hier skizziert und dass eine *gegenseitige* Wechselwirkung zwischen dem Grosshirn und dem reflektorischen Apparat von sowohl hemmender als *stimulierender* Art besteht, zeigen verschiedene Beobachtungen (*Krehl, Trendelenburg*). So wies z. B. *P. Hoffmann* eine vermehrte Reflexirritabilität bei willkürlich kontrahierten Muskeln nach.

Die statische Muskelfunktion kann ebenfalls willkürlich oder unwillkürlich (reflektorisch) sein.

Bei willkürlicher, statischer Muskelfunktion (willkürlicher Fixation), z. B. beim Hängen mit gebeugten Armen, erhält man eine Muskelfunktion, die sich nur bezüglich der rein äusserlichen Wirkung von einer willkürlichen, dynamischen Arbeit unterscheidet.

Unter unwillkürlicher, statischer Muskelfunktion (unwillkürlicher Fixation) versteht man dauernde oder veränderliche Spannungszustände der Muskulatur, die hauptsächlich auf reflektorischer Basis entstehen.

Und damit sind wir auf das schwierige Gebiet des Tonusproblems gelangt, das nach dieser kurzen Skizzierung des kinetischen, oder besser gesagt des kino-statischen Systems zum Gegenstand eingehender Besprechung gemacht werden soll.

I.

DER TONUS DER QUERGESTREIFTEN MUSKELN

Die Frage über den Tonus der quergestreiften Muskeln ist eines der interessantesten, aber auch eines der schwierigsten Probleme der Bewegungsphysiologie und spielt bei der Auffassung und dem Verständnis der Kontraktur, ja überhaupt der Gelenktherapie eine sehr bedeutende Rolle.

Im »Handbuch der Physiologie des Menschen« (1840) schreibt *Johs. Müller*, dass »nicht bloss die Sphincteren, sondern eigentlich alle animalischen Muskeln beständigen motorischen Erregungen ausgesetzt sind« und »es sind Gründe vorhanden anzunehmen, dass die leise Kontraktion der Muskelfa-

sern niemals ganz aufhört und dass sie auch in den sogenannten Zeiten der Ruhe schwächer fort dauert.«

Es soll hier gleich erwähnt werden, dass es trotz zahlreicher Untersuchungen und sinnreicher Experimente in den verflossenen Jahren nicht gelungen ist, die Existenz eines Tonus als eine eigene physiologische Funktion, eine Nerven-Muskelfunktion *sui generis*, klar zu beweisen und man muss daher den *Tonus der quergestreiften Muskulatur* folgendermassen *definieren*: als einen unwillkürlichen, hauptsächlich reflektorischen, permanenten Irritationszustand, der als gewöhnliche tetanische Muskelzellenkontraktion fungiert und sich als ein Spannungsnachlass oder eine Verlängerung des Muskels äussert, wenn der Reflexbogen irgendwo unterbrochen wird.

Es war aber erst *Brondgeest* vorbehalten, im Jahre 1860 durch seine klassischen Versuche zu beweisen, dass der Tonus ein neurogener Irritationszustand der Muskulatur sei. An einem am Kopfe aufgehängten Frosch oder Kaninchen durchschnitt er den N. ischiadicus des einen Beines und konstatierte, dass dieses Bein daraufhin länger herunterhing als das andere. *Brondgeest* zeigte aber auch, dass der Tonus ein permanent *reflektorischer* Irritationszustand sei, da das gleiche Phänomen auch bei Durchschneiden der zur betreffenden Extremität gehörigen hinteren Wurzeln eintraf.

Dies bedeutet also, dass Impulse von der Peripherie (Haut, Gelenke, Muskeln, Sehnen) durch die sensiblen Nerven geleitet werden und über das Zentralnervensystem eine beständige, motorische Irritation auslösen.

Brondgeest wurde hiemit der eigentliche Begründer der Theorie vom reflektorischen Muskeltonus.

Nun treten aber mehrere Beobachtungen zutage, durch die die Forscher des 20. Jahrhunderts bei ihren Untersuchungen bezüglich des Tonusproblems auf neue Gesichtspunkte hingewiesen werden.

Vor allem schufen *Bremer* (1882), *Perroncito* (1902) und *Botezat* (1906) eine anatomische Grundlage für die Wahrscheinlichkeit einer doppelten Innervation der quergestreiften Muskulatur, da diese Verfasser teils markhaltige, teils marklose Nervenfasern in Muskeln nachweisen konnten. Es war aber erst *Boeke*, der in seinen Arbeiten (1909—1910—1913—1919) den morphologischen Beweis für die doppelte Innervation der quer-

gestreiften Muskeln lieferte, indem er fand, dass die marklosen (vermutlich sympathischen) Muskelfasern (*M.obliquus sup.*) nicht degenerieren, wenn die motorische Wurzel (*N.trochlearis*) dicht am Hirnstamm, noch bevor sie sich mit dem *Sympathicus* vereinigt hat, durchschnitten wird.

Danach kann man mit Sicherheit annehmen, dass die quergestreifte Muskulatur einer Doppelinnervation unterworfen ist, nämlich teils einer somatisch-motorischen und teils einer autonomen Innervation.

Ein anderer Faktor, der für das Tonusproblem der Skelettmuskulatur von grösster Bedeutung wurde, war das Studium der physiologischen Besonderheiten der glatten Muskulatur (*Bethe, Noyons & v. Uexküll, Parnas*): die langsame, langdauernde und relativ unermüdliche Kontraktion, die mit einem unnachweisbaren oder wenigstens sehr geringen Energieverbrauch und mit sehr schwachen oder nicht nachweisbaren Aktionsströmen verläuft.

Diese eigentümliche Funktionsart der glatten Muskulatur gab Anlass zu Vergleichen mit einer Anzahl von Funktionsformen bei der quergestreiften Muskulatur, die in so mancher Beziehung von einer gewöhnlichen tetanischen Kontraktion abweichen und in vielem der Funktion der glatten Muskulatur ähneln.

Die wichtigsten Funktionsformen, von denen hier die Rede ist, sind ausser dem gewöhnlichen Ruhetonus der quergestreiften Muskulatur (im Sinne *Brondgeest's*), die bei Entfernung des Grosshirns entstehende Rigidität der quergestreiften Muskulatur (*Sherrington's* »decerebrate rigidity«), die gleichfalls reflektorisch ist, ferner Narkoserigidität, der sogenannte »Umklammerungsreflex« des Frosches, Rigidität bei verschiedenen Nervenleiden wie z. B. hysterische, hypnotische und katatonische Rigidität u. a. m.

Mit dieser Grundlage: doppelte Innervation der quergestreiften Muskulatur und doppelte Funktionsweise, teils die gewöhnliche, schnelle, tetanische Kontraktion und teils eine langdauernde, unermüdliche Kontraktion, wie sie sich bei den eben genannten Muskelzuständen zeigt, indem sie an die Kontraktion der glatten Muskulatur erinnert, — sind alle Bedingungen für eine dualistische Auffassung der Funktion der quergestreiften Muskulatur gegeben, so wie sie auch auf verschiedene Weise durch eine Reihe von Verfassern ausgearbeitet wurde.

Schon im Jahre 1887 stellte *Grützner* seine Hypothese von zweierlei Arten Muskelfasern mit jeweiliger Funktion auf, rote Muskelfasern mit einer trägen und langdauernden Kontraktion und weisse Muskelfasern mit schneller und kürzer anhaltender Kontraktion.

1901 stellte *Botazzi* auf Grund seiner Untersuchungen über veratrinvergiftete Muskeln eine dualistische Theorie auf, deren Substrat in die einzelne Muskelzelle verlegt war. Eine Muskelzelle besteht bekanntlich aus zwei Elementen: den Muskelfibrillen und dem Sarkoplasma. Auf seinen Myogrammen über die durch Veratrin oder ein anderes Muskelgift vergifteten Muskeln fand *Botazzi* zwei Zacken, die einer schnellen Kontraktion mit darauffolgender träger und langsamerer Kontraktion entsprachen. *Botazzi* hielt sich durch seine Untersuchungen an verschiedenen Arten von Muskeln zur Annahme berechtigt, dass die erste, schnelle Kontraktion den Fibrillen zuzuschreiben sei, die andere, träge, dem Sarkoplasma. Die Aufgabe des Sarkoplasmas sollte demnach unter normalen Verhältnissen diejenige einer »inneren Unterstützung« der schnellen, fibrillären Kontraktion sein. »Das Sarkoplasma ist die innere, natürliche Stütze des anderen kontraktilen, differenzierten Materials«. Je reichhaltiger an Sarkoplasma ein Muskel ist, desto ausgesprochener kann man die »tonische« Zacke erhalten, unter normalen Umständen wirken aber beide Komponenten zusammen. Von entscheidender Bedeutung für das Aussehen der verschiedenen Muskelkurven ist somit die Verteilung von Sarkoplasma und Fibrillen in den verschiedenen Muskeln.

1904 legte *Mosso* seine Theorie an den Tag: dass die markhaltigen Nervenfasern Impulse zu schneller Kontraktion leiten und die marklosen Fasern Impulse zu tonischer Innervation. Dies war aber nur eine reine Hypothese, die durch kein Experiment gestützt wurde.

In den Arbeiten des Biologen *v. Uexküll* (1900—1909) begegnet man einem neuen Begriff, der dem Tonusproblem beigelegt wird. *v. Uexküll* studiert die beweglichen Stacheln des Meerigels und findet dabei zwei verschiedene Arten von Muskeln, periphere Muskeln, die den Stachel bewegen, und zentrale Muskeln, die denselben stundenlang an Ort und Stelle erhalten, ohne zu ermüden. Den peripheren Muskel nennt der Verfasser: Bewegungs- oder Verkürzungsmuskel, der zentrale wird: Sperrmuskel ge-

nannt. Daher kommen wieder die Ausdrücke »Sperrtonus« und »innere Sperrung«, die Anlass zu peinlichen Auslegungen in der klinischen Tonusauffassung gaben.

Ähnliche Untersuchungen wurden von *Parnas* (1910) vorgenommen, welcher findet, dass die Schliessmuskeln der Muscheln im Stande sind, stundenlang schwere Gewichte zu tragen, ohne nachweisbare Erhöhung des Energieumsatzes (Sperre).

In einer Anzahl von Arbeiten, *van Hoogenhuyze & Verploegh* (1908—1909), *Pekelharing & v. Hoogenhuyze* (1910), *Pekelharing & Harkink* (1911), haben diese Verfasser über das Muskelkreatin Untersuchungen angestellt und auf dieser Grundlage die Theorie aufgestellt, dass der Tonusstoffwechsel mit einer nicht-oxydativen Verwandlung des Eiweisstoffes in Kreatin in Verbindung steht, wobei ohne Verbrennung Energie freigemacht werden sollte.

Eine derartige Theorie musste natürlich eine weitere Stütze für die dualistische Tonusauffassung ergeben. Damit hatte man einen besonderen Stoffwechsel, der nicht bloss die fehlende oder nur geringe Verbrennung erklären konnte, sondern auch viele andere, schwer verständliche Verhältnisse bei tonischen Zuständen.

Es war denn auch *de Boer's* Verdienst (1913—1921), die dualistische Theorie fertig auszubauen, indem er die Resultate *Pekelharing's*, *Botazzi's* und *Bocke's* mit seinen eigenen Untersuchungen zu einer neuen Theorie vereinigte, wobei der Dualismus konsequent durchgeführt erscheint.

De Boer fand bei veratrinvergifteten Muskeln durch Ableitung von Aktionsströmen eine elektrische Kurve, die ebenso wie die mechanische (*Botazzi*) aus einer schnellen, mit darauffolgender langsamer Zuckung besteht.

Bei gleichzeitiger Vergiftung mit Curare plus Veratrin verschwand die schnelle Zuckung, während die langsame erhalten blieb.

Da Veratrin das tonische Substrat stimuliert, Curare die spinalmotorische Innervation unterbricht, schliesst *de Boer* daraus, dass diese langsame Kontraktion bei Doppelvergiftung von einer autonomen und wahrscheinlich sympathischen Innervation herrührt, da sie ja nicht von einer spinalmotorischen Innervation stammen kann.

Bei einer anderen Versuchsreihe konnte *de Boer* nach Durch-

schneidung der Rami communicantes (Sympathicus) eine langsame Kontraktion durch Irritation *peripherisch* zur Schnittstelle hervorrufen, nicht aber durch Irritation *zentral* zur Schnittstelle, auf welche Weise er nur die schnelle Kontraktion hervorrufen konnte.

Ausserdem durchschnitt *de Boer* die Rami communicantes der einen Hinterextremität eines Frosches und fand dabei, gerade so wie *Brondgeest* bei Durchschneidung der hinteren Wurzeln, dass dieses Bein länger herabhing als das andere. Auch aus diesen Versuchen schliesst *de Boer*, dass der Tonus der quergestreiften Muskulatur mit dem Sympathicus in Verbindung stehe.

De Boer's Untersuchungsergebnisse wurden von einigen Verfassern gestützt, wie z. B. *Kure*, *Hiramatsu & Naito*, *Mansfeld* & Mitarbeiter sowie *Nakanishi*, konnten aber von anderen nur zum Teil bestätigt werden: *Jansmas*, *Langelan*, *Lopez & Brücke* und *Dusser de Barenne*, während sie von anderen direkt widerlegt werden: *Kuno*, *Cobb*, *Salbeck & Weithrecht*, *Deike*, *K. Schneider* u. a. m.

Besonders einer Arbeit von *Fischel & Kahn* (1928) ist Beachtung zu schenken. Diese beiden Verfasser haben ein ganz neues Präparat der Membrana basi-hyoidea (retrolingualis) des Frosches hergestellt, welches eine genaue mikroskopische Untersuchung der einzelnen quergestreiften Muskelzellen und ihrer Reaktion auf direkte und indirekte Irritation ermöglicht. »Weder die Reizung der sympathischen, noch jene der parasympathischen Wurzel des N. hypoglossus hatte die mindeste Veränderung im sichtbaren Gefüge der Faser zur Folge«.

E. Frank gelangt nämlich bei einer Reihe von Arbeiten (1919—1922) auf Grund von Versuchen an peripheren Organen mit verschiedenen Nervengiften zu dem Resultat, dass der Tonus unabhängig ist vom Sympathicus, dagegen aber mit dem Parasympathicus in Verbindung steht und dass diese tonomotorischen Bahnen so wie die Vasodilatoren das Rückenmark antidrom durch die hinteren Wurzeln verlassen.

Frank's sogenannte »*parasympathische Theorie*« wurde jedoch von vielen Seiten stark kritisiert. Die hauptsächlichsten Einwendungen sind, dass es sich bei *Frank's* Untersuchungen gar nicht um tonische Zustände handelt und dass man nicht so ohne weiters annehmen darf, dass Nervengifte, die auf eine

bestimmte Weise auf die zentralen Nervenorgane einwirken, auf dieselbe Weise auch auf die peripheren Organe ihre Wirkung ausüben.

Schliesslich muss noch erwähnt werden, dass eine ganze Menge Verfasser überhaupt die Existenz eines Tonus in der quergestreiften Muskulatur als einen Zustand leugnen, der sich auf irgend eine Weise, jedenfalls aber in seinem peripheren Mechanismus, von gewöhnlicher tetanischer Kontraktion unterscheidet, ausgenommen in rein quantitativer Beziehung (*Piper, P. Hoffmann, v. Kries, Rehn, Forbes, Schmid, Spiegel, Lindhard* u. a. m.).

So meint z. B. *P. Hoffmann*, dass der Tonus der quergestreiften Muskulatur ganz einfach aus einer Anzahl gewöhnlicher Reflexe besteht, indem er nachweist, dass diejenigen Zentren, die die Sehnenreflexe übertragen, im Stande sind, eine genügend grosse Anzahl Reflexe in der Sekunde zu übertragen, nämlich eine ebenso grosse Anzahl Impulse, als zu willkürlicher Kontraktion erforderlich sind.

Die dualistische Auffassung der Tonusfrage hat sich, wie man sieht, ganz natürlich entwickelt, u. zw. im Anschluss an die Nachweisung der doppelten Innervation der quergestreiften Muskulatur (somatisch und autonom), ihrer doppelten Struktur (Fibrillen und Sarkoplasma) und ihres doppelten Stoffwechsels (Kohlenhydrat und Eiweissstoff), sowie als Folge einer gewissen Neigung, bestimmte eigentümliche Zustände bei der quergestreiften Muskulatur mit der Funktionsweise der glatten Muskulatur zu vergleichen.

Bei der allgemeinen Vorliebe für schöne Hypothesen war es nur allzu verlockend, die autonome Innervation und das sarkoplasmatische Element der quergestreiften Muskulatur mit einem besonderen Stoffwechsel und einer besonderen, derjenigen der glatten Muskulatur ähnlichen, Funktion zu kombinieren. Es wurden daher auch seit *de Boer* viele sinnreiche Experimente ausgeführt, um eine solide Basis für eine solche Hypothese zu schaffen, aber trotz allem hat keines dieser Experimente einen sicheren Beweis für das Vorhandensein einer Doppelfunktion, wie von *de Boer* angeführt, geliefert.

Das einzig sichere ist die doppelte Innervation, aber welche Rolle die autonomen Nerven in der quergestreiften Muskulatur spielen, ist noch nicht entschieden. Es kann z. B. erwähnt wer-

den, dass *F. H. Levy* (1923) meint, der Sympathicus wirke auf kein besonderes Substrat, beeinflusse aber die Erregbarkeit, und dass *Achelis* (1928) neuerdings gezeigt hat, dass der Sympathicus die Erregbarkeit der motorischen Nerven auf eine Erhöhung der Erregbarkeit hin beeinflusst, die jedoch entfällt, wenn die Rami communicantes durchschnitten werden.

In Bezug auf einen spezifischen »Tonusstoffwechsel« (*Pekelharing & Mitarbeiter*) wurde die Aufrechterhaltung einer solchen Theorie bereits aufgegeben (*Kahn, Riesser & Haman*) und man nimmt jetzt allgemein an, dass sich der »Tonusstoffwechsel« der quergestreiften Muskulatur durch einen Energieumsatz von derselben Art wie bei gewöhnlicher tetanischer Kontraktion vollzieht.

Den wichtigsten Grund dafür, dass man eine dualistische Auffassung der Muskelfunktion als notwendig angesehen hat, bilden aber; wie erwähnt, die eigentümlichen Funktionsformen bei quergestreifter Muskulatur, die sich anscheinend nicht unmittelbar durch die gewohnte Vorstellung von der tetanischen Muskelarbeit erklären lassen. Dies gilt vom normalen Ruhetonus der Muskeln, »decerebrate rigidity«, Muskelrigiditäten bei verschiedenen Nervenleiden (Hysterie, Hypnose, Katalepsie), Narkoserigidität, dem sogenannten Umklammerungsreflex des Frosches und gewissen toxischen Rigiditäten (Tetanus, Veratrin u. a.).

Bei allen diesen Zustandsformen wird hervorgehoben, dass quergestreifte Muskeln eine Funktionsweise darbieten, die sich in hohem Masse von gewöhnlicher tetanischer Kontraktion unterscheidet. Unter den genannten Umständen kann sich quergestreifte Muskulatur kontrahieren und stunden- oder tagelang kontrahiert erhalten, ohne Zeichen von Ermüdung, ohne vermehrten Stoffwechsel aufzuweisen und ohne dass dabei Aktionsströme nachgewiesen werden können.

Solche Muskelzustände sollten also der dualistischen Theorie gemäss daher kommen, dass ein anderes Element als die Fibrillen im Muskel in Funktion tritt und es liegt nun nahe, eine solche »Sperrfunktion« auf das Sarkoplasma des quergestreiften Muskels zurückzuführen, der auch morphologisch an die glatte Muskelzelle erinnert. Die quergestreifte Muskelzelle wird also, entwicklungsmässig gesehen, als höher differenziert aufgefasst als die glatte, da sie in einer einzigen Einheit sowohl

die fibrilläre, tetanische, schnelle, aber auch rasch ermüdende Kontraktion in sich birgt, die unter starkem Verbrauch von energielieferndem Kohlenhydrat verläuft und dabei oszillierende Aktionsströme abgibt, — *als auch* die sarkoplasmatische, träge, relativ unermüdliche Kontraktion, die in einer jeden Stellung erstarren kann (»innere Sperre«) und die ohne nachweisbaren Energieverbrauch und ohne nachweisbare Aktionsströme verläuft, indem sie an die Funktionsweise des glatten Muskels erinnert.

Bei Gegenüberstellung zahlreicher Untersuchungen über die erwähnten Muskelzustände: »decerebrate rigidity« (Sherrington & Mitarbeiter, Wachholder, Dusser de Barenne, Buytendyk, Einthoven, Bayliss, Roaf, Kanawell, Pollock & Davis, Hunter u. a. m.), Umklammerungsreflex des Frosches (Kahn, Wachholder, Lullies, Spiegel & Sternschein), Veratrin- und Tetanuskontraktur (P. Hoffmann, Lamm, Verzar & Felter, Kadera & Brücke, Frölich & Meyer, Magnus & Liljestrand, v. Weizsäcker & Hansen) muss man jedoch sagen, dass es in höchstem Grade zweifelhaft ist, ob sich solche Muskelzustände auf andere Weise als rein quantitativ von gewöhnlicher tetanischer Kontraktion unterscheiden.

Auch die langdauernde und relativ unermüdliche Muskelkontraktion, die sich bei *hysterischer Kontraktur* und *Muskelrigiditäten* (*Hypertonie*) bei *verschiedenen Nervenleiden* zeigt, wird oft als Beweis dafür hervorgehoben, dass die quergestreiften Muskeln im Stande sein müssen, auf eine andere als die gewohnte Art zu arbeiten. Es muss jedoch gleich erwähnt werden, dass in der Tat Aktionsströme in allen derartigen Fällen nachgewiesen wurden, die klinisch als Hypertonie oder Rigidität bezeichnet werden (v. Weizsäcker, Hoffmann & Hansen, v. Weizsäcker, Hoffmann, Hansen & Rehn und Krehl).

Nach all diesen scheint eine dualistische Auffassung von der Funktion der quergestreiften Muskulatur nicht erforderlich zu sein, es liegt aber auch kein sicherer Beweis für eine solche dualistische Funktion, auf einem besonderen Tonussubstrat basiert, vor.

Hingegen können sich sowohl »Sperre«, die relative Unermüdlichkeit, der geringe Stoffwechsel, als auch die schwachen Aktionsströme auf natürliche Weise erklären lassen, wenn man eine *Alternation* in der Zellenfunktion annimmt, so wie z. B.

Forbes sie behauptet und *Adrian* sie andeutet. Es ist anzunehmen, dass dieser Alternationsmechanismus auf verschiedene Weise fungieren kann. Es kann ein automatischer, nervöser Prozess sein, wie von *Forbes* oder *Beritoff* beschrieben, es kann aber auch sein, dass die Alternation rein physisch-chemischen Umständen zu verdanken ist. Wenn eine Muskelzelle erschläft, wird ihre Reizschwelle durch Anhäufung von Ermüdungsstoffen gehoben und die Erregbarkeit nimmt ab. Es ist nun anzunehmen, dass sie damit aufhört zu fungieren, während eine andere, frischere Zelle die Funktion übernimmt und die erschläftete Zelle restituiert. Je stärker die Irritation, desto mehr Zellen werden in Funktion treten und umso geringer wird die Möglichkeit einer Alternation, wodurch Ermüdung und Stoffwechsel vermehrt werden und die Aktionsströme verstärkt. Bei tonischen Zuständen ist die ausgeführte Arbeit relativ gering; es ist daher nur eine schwache nervöse Irritation erforderlich und der Alternation bleibt ein reichliches Gebiet vorbehalten. Je schwächer die Irritation, desto weniger aktive Zellen und desto schwächere Aktionsströme, wozu auch noch die Wirkung der Interferenz kommt.

Es muss erinnert werden, dass bei den meisten Gleichgewichtsarbeiten, z. B. ruhigem Stillestehen, ein rein physisches Gleichgewicht besteht, um welches das organische sozusagen schwingt. Diese Schwingungen sind aber nur gering. Sobald sich das physische Gleichgewicht nur im geringsten vom Gleichgewichtspunkt zu entfernen beginnt, stellt ein entsprechender Muskelkomplex sofort reflektorisch die Lage wieder her und die Funktion hört augenblicklich auf. Auch von diesem Gesichtspunkte aus scheint also eine Alternation nicht allein von Muskelzellen, sondern auch von Muskelgruppen, relative Uermüdlichkeit, Mangel an Vermehrung des Energieumsatzes usw. bei solchen Formen von statischer Arbeit, die oft als tonisch bezeichnet werden, natürlich und einfach erklären zu können.

Propriozeptive Reflexe.

Hierunter versteht man Reflexe, die in ebendemselben Organ entstehen, in welchem die Wirkung des Reflexes zur Entfaltung gelangt.

Der Tonus der quergestreiften Muskeln ist aller Wahrscheinlichkeit nach hauptsächlich ein propriozeptiver Reflex, der in

gewissen sensiblen Organen (Propriozeptoren) des Muskels entsteht, die zentripetalen (sensiblen) Nerven über spinale oder supraspinale Zentren begleitet und durch zentrifugale (motorische) Nerven wieder die Muskeln erreicht. Eine Durchschneidung sowohl sensibler als auch motorischer Nerven eines Muskels eliminiert nämlich sofort jedenfalls einen Grossteil der tonischen Ruhespannung. So viel man weiss, bleibt jedoch auch daraufhin noch eine gewisse aktive Spannung zurück, die wahrscheinlich dem Einfluss von im Blute befindlichen Stoffen (Hormonen) zuzuschreiben ist. Diese Spannung wird Autotonus genannt.

Versuche von *Sherrington* und *Lidell & Sherrington* haben ergeben, dass die propriozeptiven Reflexe von sensiblen Organen im Muskel selbst ausgehen und dass das adäquate Irritament, so wie bei den Sehnenreflexen, eine Streckung (passive Verlängerung) der Muskulatur ist.

Bei Streckung aller derjenigen Muskeln, die normal der Schwere entgegenwirken (Antigravitätsmuskeln), also vor allem der Extensoren, erhält man eine reflektorische Spannungserhöhung. Bei Streckung der Flexoren erhält man ebenfalls eine Spannungserhöhung derselben, diese rührt aber hauptsächlich von einer reflektorischen Spannungsverringerung der Extensoren her. Diese Reflexe nennt *Sherrington*: *myotatische Reflexe*, d. h. Streckungsreflexe.

Lidell & Sherrington haben die Verhältnisse dieser Reflexe eingehend studiert und gezeigt, dass dieselben sehr kompliziert sind. Nur derjenige Teil des Muskels, der gestreckt wird, kontrahiert sich. So lange die Streckung (passive Verlängerung) vermehrt wird, wird auch der myotatische Reflex vermehrt, d. h. die durch den Muskel entwickelte Spannung. Wenn die Streckung aufhört, der Muskel aber in der gestreckten Lage verbleibt, dekliniert der Streckungsreflex in eine langandauernde, plateauähnliche Kontraktion. Sobald man anfängt, den Muskel zu entlasten (passiv verkürzen), hört der Streckungsreflex augenblicklich auf. Bei diesen Versuchen verwenden die Verfasser nur kleine Verlängerungen des Muskels (ca. 8 mm — Quadriceps an Kaninchen in »decerebrate rigidity«).

Der Streckungsreflex, der myotatische Reflex, ist wahrscheinlich identisch mit *Rieger's* sogenannter »Bremsung«, da *Rieger* bei Streckung (passiver Verlängerung) des Quadriceps

femoris eines normalen Menschen fand, dass der Muskel der Verlängerung einen gewissen Widerstand leistete und dass dieser Widerstand anfangs am stärksten war und später abnahm, weshalb er diesen Reflex als »Bremsung« bezeichnete.

Auf ähnliche Weise soll die Entspannung eines angespannten Muskels einen entsprechenden *Entspannungsreflex*, einen »negativen Sehnenreflex« auslösen (*K. Hansen & P. Hoffmann*).

Wachholder (1929) hat in neuerer Zeit durch Ableitung von Aktionsströmen bei »decerebrate rigidity« gezeigt, dass nicht nur Extensoren, sondern auch Flexoren ständig Impulse empfangen, sich also in stetem Kontraktionszustand befinden. Ferner: dass Streckung (passive Verlängerung) eines Extensors eine reflektorische Tätigkeit nicht bloss des Extensormuskels selbst, sondern auch seiner Antagonisten: der Flexoren bewirkt. Wohingegen eine Streckung der Flexoren Kontraktion nur in diesen selbst hervorruft, in den Extensoren aber eine Hemmung. Und dass umgekehrt passive Verkürzung der Flexoren in diesen reflektorisch einen Verkürzungsreflex (Adaptionsreflex) hervorruft, wohingegen passive Verkürzung der Extensoren diese bloss ausser Funktion setzt.

Samojloff & Kisseleff (1928—1929) haben ebenfalls diese Reflexe an Tieren in »decerebrate rigidity« durch Ableitung von Aktionsströmen untersucht und meinen, dass man, so wie man durch Streckung einen Streckungsreflex erhält, der von den Rezeptoren des Muskels ausgeht, auf gleiche Weise durch Entlastung (passive Verkürzung) des Quadriceps auch einen Entlastungsreflex erhält, eine Hemmung der Muskelaktion, die von einer anderen Art von Rezeptoren herrühren muss. Dies letztere wird von *Wachholder* und *Adrian & Zottermann* bestritten, die meinen, dass die Hemmung durch Entlastung nur dem Umstand zu verdanken ist, dass die streckende Irritation der Rezeptoren aufhört.

Magnus & Liljestrand haben nachgewiesen, dass die Propriozeptoren des Muskels durch schwache Dosen Novokain gelähmt werden können, ohne dass dadurch die Irritabilität der motorischen Nerven beeinflusst wird. Hierauf beruht die tonusverringende und muskelentspannende Wirkung des Novokain, das bei Reposition von Frakturen, Luxationen und in neuester Zeit auch als funktionelle Behandlung bei gewissen schmerzhaften Gelenkserkrankungen (*Payr*) Anwendung findet.

Die Tonusimpulse entstehen also hauptsächlich im Muskel selbst, der Tonus wird aber auch durch Impulse von anderer Seite beeinflusst. *Mommsen* (1885) hat zwar bewiesen, dass der Tonus nach Skalpierung der Haut eines Frosches unverändert blieb, durch einen solchen Eingriff entsteht aber eine derartige Läsion der sensiblen Nerven der Haut, dass man sich nicht wundern darf, wenn der Tonus dabei nicht verschwindet. Neuere Versuche *Wertheimer's* deuten darauf hin, dass Tonusimpulse grossenteils gerade von der Haut ausgehen. *Langelaan* und andere meinen, dass die Rezeptoren des tonischen Reflexbogens im Muskel, in den Sehnen, Faszien, Gelenken und im Periost liegen und dass das adäquate Irritament eine Verlängerung von Muskel, Sehne und Faszia sei, Zuckung des Periost und Bewegung der Gelenke.

Der Tonus lässt sich aber noch von anderer Seite beeinflussen, z. B. von den sensiblen Nerven in der Halsmuskulatur, vom Labyrinth (*Magnus & de Klejn*), d. h. der Stellung des Kopfes, von der Retina (Lichtempfindung) und von den Eingeweiden (*Spiegel*).

Von der Peripherie ziehen die tonischen Bahnen durch afferente Nerven, weiter durch die hinteren Wurzeln zur Medulla spinalis, wo sich einige davon in kürzere oder längere Reflexe teilen. Andere Bahnen führen zu den supraspinalen Zentren (Labyrinth, Mittelhirn, Cerebellum, Grosshirn), wo der Tonusreflex stets modifiziert, beeinflusst, umgestimmt wird, bevor die Impulse durch efferente Bahnen zu den quergestreiften Muskeln zurückgelangen.

Dass die spinalen Zentren allein die tonischen Reflexe aufrechterhalten können, ergibt sich aus Versuchen mit Durchschneidung der Medulla spinalis (*Sherrington, Langelaan*). Nach einiger Zeit erhält man wieder normalen Tonus.

Spiegel (1927) hat in einer grösseren Arbeit (mit Hilfe von Streckungsreflexen) versucht, die Bahnen der Tonusimpulse und die Lage der höheren Tonuszentren zu erläutern.

II.

KONTRAKTUR UND TONUS

Kontraktur bei Immobilisation von unverletzten Gelenken.

Unter Kontraktur versteht man allgemein eine Einschränkung der normalen Beweglichkeit eines Gelenkes.

Es sind nur sehr wenige experimentelle Untersuchungen über die Entstehung von arthrogenen Kontrakturen angestellt worden. Die Auffassung der meisten ist auf klinischen Beobachtungen oder Sektion basiert. Bei klinischen Beobachtungen — selbst mit Hilfe von Röntgen — ist es schwer zu erkennen, wo und wie diejenigen Prozesse einsetzen, welche die Kontraktur hervorrufen, und bei Sektionen handelt es sich meistens um stark entwickelte Kontrakturen, bei denen man nichts von den ersten, für die Therapie wichtigsten Veränderungen, erfährt.

Bei den experimentellen Tierversuchen von *Teissier* (1841), *A. Bonnet* (1845), *Menzel* (1871), *Reyher* (1873), *A. Moll* (1886) und *Walther Müller* (1924) konzentriert sich das Interesse auf die bei Immobilisation gesunder Gelenke entstehenden *intra-kapsulären Veränderungen*, d. h. Veränderungen in Knorpel und Synovialis. Als Resultate dieser Untersuchungen geht hervor, dass das Bindegewebe bei Immobilisation von der Peripherie über den Knorpel hinüber wächst, der jedoch noch lange unter dem Bindegewebe erhalten bleibt. Erst später wächst das Bindegewebe in den Knorpel hinein. An den Kontaktstellen bleibt der Knorpel erhalten, da das Bindegewebe am Hineinwachsen verhindert wird und weil bei gewöhnlicher Immobilisation stets eine schwache Reibung zwischen den kontagierenden Knorpelflächen stattfindet. Wo jedoch Knorpelpartien einem steten Druck ausgesetzt sind, entsteht bald Degeneration und Nekrose.

Den Ausschlag gibt der Unterschied zwischen *intermittierendem* und *kontinuierlichem* Druck. Intermittierender Druck bildet ja die natürliche funktionelle Irritation zur Bewahrung des Knorpels, während kontinuierlicher Druck den Knorpel anfällig macht und das Resultat der Immobilisation hängt nun bloss von der Art der Immobilisation ab. In diesen Untersuchungen finden sich jedoch nur schwache Andeutungen bezüglich der Veränderungen, die bei Immobilisation in den Muskeln, Sehnen und der fibrösen Gelenkkapsel entstehen.

Die *Bedeutung des Nervensystems* für die Entstehung von Kontraktur bei Immobilisation von unverletzten Gelenken war ebenfalls Gegenstand nur weniger Untersuchungen. *Frölich & Meyer* (1916) zeigen, dass die Muskelverkürzung, die man bei Fixation in schlaffer Stellung erhält, vom Zentralnervensystem abhängig ist. Bei Durchschneidung der hinteren Wurzel unterbleibt diese »Dauerverkürzung«, »bildlich gesprochen empfängt

das Rückenmark vom Muskel über die ihm aufgezwungene Ruhelage Nachricht und passt nun die Länge, d. h. den Ruhetonus des Muskels, dieser Lage an«.

A. V. Meyer & Spiegel (1921) haben diese Untersuchungen wieder aufgenommen. A. V. Meyer hat zufällig bemerkt, dass ein Patient mit einem Schuss im Plexus brachialis trotz 4wöchiger Bandagierung nicht das geringste Zeichen von Kontraktur aufwies. Ausserdem hatte der Verfasser beobachtet, dass Kontraktur beim Bandagieren von Frakturen schneller und deutlicher auftrat, je schwerer die Fraktur war. Meyer & Spiegel nahmen daher über das Entstehen von Kontrakturen durch Bandagieren der Extremitäten an Fröschen und Katzen eine Anzahl von Versuchen vor, um zu untersuchen, ob das Entstehen der Kontraktur nicht einem reflektorischen Prozess zu verdanken sei, ein Gedanke, der übrigens auch von Förster (1916) in Betracht gezogen worden war. Meyer & Spiegel untersuchten Muskeln nach kürzer und länger entspannter Fixation mit und ohne Durchschneidung der hinteren Wurzeln und fanden, dass die Muskelverkürzung von einem »Fixationsreflex« herrührt, der bei Unterbrechung des Reflexbogens wegfällt. Auf diese reflektorische reversible Kontraktur folgt jedoch später eine irreversible, die durch »nutritive« Veränderungen entsteht. Etwas ähnliches hat W. Fick (1927) gefunden.

Es muss jedoch bemerkt werden, dass diese Verfasser den Entwicklungsgrad der Kontraktur nur sehr grobzügig und ungefähr nachweisen.

Kontraktur bei Gelenksaffektion.

Es ist ein allgemein bekanntes Phänomen, dass ein Gelenk, wenn es sich selbst überlassen bleibt, bei irgend einer Affektion, z. B. Entzündung, dazu neigt, eine bestimmte Stellung einzunehmen und in dieser allmählich zu »erstarren«, indem sich eine zunehmende Kontraktur entwickelt, deren endgültiges Resultat Ankylose sein kann.

Besonders der erste und einleitende Teil dieses Prozesses hat seine grosse Bedeutung und soll deshalb näher behandelt werden.

Die Frage ist nun: weshalb nimmt das kranke Gelenk z. B. bei einer Entzündung eine bestimmte Stellung an, die *Primärstellung*?

Bei Durchsicht der diesbezüglichen Literatur ersieht man, dass die Frage beinahe ausschliesslich klinisch beantwortet wurde, die Ansichten divergieren aber und sind in verschiedenen Theorien ausgedrückt, die jedoch oft stark miteinander vermengt sind.

Es lassen sich drei Haupttheorien unterscheiden: die *Reflextheorie* (*Rust, Stromeyer*), die älteste, nimmt eine reflektorische Muskeltätigkeit als Ursache der Primärstellung an, die *mechanische Theorie* (*Bonnet, Busch*), welche meint, dass rein physisch-mechanische Umstände ausschlaggebend sind, und die *Akkommodationstheorie* (*Kolaczak, König, Hoffa*), die hervorhebt, dass die Primärstellung einer rein willkürlichen Akkomodation den verschiedenen äusseren Umständen gemäss (Belastung, Bettlage) zuzuschreiben sei. Dazu kommen aber, wie gesagt, noch andere Theorien, in denen diese Ansichten mehr oder weniger miteinander vermengt sind.

Bekanntlich musste man *Bonnet's* Theorie von der Primärstellung als Ausdruck der grössten Volumenkapazität des Gelenkes wieder aufgeben. Übrigens muss bemerkt werden, dass *Bonnet* selbst seiner Theorie nicht die gleiche Bedeutung für die Entstehung von Kontrakturen beimass, wie spätere Verfasser es taten.

Vor kurzem hat *A. Sawl* (1930) eine ausgezeichnete und abgeklärte Darstellung der Frage von der Entstehung der Kontraktur gegeben. Dieser Verfasser weist auf die Tatsache hin, dass Kontrakturen von derselben Art ohne Rücksicht auf die Ätiologie entstehen. Die bei Entstehung der Kontraktur tätigen Kräfte, mit denen man rechnen muss, sind: Schmerz (besonders in akuten Fällen), sekundäre Weichteilveränderungen in Muskeln, Bindegewebe und Knochen (besonders in chronischen Fällen), Eigengewicht der Extremität (Oberextremitäten), Belastung (Unterextremitäten) und schliesslich eine Störung im tonischen Gleichgewicht, indem die Wirkung der Flexoren auf die Gelenke wegen der verhältnismässig stärkeren Atrophie der Extensoren die Oberhand gewinnt, die immer sichtbar ist und frühzeitig auftritt.

Die Primärstellung entspricht der Stellung, wenn Gelenkapsel und Ligamente am schlaffsten sind. Diese Stellung wird teils durch reflektorische Muskeltätigkeit behauptet, teils durch rein mechanische Umstände. *In der Narkose verschwindet näm-*

lich die Primärstellung; sie muss daher aktiver Muskeltätigkeit zu verdanken sein, es bleibt aber etwas Bewegungsbehinderung zurück, die also rein *mechanischen* Ursachen zugeschrieben werden muss, wie z. B. dem Druck des Exsudats oder einer infiltrativen Verkürzung der Gelenkscapsel.

Schliesslich kann die Entstehung der Primärstellung entweder rein reflektorisch sein, d. h. ohne pathologisch-anatomische Veränderungen in den Muskeln, oder mit solchen pathologisch-anatomischen Veränderungen (traumatischen, infektiösen) kompliziert.

Später (sekundär) spielen folgende Faktoren eine Rolle: verschiedenartige Atrophie, wodurch Agonisten stärker wirken als die entsprechenden Antagonisten, Eigengewicht, eventuelle Belastung, Schrumpfung von Muskeln und Bindegewebe und eventuelle Destruktionen, wodurch die tätigen Hebelarme der Muskeln auf ungleichmässige Weise verändert werden können.

Eigene Versuche über die Entstehung der Kontraktur.

Die Kontrakturenbildung vollzieht sich in zwei Tempi. Im Anfangsstadium findet man noch keine organischen Veränderungen, die Kontraktur ist »reversibel«, später aber treten organische Veränderungen in Muskeln, Sehnen, Gelenkscapsel, Bindegewebe u. s. w. auf und die Kontraktur wird nun »irreversibel« genannt.

Ausdrücke wie »reversibel«, »irreversibel« oder »irreparabel« und ähnliche mehr, die man allgemein antrifft, sind nicht günstig. Selbst eine Kontraktur mit ausgesprochenen, organischen Veränderungen kann ja »reversibel« oder »reparabel« sein.

Aus praktischen Gründen sollen daher folgende Ausdrücke angewandt werden: *funktionelle*, im Gegensatz zu *organischer* Kontraktur, wobei man unter funktioneller Kontraktur nur eine Einschränkung der Bewegung versteht, bei welcher organische Veränderungen noch nicht nachgewiesen werden können. So lange eine Kontraktur nur funktionell ist, verschwindet sie in der Narkose oder bei Durchschneidung des Nerven. Ist sie jedoch organisch, so verschwindet sie bei diesen Eingriffen nicht.

Wie gesagt, gibt es nur wenige experimentelle Untersuchungen über das Entstehen arthrogener Kontraktur und die meisten Untersuchungen beschränken sich auf Veränderungen im Gelenk selbst, während die Angaben bezüglich Veränderungen

in Muskeln und Bindegewebe und besonders über den Zeitpunkt des Eintreffens dieser Veränderungen ziemlich oberflächlich und von einander abweichend sind.

Es ist klar, dass gerade diese Verhältnisse in therapeutischer Hinsicht eine grosse Rolle spielen. Wir wissen, dass Veränderungen im Gelenk selbst, bei Immobilisation von gesunden Gelenken, erst spät auftreten und mit Rücksicht auf das Gelenk kann eine Bewegungstherapie also in solchen Fällen lang hinausgeschoben werden. Diese Behauptung wird auch immer wieder angeführt und sie ist daran Schuld, dass man sich oft mit Immobilisation begnügt, wo eine Bewegungstherapie sehr gut schon zu einem viel früheren Zeitpunkt als sonst einsetzen könnte.

Wir wollen daher bei den folgenden Untersuchungen auf die Veränderungen, die in Muskeln und Bindegewebe stattfinden, ein besonderes Augenmerk richten.

In früheren Arbeiten wird überhaupt nichts davon erwähnt, wie eine Kontraktur konstatiert oder gemessen wurde. Es ist klar, dass eine einfache Erprobung der Beweglichkeit durch Feststellung, wie grosse Exkursionen ein Gelenk prästieren kann, wenn man mit den Händen die beiden aneinanderstossenden Knochen erfasst und sie bewegt, dass eine solche Probe sehr grob und willkürlich ist. Ist das Tier widerspenstig oder die Bewegung schmerzhaft, so wird es bald der passiven Bewegung heftigen Widerstand leisten und ist das Tier z. B. in der Narkose, so wird es sehr individuell sein, was man unter Widerstand versteht, und auch eine ausgesprochene Kontraktur kann eventuell forciert werden.

Eine Kontraktur lässt sich auf zweierlei Arten konstatieren: durch die Gelenksstellung und die Einschränkung der Bewegung. Bei Immobilisation in einer extremen Stellung verrät sich die Kontraktur durch eine *veränderte Stellung des Gelenkes* im Vergleich zum entsprechenden kontralateralen, freien Gelenk und das gleiche ist bei Irritation eines Gelenkes (z. B. Entzündung) der Fall. Dabei muss aber doch auf die Stellung des Nachbargelenkes Rücksicht genommen werden, da eine schwächere Extensionskontraktur im Kniegelenk z. B. durch eine vermehrte Flexion im Hüftgelenk derselben Seite verdeckt werden kann. Bei einer Untersuchung der Gelenksstellung muss also darauf gesehen werden, dass das Nachbargelenk des unter-

suchten Gelenkes sich bei beiden Extremitäten in derselben Lage befindet.

Die andere Art, eine Kontraktur zu konstatieren, ist die *Beweglichkeit*, verglichen mit der Beweglichkeit des kontralateralen (unbehandelten) Gelenkes. Aber auch hier muss auf die Stellung des Nachbargelenkes Rücksicht genommen werden. Bei einem Kaninchen wird z. B. die Flexion im Kniegelenk bedeutend zunehmen, wenn gleichzeitig im Hüftgelenk flektiert wird, während das Tier mit extendiertem Hüftgelenk bei weitem nicht so stark im Kniegelenk flektieren kann.

In den folgenden Untersuchungen hat man auf diese Umstände Rücksicht genommen, indem alle Messungen bei symmetrisch eingestellten Nachbargelenken vorgenommen wurden und zwar so, dass die Nachbargelenke bei Messung einer bestimmten Exkursion die für diese Exkursion günstigste Stellung eingenommen haben.

Die Messung an und für sich wurde mit einem geeigneten Winkelmesser vorgenommen und das Resultat oder die Stellung erst nachträglich vom Winkeltransporteur abgelesen.

Das Messen der Beweglichkeit eines Gelenkes wurde so vorgenommen, dass der proximale Knochen seitlich mittels Nadeln fixiert wurde, so dass die antagonistisch wirkenden Muskeln möglichst frei blieben und man den distalen Teil der Extremität in horizontaler Lage bei symmetrischen Verhältnissen durch das eigene Gewicht wirken liess. In einzelnen Fällen wurde ausserdem Belastung der Gelenke durch kleine Gewichte in regelmässigen Abständen von der Gelenksachse bei symmetrischen Verhältnissen angewandt, so wie man die Beweglichkeit unter den gleichen Verhaltungsmassregeln manuell erprobte, indem man sich mit der Fingerspitze vorwärtstastete, bis man den Widerstand nur gerade merken konnte.

Diese letztgenannte Methode ist natürlich ziemlich willkürlich, wenn sie aber von ein und derselben Person mit Vorsicht und dem festen Willen angewandt wird, sie bei zwei unmittelbar aufeinander folgenden Untersuchungen ganz gleichmässig auszuführen, so wird, wie Kontrollversuche bewiesen haben, der Unterschied im Bewegungsergebnis bei Palpation und bei einer bestimmten Belastung nur sehr gering sein. Die Methode ist unbedingt anwendbar, wenn man mit ein und demselben Finger unter symmetrischen Verhältnissen die Bewegung nicht forciert, sondern beim leisesten Widerstand innehält.

Bei allen Untersuchungen wurden wiederholt Messungen nach diesen Methoden vorgenommen. An 24 Tieren (12 Meer-schweinchen und 12 Kaninchen) wurde in folgenden Zeitabschnitten Immobilisation des Kniegelenkes vorgenommen: 20 Min. — 20 Min. — 30 Min. — 50 Min. — 55 Min. — 1 St. — 2 St. — 2 St. — 12 St. — 24 St. — 24 St. — 36 St. — 48 St. — 48 St. — 48 St. — 48 St. — 48 St. — 60 St. — 3 Tage — 3 Tage — 3 Tage — 4 Tage — 7 Tage.

Die Immobilisation wurde folgendermassen durchgeführt: es wurde ein ungepolsterter Gipsverband angelegt, der den Körper des Tieres bis zur Mitte des Thorax, das Becken und die eine Hinterextremität bis zur Zehenspitze umschloss, wodurch diese Hinterextremität im Hüftgelenk rechtwinkelig abgebogen fixiert wurde, völlig extendiert im Kniegelenk und Fussgelenk, während die andere Hinterextremität frei gelassen wurde.

Dieser Verband ist den Tieren nicht besonders lästig. Nach Verlauf von wenigen Stunden bewegen sie sich herum und nehmen reichlich Nahrung auf.

Vor jedem einzelnen Versuch wurde die Gelenksstellung und Beweglichkeit des betreffenden Tieres untersucht und nur wenn sich dabei keinerlei Unterschied in der Gelenksstellung oder Beweglichkeit der Hinterextremitäten zeigte, wurde das Tier verwendet.

Zur Narkose wurde Äther genommen.

Aus den Versuchen ging hervor:

1) *Funktionelle Kontraktur* entsteht sehr schnell und kann schon nach $\frac{1}{2}$ —1 stündiger Immobilisation in einer extremen Stellung innerhalb der Grenzen der physiologischen Bewegungsexkursion nachgewiesen werden. In der Narkose verschwindet die funktionelle Kontraktur, stellt sich aber nach Beendigung der Narkose wieder ein.

2) *Organische Kontraktur* fängt schon nach 2—3 tägiger Immobilisation an sich geltend zu machen.

3) Wenn die Tiere in Freiheit gesetzt werden, können sowohl die funktionelle als auch die organische Kontraktur wieder verschwinden, aber die Dauer der Kontraktur steht in keinem konstanten Verhältnis zur Dauer der Immobilisation.

4) Schliesslich muss noch eine merkwürdige Beobachtung erwähnt werden.

In allen Fällen von funktioneller Kontraktur zeigte es sich,

dass das extendiert bandagierte Kniegelenk sich in der Narkose beugt, oder sich zum mindesten nur wenig streckt, während sich das freie Kniegelenk ganz bedeutend streckt.

Schon *Brondgeest* zeigte, wie bei Besprechung des Tonus erwähnt, dass bei Durchschneidung der Nerven oder sensiblen hinteren Wurzeln der Hinterextremität eines Frosches oder Kaninches dieses denervierte Bein länger herabhing als das unberührte Bein, indem alle Gelenke des denervierten Beines mehr extendiert waren als diejenigen des unverletzten Beines. Dies rührt von einer durch die Unterbrechung der Nerven hervorgerufenen Herabsetzung oder Eliminierung des Tonus der quergestreiften Muskeln her.

Dasselbe findet bei tiefer Narkose statt, so wie wir es bei allen unbandagierten Gelenken gesehen haben. Aber weshalb beugt sich das extendiert bandagierte Kniegelenk in der Narkose? Die Schwere kann nicht die Ursache sein, da diese Flexion, so wie unsere Versuche durchgeführt wurden, nämlich in hängender Stellung, der Wirkung der Schwere zuwider geht. Wahrscheinlich lässt sich dieser Umstand folgendermassen erklären:

Durch Bandagierung in extendierter Stellung ergibt sich eine Gruppe von schlaffen Muskeln (Quadriceps) und eine Gruppe passiv gestreckter Muskeln.

Allmählich — wie erwiesen schon nach 20 Minuten — tritt eine Tonuserhöhung (Hypertonus) im Quadriceps ein und eine Herabsetzung des Tonus (Hypotonus) in den Flexoren. Dies ist die Ursache der funktionellen Kontraktur, so wie sie sich manifestiert, wenn das Tier nach Entfernung des Verbandes in frei hängender Stellung angebracht wird. Nach einer Bandagierung während so weniger Stunden kann ja von organischen Muskelveränderungen nicht die Rede sein.

Während der Narkose muss man sich nun folgendes vorstellen. Die Muskeln des »gesunden« Beines verlieren ihren Tonus gleichmässig wie bei einer Nervendurchschneidung und werden wegen der Wirkung der Schwere in allen Gelenken extendiert. In Bezug auf das andere Bein haben wir aber eine Gruppe von Muskeln mit Hypertonus (Quadriceps) und eine Gruppe mit Hypotonus (die Flexoren). Da der Tonus der Flexoren schon herabgesetzt ist, wird er nicht mehr stärker herabgesetzt werden, wohingegen der Hypertonus der Extensoren während der Narkose stark fällt, was eine Flexion zur Folge hat.

Myogene und kapsuläre Kontraktur.

Aus den bisherigen Versuchen ist zu ersehen, dass bei Kaninchen und Meerschweinchen bei Immobilisation gesunder Gelenke eine funktionelle Kontraktur nach $\frac{1}{2}$ Stunde eintritt und eine organische Kontraktur schon nach 2—3 Tagen.

Es ist nun interessant zu sehen, was die Ursache dieser organischen Kontraktur bildet, ob sie durch organische Veränderungen in den Muskeln (*myogene Kontraktur*) hervorgerufen wird, oder durch Veränderungen in der Gelenkkapsel (*kapsuläre Kontraktur*), ferner, welches Verhältnis zwischen der Entstehung dieser Veränderungen besteht.

Dass Veränderungen im Gelenk selbst bei Immobilisation gesunder Gelenke erst sehr spät auftreten, ist — wie oben erwähnt — schon früher von mehreren Verfassern nachgewiesen worden.

Wenn nichts anderes angegeben wird, sind die Tiere, nachdem man im Voraus konstatiert hat, dass normale Beweglichkeit vorhanden war, auf die gewöhnliche Weise immobilisiert worden, nämlich durch Eingipsen des Truncus bis zu den Vorderbeinen, mit dem einen Hüftgelenk rechtwinklig flektiert und extendiertem Kniegelenk und Fussgelenk. Die andere Hinterextremität ist in allen Gelenken frei beweglich. Die Untersuchung der Beweglichkeit wurde wie beschrieben vorgenommen. Bei einem normalen Tier ist die Beweglichkeit des Kniegelenkes gewöhnlich von ca. 10° bis ca. 150° — 160° , wobei die Rückseite des untersten Teiles des Crus an den Tuber Ischii anstösst. Nach Entfernung der gesamten Muskulatur ist die Beweglichkeit von ca. 10° bis ca. 160° . Bei 160° sind Femur und Tibia parallel und der Winkel entsteht dadurch, dass man, stets mit der Kniegelenksachse als *Punctum fixum*, mit einem Winkelmesser mit 10 cm langen Schenkeln misst. Dass man auf diese Weise einen Winkel von 160° bei parallelen Knochendiaphysen erhält, liegt darin, dass der distale Teil des Femur bei Kaninchen und Meerschweinchen in dorsaler Richtung gebeugt ist. Wenn man nur immer auf die gleiche Weise misst, so spielt es keine Rolle, dass man maximale Flexion, d. h. parallele Knochen mit 160° bezeichnet. Hinsichtlich der Messungen an Tieren mit bewahrten Weichteilen ist es am praktischesten, mit der Kniegelenksachse als festem Punkt zu messen.

Versuch Nr. 29. — Meerschweinchen. Nach 24 tägiger Im-

mobilisation, während welcher sich das Tier lebhaft bewegt und normal gefressen hat, wird es durch Ätherinhalation getötet und der Verband abgenommen. Die Beweglichkeit wird sofort gemessen, worauf das Tier abgehäutet wird und man Muskeln und Sehnen wegseziert, so dass nur die Kniegelenkscapsel und ihr ligamentärer Stützapparat übrig bleibt, worauf die Beweglichkeit nochmals gemessen wird.

		Nach Entfernung der gesamten Muskulatur
Bandagiertes Kniegelenk:	15°— 50°	10°— 95°
Nichtbandagiertes Kniegelenk:	15°—150°	10°—160°

Es ist also sowohl myogene als auch kapsuläre Kontraktur vorhanden. Die myogene Kontraktur des Quadriceps lässt nur 50° Flexion zu, die kapsuläre Kontraktur nur eine Beweglichkeit von 10°—95°. Nichts abnormes im Gelenk selbst, Knorpel und Synovialis sehen genau so aus wie auf der »gesunden« Seite. Es ist auch eine leichte myogene Kontraktur der Muskeln im nichtbandagierten Kniegelenk vorhanden.

Versuch Nr. 30. — Kaninchen. Das Tier wird nach 22 tägiger *Immobilisation* getötet und ausgenommen.

		Ohne Muskeln
Bandagiertes Kniegelenk:	15°— 40°	10°— 70°
Nichtbandagiertes Kniegelenk:	20°—135°	17°—160°

Sowohl myogene als auch kapsuläre Kontraktur. Die myogene Kontraktur des Quadriceps lässt nur 40° Flexion zu, die kapsuläre Kontraktur Bewegung von 10°—70°.

Der kapsuläre Teil der Kontraktur rührt hauptsächlich von den starken Seitenligamenten her und verschwindet nach Durchschneidung derselben. Keine makroskopischen Veränderungen in Knorpel und Synovialis.

Es ist auch eine leichte myogene Kontraktur des nichtbandagierten Kniegelenkes vorhanden.

Versuch Nr. 31. — Kaninchen. Das Tier wird nach 15 tägiger *Immobilisation* getötet und ausgenommen.

		Ohne Muskeln
Bandagiertes Kniegelenk:	15°— 90°	10°—125°
Nichtbandagiertes Kniegelenk:	20°—140°	15°—160°

Sowohl myogene als auch kapsuläre Kontraktur. Die myogene Kontraktur des Quadriceps lässt nur 90° Flexion zu, die kapsuläre Kontraktion Bewegung von 10°—125°. Keine sicht-

baren Veränderungen des Gelenksknorpels und der Synovialis. Es ist auch eine leichte myogene Kontraktion auf der nichtbandagierten Seite vorhanden. Die Bandagierung wirkte kaum so gut immobilisierend wie sonst.

Versuch Nr. 32. — Meerschweinchen. Das Tier wird nach 14 tägiger Immobilisation getötet und ausgenommen.

		Ohne Muskeln
Bandagiertes Kniegelenk:	15°—60°	10°—100°
Nichtbandagiertes Kniegelenk:	20°—145°	15°—180°

Sowohl myogene als auch kapsuläre Kontraktur. Die myogene Kontraktur des Quadriceps lässt nur 60° Flexion zu, die kapsuläre Kontraktur Bewegung von 10°—100°. Keine sichtbaren Veränderungen von Gelenksknorpel und Synovialis. Es ist auch eine leichte myogene Kontraktur des nichtbandagierten Kniegelenkes vorhanden.

Versuch Nr. 33. — Kaninchen. Das Tier wird nach 12 tägiger Immobilisation getötet und ausgenommen.

		Ohne Muskeln
Bandagiertes Kniegelenk:	10°—60°	10°—105°
Nichtbandagiertes Kniegelenk:	10°—125°	10°—160°

Sowohl myogene als auch kapsuläre Kontraktur. Die myogene Kontraktur des Quadriceps lässt nur 60° Flexion zu, die kapsuläre Kontraktur Bewegung von 10°—105°. Keine sichtbaren Veränderungen des Gelenksknorpels und der Synovialis. Es ist auch etwas myogene Kontraktur des nichtbandagierten Kniegelenkes vorhanden.

Versuch Nr. 34. — Kaninchen. Das Tier wird nach 10 tägiger Immobilisation getötet und ausgenommen.

		Ohne Muskeln
Bandagiertes Kniegelenk:	10°—85°	10°—130°
Nichtbandagiertes Kniegelenk:	10°—150°	10°—165°

Sowohl myogene als auch kapsuläre Kontraktur. Die myogene Kontraktur des Quadriceps lässt nur 85° Flexion zu, die kapsuläre Kontraktion Bewegung von 10°—130°. Es ist auch eine schwache myogene Kontraktur im nichtbandagierten Kniegelenk vorhanden.

Die kapsuläre Kontraktur rührt hauptsächlich von den kräftigen Seitenligamenten her. Nach Durchschneidung der ganzen Gelenkskapsel, so dass nur Lig.cruciata hält, ist kein Unter-

schied in der Beweglichkeit zu sehen. Keine Gelenksveränderungen.

Versuch Nr. 35. — Kaninchen. Das Tier wird nach 8 tägiger *Immobilisation* getötet und ausgenommen.

		Ohne Muskeln
Bandagiertes Kniegelenk :	10°— 80°	10°—110°
Nichtbandagiertes Kniegelenk :	10°—155°	10°—160°

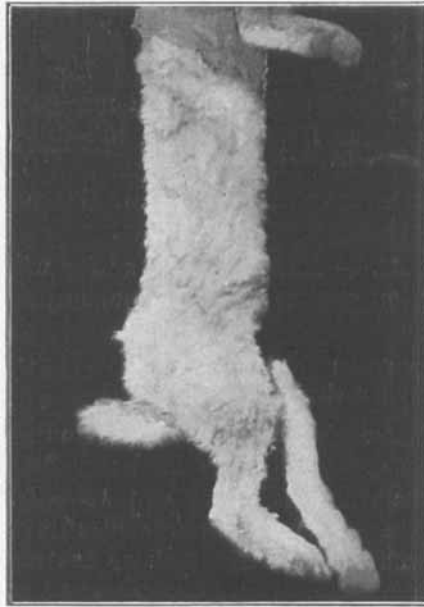


Fig. 1.

Versuch Nr. 35. 8 tägige Immobilisation der linken Hinterextremität.

Sowohl myogene als auch kapsuläre Kontraktur. Die myogene Kontraktur des Quadriceps lässt nur 80° Flexion zu, die kapsuläre Kontraktur Bewegung von 10°—110°. Es ist jetzt im Grunde genommen keine Kontraktur des nichtbandagierten Kniegelenkes mehr vorhanden.

Durch Durchschneidung des Lig. pat. inf. und der Vorderseite der Kapsel wird die Flexion auf 130°, durch Durchschneidung der Seitenligamente auf 160° erhöht.

Der kapsuläre Widerstand ist sehr gross. In einer Entfernung von 10 cm von der Kniegelenksachse sind bei Belastung

in horizontaler Lage 300 gr erforderlich, um die Flexion nur um einige wenige Grade zu vermehren, nachdem die gesamte Muskulatur entfernt ist.

Versuch Nr. 36. — Meerschweinchen. Das Tier wird nach 6 tägiger Immobilisation getötet und ausgenommen.

		Ohne Muskeln
Bandagiertes Kniegelenk :	10°—95°	10°—115°
Nichtbandagiertes Kniegelenk :	10°—160°	10°—160°

Sowohl myogene als auch kapsuläre Kontraktur. Die myogene Kontraktur des Quadriceps lässt nur 95° Flexion zu, die kapsuläre Bewegung von 10°—115°. Keine Kontraktur des nichtbandagierten Kniegelenkes.

Versuch Nr. 37. — Kaninchen. Das Tier wird nach 6 tägiger Immobilisation getötet und ausgenommen.

		Ohne Muskeln
Bandagiertes Kniegelenk :	10°—100°	10°—120°
Nichtbandagiertes Kniegelenk :	10°—160°	10°—160°

Sowohl myogene als auch kapsuläre Kontraktur. Die myogene Kontraktur des Quadriceps lässt 100° Flexion zu, die kapsuläre Kontraktur Bewegung von 10°—120°. Keine Kontraktur des nichtbandagierten Kniegelenkes.

Versuch Nr. 38. — Kaninchen. Das Tier wird nach 4 tägiger Immobilisation getötet und ausgenommen.

		Ohne Muskeln
Bandagiertes Kniegelenk :	10°—125°	10°—145°
Nichtbandagiertes Kniegelenk :	10°—160°	10°—160°

Sowohl myogene als auch kapsuläre Kontraktur. Die myogene Kontraktur des Quadriceps gestattet 125° Flexion, die kapsuläre Kontraktur Bewegung von 10°—145°.

Nach Durchschneidung des Lig. pat. inf. verschwindet die Kontraktur sofort.

Aus diesen Versuchen geht hervor, dass die Kontraktur bei Immobilisation gesunder Gelenke vor allem den Muskeln zuzuschreiben ist, da diese stets das erste Hindernis für die Beweglichkeit bilden, dass aber *gleichzeitig* ein Bewegungshindernis entsteht, das der Gelenkscapsel selbst und ihren verstärkten Ligamenten zu verdanken ist und das schon nach 14 Tagen deutlich nachweisbar ist und wahrscheinlich sogar noch früher anfängt, sich geltend zu machen.

Man muss also bei Immobilisation von gesunden Gelenken

schon nach wenigen Tagen mit einer myogenen und kapsulären Kontraktur rechnen. Bildlich gesprochen geht die myogene Kontraktur der kapsulären voraus, beide sind aber schon sehr frühzeitig vorhanden.

Wenn man auch bei diesen Versuchen bemerkt, dass der Grad der Kontraktur nicht immer mit der Dauer der Immobilisation parallel verläuft, so muss dies — wie schon erwähnt — als Zeichen dafür aufgefasst werden, dass die Tiere individuell verschieden reagieren können, sowie dass es schwierig ist, durch

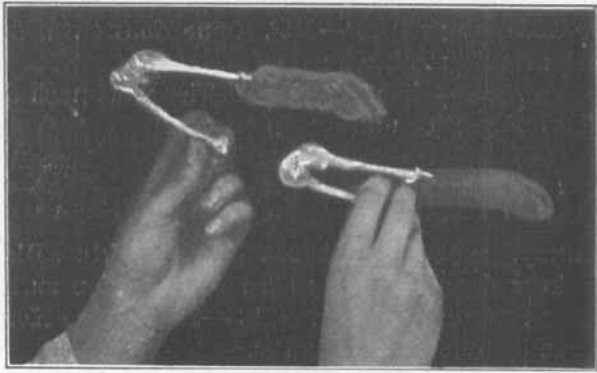


Fig. 2.

Versuch Nr. 38. 4 tägige Immobilisation.

Bandagieren mit Gips bei jedem einzelnen Versuch gleich effektiv zu immobilisieren.

Beachtenswert ist, dass bei Immobilisation einer Unterextremität schon nach ca. 8 Tagen eine beginnende Kontrakturbildung der freien Unterextremität entsteht, die zwar nicht immobilisiert ist, aber doch nicht im gleichen Ausmasse wie normal bewegt wird. Dies deutet auf eine *sehr* starke Tendenz der Weichteile durch Verkürzung zu reagieren, sobald sie nicht der gewohnten normalen Irritation, wie die normalen Bewegungen es sind, ausgesetzt werden.

Ausserdem wurden eine Anzahl Versuche mit *Immobilisation nach vorausgegangener Nervendurchschneidung* vorgenommen. Wegen Platzmangels soll hier nur das Resultat angeführt

werden. Die Versuche, (die in meiner Dissertation: Tonus und Kontraktur, Kopenhagen 1931, beschrieben sind) zeigen, dass bei Durchschneidung der zu einem Muskel gehörigen Nerven und darauffolgender Immobilisation in schlaffer Stellung keine myogene Kontraktur entsteht. Dadurch bleiben die nervösen Einflüsse aus, die sonst bei Immobilisation nicht nur die ersten, rein funktionellen Veränderungen hervorrufen, sondern auch die andernfalls rasch folgenden organischen Veränderungen der kontraktile Elemente des Muskels selbst. Auch die sekundäre, rein fibröse Schrumpfung scheint durch die Nervendurchschneidung verzögert zu sein.

Schliesslich wurden einige Versuche mit Gelenksirritation vorgenommen, die zeigen, dass man dadurch sofort eine funktionelle Kontraktur erzielt, die reflektorisch entsteht. Als Beispiel soll angeführt werden:

Versuch Nr. 48. — Kaninchen. Ein paar Tropfen Terpentin werden in das rechte Kniegelenk eingespritzt. In hängender Stellung ist die rechte Hinterextremität gleich nachher mehr hinaufgezogen, mehr flektiert in allen Gelenken, als die linke. Wenn das Tier läuft, benützt es das rechte Bein nicht, sondern hält es an sich gezogen. Wenn es in hängender Stellung zapelt, benützt es beinahe gar nicht das rechte Bein. Macht man in hängender Stellung eine plötzliche, fallende Bewegung nach dem Boden, streckt sich das gesunde Bein aus (wie eine Art Aufnahmereflex), während das andere Bein nicht darauf reagiert.

Bei leichter Narkose (nach einigen Minuten) tritt der Unterschied in der Stellung der beiden Kniegelenke noch deutlicher hervor, bei tiefer Narkose verschwindet er.

	Leichte Narkose	Tiefe Narkose
Irritiertes Kniegelenk:	130°	83°
Gesundes Kniegelenk:	105°	83°

6 Stunden später ist die Kontraktur noch ausgesprochener. 24 Stunden später findet sich starkes Ödem und Infiltration um das Kniegelenk herum.

Schlussbemerkungen.

Der bedeutende Einfluss, den die funktionelle Irritation auf den Zustand eines Organs ausübt, wurde von W. Roux (1883) nachgewiesen und von W. Lange (1917) weiter ausgebaut. So wie Druck und Zug die funktionelle Irritation für die Struktur und den Bau eines Knochens bilden, so bedeuten Verkürzung und Verlängerung die natürliche funktionelle Irritation für einen Muskel. Und gleichwie die Struktur und der Bau eines Knochens durch eine geänderte Funktion verändert werden, ebenso wird auch ein Muskel bei geänderter funktioneller Irritation eine Verwandlung durchmachen; in dieser Hinsicht sind die Muskeln noch labiler als die Knochen und die meisten anderen Organe.

Wir haben bei der Messung des Tonus gesehen, dass, wenn bei der Untersuchung von Tieren in Seitenstellung die Wirkung der Schwere konstant gemacht wird, das Kniegelenk eine bestimmte, ziemlich stark flektierte Stellung, *Mittelstellung*, einnahm, die als das Resultat der rein physischen Anspannung von Muskeln, Gelenkskapsel, Ligamenten u. s. w. aufzufassen ist, plus der Tonusverteilung zwischen Agonisten und Antagonisten.

Man muss ferner annehmen, dass diese Mittelstellung abhängig ist von der *Funktionsbreite* der Muskeln, worunter man den Unterschied zwischen der grössten und der kleinsten aktiven Länge eines Muskels versteht. Wenn die Funktionsbreite der einen Gruppe von Muskeln z. B. durch myogene Kontraktur vermindert wird, so wird sich die Mittelstellung ebenfalls ändern.

Bei Menschen wie bei Tieren haben die Muskeln normal eine bestimmte Funktionsbreite, die individuell verschieden sein kann. Wenn z. B. Kaninchen in hängender Stellung ungefähr 100° Flexion im Kniegelenk aufweisen, so kommt dies daher, dass die gewöhnlichste und am häufigsten eingenommene Stellung des Kaninchens die hockende ist, mit stark flektiertem Hüftgelenk, Kniegelenk und Fussgelenk, von welcher Stellung aus alle Bewegungen vorgenommen werden. Eine gleiche Mittelstellung wie beim Kaninchen findet sich sicherlich nicht bei den zumeist aufrechtstehenden Tieren (z. B. Watvögeln u. a.).

Die Funktionsbreite eines Muskels kann sich jedoch verändern. Schon nach einer vereinzelter Verlängerung kehrt ein

Muskel nicht wieder zu seiner ursprünglichen Länge zurück, auch ruft, wie wir gesehen haben, Bandagierung eines Muskels in schlaffer Stellung für gewöhnlich im Laufe von bloss $\frac{1}{2}$ Stunde eine länger andauernde Verkürzung hervor.

Hagenback-Burckhardt (1907) meint, dass die abnorme Beweglichkeit der Schlangenmenschen von einer krankhaften Schlaffheit der Muskulatur herrührt. Immerhin ist es eine Tatsache, dass diese Menschen meistens Athleten sind und Kraftleistungen vollbringen, die eine starke Muskulatur voraussetzen. Diese Menschen muss man als Beispiel dafür auffassen, dass die Funktionsbreite eines Muskels durch Trainieren vergrößert werden kann, geradeso wie die Funktionsbreite eines Muskels durch Immobilisation oder verminderte Funktion herabgesetzt werden kann.

Ein anderes Beispiel dafür, dass die Funktionsbreite eines Muskels sich verändern kann, ist die Muskeltransplantation, sowohl die an der Klinik vorgenommene, als auch z. B. die experimentell von *Joachimsthal* (1897) ausgeführte. Wird dabei die Sehne eines Muskels verlegt, z. B. so, dass die maximale Entfernung zwischen ihren beiden Ansatzpunkten kürzer wird, so kann der Muskel anfangs nicht genügend Kraft entwickeln. Allmählich aber wird sich der Muskel verkürzen, eventuell seine Form ändern, sein Tonus wird sich vermehren und er wird nun wieder eine angemessene Energie entwickeln können, indem er sich auf Grund der funktionellen Irritation auf seine neue Funktionsbreite und eine ihr entsprechende Mittelstellung einstellt.

Längenveränderung ist die normale, funktionelle Irritation des Muskels und die Muskeln sind veränderter, funktioneller Irritation gegenüber besonders labil, indem sich ihre Funktionsbreite leicht verändert und vor allem leicht vermindert.

Somit ist es auch leichter verständlich, dass es bei Kaninchen bedeutend schwerer ist, Flexionskontraktur der Hinterläufe hervorzurufen, als Extensionskontraktur, während bei den Vorderfüßen das Gegenteil der Fall ist. Mit anderen Worten: je mehr sich die immobilisierende Stellung von der tonischen Gleichgewichtsstellung: Mittelstellung entfernt, desto rascher entsteht die reflektorisch hervorgerufene Kontraktur und desto ausgesprochener ist sie. Eine jede Bewegung, aber auch jedes Verharren in einer bestimmten Stellung stellt eine Art funk-

tioneller Irritation dar. Dass es sich dabei um reflektorische, tonische Veränderungen handelt, welche die sekundären, organischen Veränderungen einleiten, dürfte aus den vorgenommenen Untersuchungen hervorgehen.

Diesen Bemerkungen sollen noch einige klinische Schlussbemerkungen beigelegt werden.

Bei Affektion eines Gelenkes beabsichtigt der Organismus spontan eine Immobilisation. Von Bedeutung für die Entstehungsweise dieser spontanen Immobilisation ist es nun, ob die Affektion kontinuierliche Schmerzen verursacht, oder ob sich eine Stellung findet, in der die Affektion schmerzlos verbleibt.

Sind kontinuierliche Schmerzen vorhanden, dann erhält man reflektorisch eine permanente Hypertonie, die sich zu Spasmen steigern kann. Bei einer solchen Hypertonie ist der Reflexbogen bildlich gesprochen »überfüllt« und willkürliche Impulse werden nur sehr schwer oder gar nicht über die motorischen Vorderhornzellen forciert werden können, so dass der Patient gar nicht oder nur sehr schwer bewegen kann, wenn er auch gerne möchte (Vgl. »défense« bei Appendizitis). Das Gelenk nimmt reflektorisch diejenige Stellung ein, in der die Schmerzen am geringsten sind, und das bedeutet für gewöhnlich mittlere Flexion, wobei die schmerzende Gelenkscapsel am schlaffsten ist.

Sind keine Schmerzen vorhanden wenn das Gelenk in Ruhe bleibt, dann wird sich keine Hypertonie einstellen. Aber bei Versuchen mit willkürlicher Bewegung, die Schmerzen verursacht, entsteht sofort reflektorisch eine Hypertonie, die durch ihre Tonusverteilung gegen die willkürlich intendierte Bewegungsrichtung gerichtet ist und die eine Fixation des Gelenkes bezweckt.

Erzwingt man passiv eine neue Stellung eines affizierten Gelenkes und fixiert das Gelenk in dieser Stellung z. B. durch Bandagieren, kann es geschehen, dass dadurch starke Schmerzen in Begleitung von Hypertonie entstehen und zuweilen auch Spasmen. Dieser Zustand kann kürzere oder längere Zeit andauern, zuletzt werden aber die Schmerzen und die Hypertonie ausklingen und verschwinden und jetzt kann man den merkwürdigen Umstand bemerken, dass sich, wenn man das Gelenk wieder in seine frühere, schmerzlose Stellung zurückbringt, neuerdings Schmerzen, Hypertonie und eventuell Spasmen einstellen.

Alle diese Bestrebungen von Seiten des Organismus bezwecken, mit Hilfe eines komplizierten Reflexmechanismus eine Immobilisation des kranken Gelenkes herbeizuführen. Es sieht aber beinahe so aus, also ob der Organismus nicht Mass halten könne. Denn schon beginnen die sekundären Veränderungen: Bildung von Granulationen im Gelenk, Verwachsungen, Schrumpfung der Gelenkskapsel, der Muskeln und Sehnen und nach überraschend kurzer Zeit kann man selbst bei leichten Gelenksaffektionen irreversible, invalidisierende Veränderungen konstatieren.

DIE PROPHYLAKTISCHE MOBILISATION

Einleitung.

Aus den vorhergehenden Abschnitten über Tonus und Kontraktur sollen hier kurz diejenigen Verhältnisse hervorgehoben werden, die in bewegungstherapeutischer Beziehung, vor allem aber in Bezug auf die *Prophylaxe* der arthrogenen Kontrakturen von Bedeutung sind.

Der Tonus der quergestreiften Muskeln ist ein kontinuierlicher Irritationszustand, der jedoch äusserst labil ist, unausgesetzt schwankt und sich unter den verschiedensten Einwirkungen, teils von aussen und teils von innen (Licht, Temperatur, Bewegung, Schmerzen u. s. w.), ändert. Passive Verlängerung eines Muskels bewirkt eine Tonuserhöhung, die zu Beginn der Verlängerung am stärksten ist und die von *Rieger* als das Phänomen der »*Bremung*« bezeichnet wurde. Die Geschwindigkeit, mit der die passive Verlängerung eines Muskels stattfindet, ist von Bedeutung für den Grad des Tonuswiderstandes, da die *Bremung* sich verstärkt, je grösser die Geschwindigkeit ist, mit der die Verlängerung vor sich geht. Bei lokaler Irritation eines Gelenkes wird der Tonus der dem Gelenk zugehörigen Muskeln erhöht und bewirkt einen noch grösseren Widerstand bei Versuchen mit passiver Verlängerung.

Wir haben gesehen, dass ein Muskel bei *Immobilisation* in verkürzter Stellung sehr bald reflektorisch eine neue *Tonuseinstellung* gewinnt, die sich als Kontraktur äussert und, wenn das Tier wieder freigelassen wird, erst nach Verlauf von einiger Zeit verschwindet. Ferner haben wir gesehen, dass diese *funktionelle Kontraktur*, die sich bei Gelenksirritation augenblick-

lich einstellt, sehr schnell (bei Kaninchen schon nach 2—3 Tagen) von einer *organischen Kontraktur* gefolgt wird, d. h. nachweisbaren, sekundären, organischen Veränderungen, die sich zuerst in der Muskelzelle selbst zeigen und später erst im Bindegewebe in Muskeln, Sehnen, Ligamenten und der Gelenkscapsel, während Veränderungen im Gelenk selbst bei Immobilisation gesunder Gelenke erst spät auftreten. Die sekundären, organischen Veränderungen kommen schneller und ausgesprochener, je weiter sich die immobilisierende Stellung von der physiologischen Mittelstellung entfernt.

Bei Affektion des Gelenkes muss man, abgesehen von der momentanen, reflektorischen und der rasch eintretenden, organischen Kontraktur, mit frühzeitig entstehenden Veränderungen im Gelenk selbst rechnen, mit eventueller Bildung von Granulationsgeweben, die von der Synovialis in die Gelenkflächen hineinwachsen und bald eine Verwachsung der Rezesse mit den Synovialfalten bewirken können.

Eines jedoch ist gleich für jede Art von Gelenksimmobilisation — ob sie nun künstlich durch Anlegung eines Verbandes herbeigeführt wird, oder ob es sich um eine spontane, reflektorische Immobilisation handelt — nämlich das Fehlen der für das unbeschädigte Fortbestehen der Muskeln so wichtigen, normalen, funktionellen Irritation: *der steten Längenveränderung*. Wenn die funktionelle Irritation fehlt, nimmt die normale Funktionsbreite der Muskeln rasch ab, es tritt eine Störung im antagonistischen Tonusgleichgewicht ein, die, wenn nichts dagegen unternommen wird, sehr bald organisch und damit auch »irreversibel« wird, in dem Sinne, als es lange Zeit dauern und viel Energie und Schmerzen kosten kann, bevor die normale Funktionsbreite wieder hergestellt ist.

Wie erwähnt, spielen sogar bei den Tieren individuelle Unterschiede bei der Reaktion auf die Immobilisation eine gewisse Rolle, ein Umstand, der beim Menschen sicher nicht weniger ausgeprägt ist. Bekanntlich reagieren manche Menschen erstaunlich kräftig auf Gelenksaffektionen und Immobilisation (Payr 1926: konstitutionelle Eigentümlichkeiten) und man sieht nicht selten rasch auftretende, starke Kontrakturen, ja sogar Ankylose, bei scheinbar unbedeutenden Gelenksaffektionen (wie z. B. von Hirsch beschrieben).

Alles in allem ist man geneigt anzunehmen, dass Tiere jeden-

falls nicht stärker auf die Immobilisation reagieren als Menschen und unsere Tierversuche haben überraschend frühzeitige Veränderungen zu Tage gefördert, bedeutend frühzeitiger als bisher angenommen. Diese Veränderungen können wohl in den ersten Tagen forciert werden, man muss aber damit rechnen, dass sie, wenngleich sie anfangs nur schwach sind, doch bedeutende Schmerzen verursachen können und ein ernstes Hindernis für eine willkürlich-aktive Forcierung der Beweglichkeit bilden können.

Alle diese Umstände weisen mit grosser Deutlichkeit auf die Bedeutung einer frühen Mobilisationsbehandlung bei Gelenksaffektionen hin. Die Störungen im antagonistischen Tonusgleichgewicht dürfen sich nicht organisieren können, man darf die Funktionsbreite der Muskeln nicht abnehmen lassen, die funktionelle Irritation: die stete Längenveränderung ist unentbehrlich, wenn man nach Heilung der primären Affektion einen funktionsfähigen »kinetischen Apparat« zu haben wünscht, anstatt eine oft sehr langwierige und sehr schmerzhaft Nachbehandlung zu riskieren, die noch dazu nicht selten gar nicht zum Ziele führt.

In der klinischen Literatur findet man denn auch in den letzten Jahren eine immer deutlicher ausgeprägte Tendenz zu frühzeitiger Mobilisation und ein dementsprechendes Abstandnehmen von der Immobilisation.

Prophylaxe und Nachbehandlung.

Es wäre ein Ding der Unmöglichkeit, alle diejenigen Verfasser mit Namen zu nennen, die sich in der Literatur über Behandlung von Gelenksleiden unter besonderem Hinblick auf die »Nachbehandlung« äussern, denn dies haben so ziemlich alle getan, die eine Arbeit über die Behandlung von Gelenkserkrankungen veröffentlicht haben.

Vor allem riefen die schlechten funktionellen Resultate aus dem Weltkriege ein grösseres Interesse für die funktionellere Behandlung hervor (siehe z. B. *Kongress der Deutschen orthopädischen Gesellschaft, Februar 1916*, worin die Kontrakturfrage eingehend behandelt wird).

Früher — zum Teil wohl auch noch heute — findet man eine starke Neigung, das ganze Interesse und die ganze Energie der Behandlung des primären Gelenksleidens zuzuwenden und

wenn diese gut überstanden war, kam erst die »Nachbehandlung«, zu der man ausser Massage, Hydro-Thermotherapie, Stauungsbehandlung, emollierende Behandlung (z. B. Fibrolysin), heilgymnastische Übungen u. s. w., so ausgezeichnete Hilfsapparate wie die Zanderapparate und *Krukenberg's* berühmte Pendelapparate hatte, von denen zahlreiche Modifikationen existieren, elektrische »Schaukelapparate« (*Blumenthal*), redressierende Apparate in legio, die entweder im Bett angewendet werden oder portativ sind und mit Hilfe von Gummibändern oder Metallfedern korrigierend auf die Kontrakturen einwirken, oder Apparate, die mittels Schrauben, Zahnrad oder Hebel auf eine bestimmte Stellung eingestellt werden können. Es gibt eine Unmenge von Bandagen und Apparaten, die man in den orthopädischen Handbüchern (z. B. *Schanz*) kennen lernen kann.

Eine interessante Kontrakturbehandlung wurde vor wenigen Jahren von *Mommsen* angeführt (»Quengelmethode«). *Mommsen* ist sich darüber klar, dass das grösste Hindernis für die Beseitigung von Kontrakturen nicht die eigentliche Muskel-Bindegewebschrumpfung ist, sondern ein aktiver Widerstand, ein reflektorischer Muskelspasmus, der bei geringer Irritation schon auftritt. Deshalb verwendet *Mommsen* bei seiner »Quengelmethode« kleine, aber stetig wirkende Kräfte. Die Kraft ist so gering, dass sie unter der Irritationsgrenze (»Reizschwelle«) des reflektorischen Muskelspasmus liegt. Die Methode ist ausgezeichnet, wird von vielen anempfohlen und von einigen sogar als einer der grössten Fortschritte in der Orthopädie der letzten Jahre bezeichnet (z. B. *Künne*).

Eine Eigenschaft, die allen diesen Apparaten gemein ist, ist jedoch die, dass sie hauptsächlich oder ausschliesslich auf die Behandlung einer schon ausgesprochenen Kontraktur berechnet sind.

Hingegen gibt es gar keine oder nur ganz wenige Apparate, die auf eine rein prophylaktische Behandlung der primären, funktionellen Kontraktur bei Gelenksleiden abzielen, was wohl der Befürchtung, damit den fokalen Prozessen zu schaden, zuzuschreiben ist.

Ein wirklich prophylaktisch wirkender Apparat wurde von *Ansinn* hergestellt. *Ansinn's* Apparat ist jedoch nur für die Behandlung von Femurfrakturen konstruiert. Er bewirkt eine

Extension des frakturierten Knochens, ermöglicht aber gleichzeitig Bewegung des Kniegelenkes. Der Apparat ist auf eine sehr komplizierte und kostspielige Art gebaut, indem die Bewegung des Kniegelenkes automatisch mit Hilfe eines Elektromotors oder einer Wasserpumpe vor sich geht.

An anderen Apparaten, die ebenfalls prophylaktisch wirken können, sei noch *Kahley's* Apparat erwähnt.

Im übrigen wird die »Nachbehandlung« auf unzählige Weise variiert und kombiniert. Nachdem *Volkmann* 1868 die »Distractionsmethode« vorgeführt hat, wird bei vielen Gelenksleiden in grossem Umfange Extension (oder Distraction) angewandt, u. zw. entweder als direkte Behandlung wie z. B. bei akuten, infektiösen Gelenksleiden, oder als Nachbehandlung bei operativen Eingriffen an den Gelenken.

Andere legen hauptsächlich auf immobilisierende Behandlung mit Hilfe von verschiedenartigen Schienen, Bandagen, Gips u. s. w. Wert, ja sogar bei gonorrhöischer Arthritis wird Immobilisation anempfohlen (z. B. *Saphier*); wieder andere raten zu häufigem Verbandwechsel in abwechselnden Stellungen als einer geeigneten Veranstaltung, um das Entstehen von Kontraktur zu verhüten.

Viele Verfasser empfehlen frühzeitig *aktive Bewegung*, entweder im Anschlusse an vorausgegangene Immobilisation, oder noch radikaler, geradezu als eine Behandlung des Gelenksleidens selbst. Bekannt ist die aktiv mobilisierende Behandlung von purulenter Arthritis durch den französischen Militärarzt *Willem's*. Gleich nach breiter Arthrotomie soll der Patient mit aktiven Bewegungen beginnen, die womöglich Tag und Nacht hindurch fortgesetzt werden und maximale Exkursionen sein sollen. Der Verfasser behauptet, dass eine solche Behandlung schmerzlos und der passiven Mobilisation bei weitem vorzuziehen sei. Wenn aktive Mobilisation undurchführbar ist, hält der Verfasser es für besser zu immobilisieren. Bei aktiver Bewegung entleert sich der Eiter aus dem Gelenk, nicht aber bei passiver Bewegung. Diese Behandlung hat übrigens *Rothfuchs* schon vorweggenommen, der einen Fall von Gelenksuppuratation durch aktive Bewegung während der Wundbehandlung mit gutem Erfolg behandelte. — Dass die Methode aber jedenfalls nicht schmerzlos ist, habe ich mehr als einmal zu konstatieren Gelegenheit gehabt und in den folgenden Krankengeschichten fin-

det man denn z. B. auch einen Fall, in welchem die Methode trotz unermüdlicher Versuche nicht durchgeführt werden konnte.

Meiner Meinung nach birgt die Methode aber eine interessante Beobachtung, ein ganz neues Moment in der Therapie. Was man sich früher kaum vorzustellen wagte, wird hier auf die radikalste Weise praktiziert: nämlich Mobilisation trotz hochgradigem, infektiösem Prozess im Gelenk. Weshalb folgt darauf keine Progression des Prozesses, eine rasche, allgemeine Infektion u. s. w.? Über derartiges wurde nämlich, mir bekannt, bis jetzt nichts mitgeteilt. Hingegen fällt die Temperatur, der Eiter wird aus dem Gelenk entfernt, das Allgemeinbefinden bessert sich u. s. w. Die Schwierigkeit der Methode liegt also eher darin, dass sie oft der Schmerzen wegen undurchführbar sein wird. Es ist sicher eine aussergewöhnliche Energie erforderlich, um aktive, »kontinuierliche«, maximale Bewegungen bei einer floriden, purulenten Arthritis mit zwei offenen, breiten Wunden an den beiden Seiten des Gelenkes auszuführen.

Während auf diese Weise die aktive Bewegung in der Therapie bis zur äussersten Konsequenz durchgeführt erscheint, werden die *passiven Bewegungen* mit der grössten Zurückhaltung behandelt.

Passive Bewegung kann auf zweierlei Arten ausgeführt werden: entweder *indirekt* vom Patienten selbst mit Hilfe von Flaschenzügen oder ähnlichem, oder aber *direkt* von dazu ausgebildetem Personal. — Indirekt kann die passive Bewegung am einfachsten so durchgeführt werden, dass eine gepolsterte Schleuder um das kranke Gelenk gelegt wird, eine Schnur führt von der Schleuder über eine in einem Gestell oder dergleichen angebrachte Spule (siehe z. B. *Fuchs, Campbell*) und der Patient bewegt nun selbst das kranke Gelenk, indem er die Schnur anzieht. Dies ist natürlich eine grobe Methode, die oft ziemliche Schmerzen verursacht, weshalb der Patient wohl »mobilisieren« wird, aber womöglich innerhalb der schmerzlosen Grenzen.

Direkte passive Mobilisation wird von angelernten Assistenten ausgeführt und dabei ist eine viel individuellere Behandlung möglich (*Haglund, Willem & Smitt*); die Methode ist aber auch ziemlich kostspielig und das Resultat in hohem Masse von der Tüchtigkeit des Assistenten abhängig. An den grös-

seren, chirurgischen Abteilungen ist das Personal in der Regel so knapp bemessen, dass keine Zeit für eine solche zeitraubende und äusserst umständliche Behandlung übrig bleibt.

Wie erwähnt, werden die passiven Bewegungen oft mit Reserve aufgenommen, ja sogar von vielen eher als schädlich angesehen. So schreibt z. B. *Haglund*: »Unter allen Umständen muss eine passive Mobilisationsbehandlung von Gelenken mit einer ganz anderen Technik geschehen, als sie früher immer und noch heute oft zur Anwendung kam und kommt. Jede energische Manipulation ist schädlich, nur eine Technik der leichten Hand ist hier erlaubt«. —

Dagegen empfiehlt z. B. *Payr* (in seiner umfassenden Arbeit: »Der heutige Stand der Gelenkschirurgie« 1927) im allgemeinen frühzeitige, passive (auch aktive) Bewegung, meint aber ansonsten, dass man individualisieren müsse.

Die prophylaktische Mobilisation.

Selbst bei einer allgemeinen Auffassung von der prophylaktischen Bewegungstherapie bei Gelenksaffektionen ist es natürlich schwer zu generalisieren, aber aus der obenstehenden Erläuterung der verschiedenen Umstände geht immerhin hervor, dass es bestimmte Faktoren gibt, die für jede Art von Entstehung der Kontraktur gemeinsam sind.

Kennt man diese Faktoren und ihre Wirkungsart und nimmt man dazu noch die besonderen Verhältnisse in Betracht, die sich in jedem einzelnen Falle geltend machen können (Art der Erkrankung, Fieber u. s. w.), so wird man, indem man an dem Gedanken des absolut notwendigen Bewegungsprinzips festhält, zu den folgenden Forderungen bezüglich einer prophylaktischen Bewegungstherapie gelangen:

- 1) Die Bewegung muss vom ersten Tage der Erkrankung an angelernt werden können.
- 2) Die Bewegung muss so beschaffen sein, dass sie keine vermehrte Gefahr für eine Progression der fokalen Krankheitsprozesse bedeutet.
- 3) Die Bewegung muss so sein, dass sie unter dem, reflektorische Tonuserhöhung oder Spasmen hervorrufenden, Irritationsminimum liegt. (Ein kontrahierter Muskel kann wohl

zerrissen, aber nicht gestreckt werden, wohingegen sich ein schlaffer Muskel mit Leichtigkeit strecken lässt).

- 4) Die Bewegung muss schmerzlos sein.
- 5) Durch die Bewegung darf eine eventuelle Heilung der Wunde nicht kompromittiert werden.
- 6) Ungehinderte Behandlung der Wunde muss möglich sein.
- 7) Die Bewegung muss physiologisch richtig sein.

Mit der Herstellung eines *prophylaktisch wirkenden Universalmobilisationsapparates (Riemke)* war man bestrebt, diesen Forderungen Folge zu leisten. Das Prinzip dieses Apparates ist eine ausserordentlich langsame, unmerkliche, aber stete Bewegung, die indirekt vom Patienten selbst ausgeführt wird. Die Bewegung ist so langsam und gleichmässig, dass es möglich sein sollte, den Apparat bei allen akuten Gelenksaffektionen — infektiösen, traumatischen, operativen — gleich vom ersten Tage an zu verwenden.

Der Apparat ist so konstruiert, dass das kranke Gelenk von keinem Verband berührt oder gedrückt wird, es ist völlig frei und auf diese Weise kann gleichzeitig ungehindert Wundbehandlung, Untersuchung u. s. w. vor sich gehen.

Das Prinzip der Behandlung ist — paradox ausgedrückt — *Ruhe und doch Bewegung*. Hier nähern sich einander so weit als überhaupt möglich zwei diametral wesensverschiedene Faktoren, die beide für die Behandlung der meisten Gelenksaffektionen gleich notwendig sind.

Die Behandlungsmethode besteht in einer *äusserst langsamen*, so weit als möglich *kontinuierlichen* und *maximalen* Bewegung.

So langsam ist die Bewegung, dass die Bedingungen für eine primäre Heilung der Wunde ungefähr dieselben sind wie bei Immobilisation, besonders wenn man sich die ersten Tage hindurch mit schwachen Bewegungen begnügt und — indem man sie von Tag zu Tag verstärkt — erst im Laufe von 8—10 Tagen die maximalen Bewegungen erreicht.

Die Bewegung ist so langsam, dass sich die Gefahr einer Progression infektiöser Prozesse — wo es sich um infizierte Gelenke, operierte oder nicht operierte, handelt — ungefähr auf das gleiche Minimum wie bei Immobilisation bringen lassen sollte.

Andererseits wird sich das Gelenk, eben wegen der Langsam-

keit der Bewegung, längere Zeit hindurch in den *äussersten Stellungen der Exkursion* befinden, so dass eine einzige Flexion oder Extension im Tag genügen sollte, um die Entstehung von Kontraktur zu verhüten. Im späteren Verlauf der Behandlung hindert nichts den Patienten, ohne Überanstrengung täglich bis zu 10 maximale Bewegungen auszuführen.

Die Bewegung ist so langsam und gleichmässig, dass der Patient im einzelnen Augenblick der Mobilisation ausser Stande ist zu entscheiden, ob sich das Gelenk jetzt in der einen oder in der anderen Richtung bewegt. Dadurch vermeidet man den *reflektorischen Muskelspasmus*, der sich sonst bei der geringsten Irritation einstellt und der bei jeder Mobilisation eines Gelenkes eine so grosse Rolle spielt.

Deshalb sollten auch *Schmerzen* ein Kennzeichen dafür sein, ob die Mobilisation richtig, d. h. genügend langsam und gleichmässig ausgeführt wird. Bei allen aseptischen Arthrotomien sollte es überhaupt keine Schmerzen geben, ausser dem periodischen, dumpfen Wundschmerz, der sich in den ersten Tagen auch bei Immobilisation geltend macht. Und bei infizierten Fällen werden die Schmerzen wahrscheinlich jedenfalls bedeutend geringer sein, als bei irgend einer anderen Mobilisationsmethode.

Die Tatsache, dass die Bewegung so *langsam, schonend* und *human* ist und dass der Patient selbst jeden Augenblick bis in die kleinsten Einzelheiten vollkommen Herr über die Bewegungen und Stellungen ist, wird ihm Vertrauen zum Apparat und zur Behandlung einflössen. Und das Bewusstsein, dass er bloss ruhig dazuliegen und ein kleines Rad neben dem Bette zu bewegen braucht, um schmerzlos das Steifwerden des Gelenkes zu verhindern, wird dem Patienten die Arbeit bald unterhaltend und interessant machen, indem sie seine Gedanken ablenkt und ihm die Zeit verkürzt.

Zu einem sehr frühen Zeitpunkt wird dem Patienten angelernt, *selbst Spannungsübungen* vorzunehmen; darunter versteht man aktive Muskelkontraktionen ohne Bewegung des Gelenkes. Dabei wird eventueller Eiter aus dem Gelenk entfernt, das aktive Innervationsvermögen wird bewahrt und der Atrophie wird entgegengewirkt.

Sobald als möglich sollte der Patient mit *aktiven* Bewegungen beginnen, die in der ersten Zeit mehr oder weniger unter

Mithilfe des Apparates ausgeführt werden können, später aber unabhängig davon, ohne dass er deshalb abmontiert werden muss, bevor eine annähernd gute Beweglichkeit gesichert ist.

Beschreibung des Apparates.

Bei der Konstruktion des Apparates wurde darauf geachtet, ihn möglichst einfach und billig herzustellen.

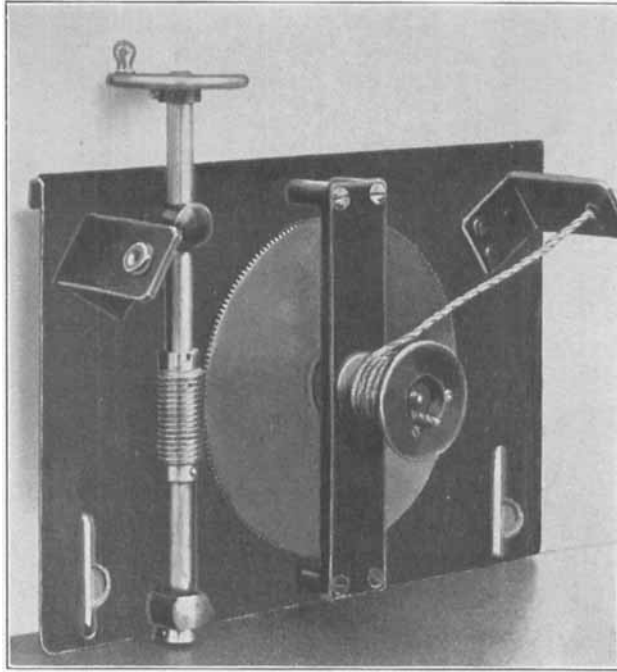


Fig. 3.
Der Mobilisator.

Beim Apparat lassen sich zwei Teile unterscheiden: ein kraftspendender, aktiver Teil, der *Mobilisator*, der sich für alle Gelenke gleichbleibt, und ein passiver Teil, ein Hilfsapparat, der für jedes Gelenk verschieden, aber doch sehr einfach ist.

Das Prinzip des Mobilisators ist aus Fig. 3 ersichtlich. Wie man sieht, besteht er aus einem sogenannten Schneckenrad und einer Schneckenschraube, die ineinander greifen.

An der Achse des Schneckenrades ist eine Trommel befestigt

und an der Schneckenschraube ein kleines Rad. Das ganze ist an einer kleinen Metallplatte festgemacht, die an einer für den Patienten bequemen Stelle des Bettes angeschraubt werden kann. Der Apparat ist in einer Metallhülle eingeschlossen.

Die Zähne des Rades und das Schraubengewinde sind so fein, dass durch ungefähr 5 Umdrehungen des kleinen Handrades bloss eine Bewegung von 1 mm bewirkt wird. An der Trommel ist ein biegsames, aber starkes (geflochtenes) Drahtseil befestigt, durch das die Bewegung auf die verschiedenen Gelenke übertragen wird.

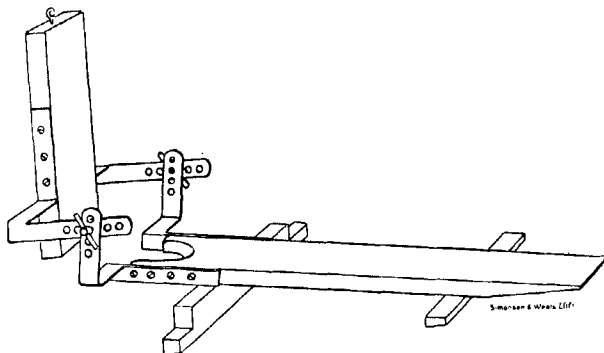


Fig. 4.
Schiene zur Mobilisation des Fussgelenks.

Der Mobilisator läuft der feinen Zähnnchen wegen so leicht, dass er leicht mit der Fingerspitze bewegt werden kann. Aus demselben Grunde ist er *selbstverschliessend*, d. h. er kann nicht anders als mit Hilfe des Handrades betrieben werden. Auch mit der grössten Kraftanstrengung kann er nicht von der Seite aus, wo die Extremität ist, bewegt werden.

Der passive Teil des Apparates besteht aus Elementen, die eine Übertragung der Bewegung auf die verschiedenen Gelenke ermöglichen. Alle Gelenke lassen sich durch den beschriebenen Mobilisator bewegen, in der vorliegenden Arbeit soll aber nur die Mobilisation der grösseren Gelenke besprochen werden.

Zur Mobilisation des *Fussgelenkes* benötigt man eine Fussgelenksschiene (Fig. 4), die aus einem Schenkelstück und aus einem Fusstück, die mittels einer beweglichen Achse miteinander verbunden sind, besteht. Diese Achse steht nach beiden Seiten ziemlich weit weg, so dass die Behandlung der Wunde, Un-

tersuchungen u. s. w. ungestört vorgenommen werden können. Die Achse lässt sich leicht nach der natürlichen Achse des Fussgelenkes einstellen. Die Ferse bleibt frei.

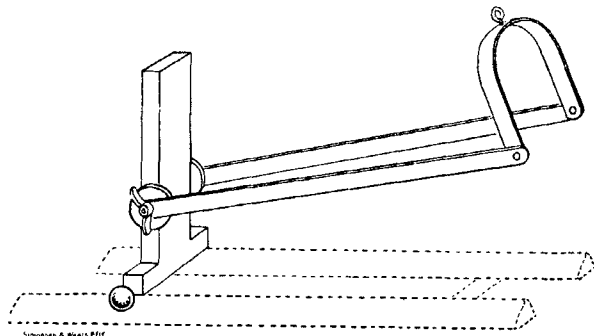


Fig. 5.

Schiene zur Mobilisation des Kniegelenks und Hüftgelenks.

Zur Mobilisation des *Kniegelenkes* und des *Hüftgelenkes* ist eine Schiene erforderlich (Fig. 5), die aus einem Fusstück besteht, welches mit zwei Metallkugeln über einen »Schlitten«

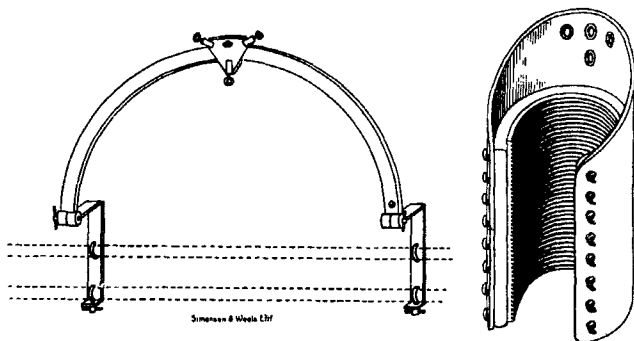


Fig. 6 und 7.

Apparat zur Mobilisation des Schultergelenks.

hingeleitet. Das Fusstück ist lose am Crusstück befestigt; das letztere besteht aus zwei Metallstangen, zwischen die der Unterschenkel wie wir später sehen werden bequem eingebettet wird. Die proximalen Enden der Metallstangen sind durch einen beweglichen Metallbügel fixiert. Kniegelenk und Hüftgelenk sind frei.

Zur Mobilisation des *Schultergelenkes* benötigt man einen Metallbogen (Fig. 6), der über dem kranken Schultergelenk mit diesem als Zentrum angebracht wird. Der Bogen ist beweglich und kann in allen meridionalen Lagen fix eingestellt werden. Am Bogen befindet sich ein kleiner »Wagen« oder eine Draisine, an der der Oberarm mittels einer Manchette (Fig. 7) befestigt wird. Wie aus Fig. ersichtlich, überträgt die Draisine die Bewegung vom Mobilisator.

Zur Mobilisation des *Ellbogengelenkes* braucht man keinen besonderen Apparat.

Anwendung des Apparates.

Wenn möglich wird der Patient schon am Tage vor einer eventuellen Operation im Mobilisationsapparat angebracht. Dadurch erreicht man 1) dass der Patient schon vor dem Gebrauch mit der Handhabung des Apparates vertraut wird und merkt, dass es sich nicht um eine Tortur handelt, 2) dass sich alles in Ordnung befindet, so dass der Patient leicht und schnell nach der Operation, noch bevor die Narkose aufhört, im Apparat angebracht werden kann.

Mobilisation des Fussgelenkes.

Erforderlich sind:

- 1) Mobilisator.
- 2) Fussgelenksschienenapparat.
- 3) Hydrophobe Watte, Gazebinde und Flanellbinde.
- 4) Eine Rolle am Fussende des Bettes wie bei Distraction.
- 5) Gewichte für das Gegengewicht.

Fussbrett und Crusstück der Fusschiene werden mit hydrophober Watte, die durch Gazebinden festgehalten wird, gut ausgepolstert.

Die Extremität wird so in der Schiene angebracht, dass die Fusssohle fest am Fussbrett anliegt. Die Bewegungsachse der Schiene wird mittels der losen Schrauben möglichst gleich der Achse des Fussgelenkes eingestellt (sonst gleitet der Fuss am Fussbrett ab). Daraufhin wird der Fuss mit der Flanellbinde am Fussbrett befestigt. Man muss dafür sorgen, dass die Partie um das Fussgelenk selbst frei bleibt, um einen Druck zu vermeiden. Schliesslich wird der Unterschenkel mit der Flanellbinde an der Schiene fixiert. Oft ist ein kleines Kissen unter

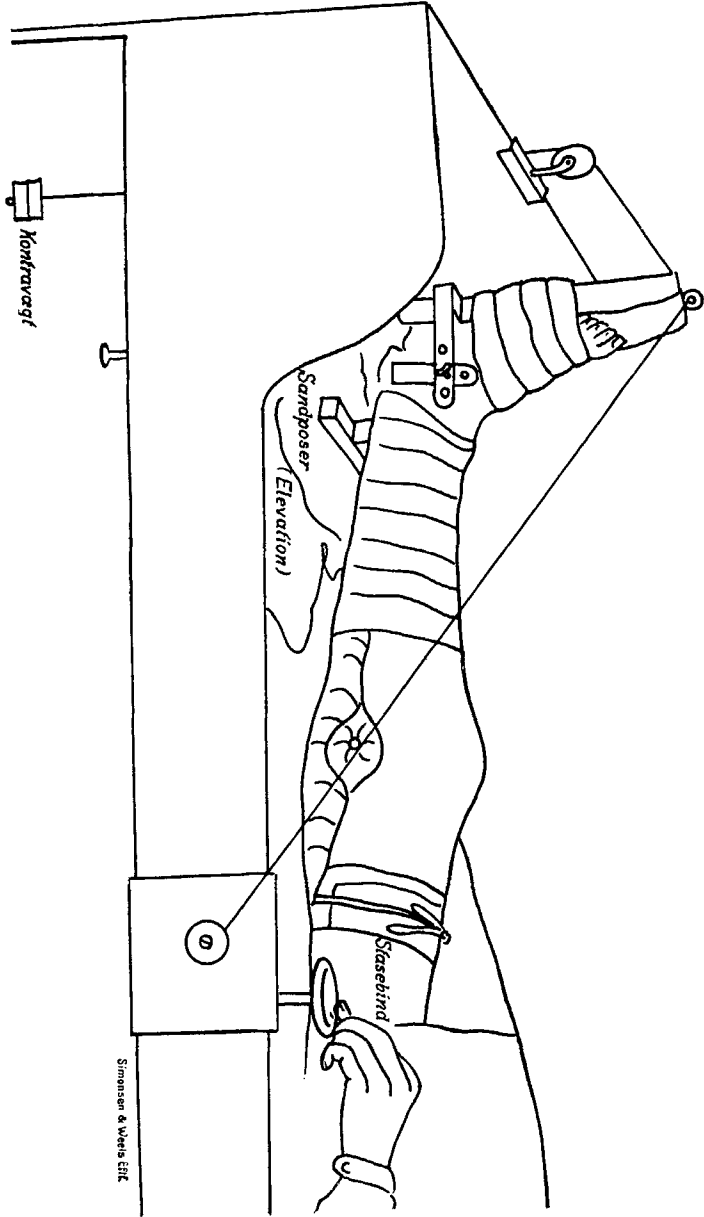


Fig. 8. Mobilisation des Fussgelenks.

dem Knie angezeigt. Das Kniegelenk kann in den Verband mit einbezogen werden; wo es sich aber um eine längere Behandlung dreht, kann es eventuell frei bleiben.

Der Draht des Mobilisators wird mit seinem Karabiner an der Öse des Fussbrettes befestigt. Bei angespanntem Draht soll das Fussbrett womöglich in rechtwinkliger Flexion stehen, worauf die Schnur mit dem Gegengewicht (ca. 2 kg) angehängt wird.

Der Draht vom Mobilisator zur Öse des Fussbrettes und von da zur Rolle am Fussende des Bettes soll womöglich eine gerade Linie bilden (damit die Schiene nicht nach der Seite gezogen wird). Das heisst so viel, als dass die Rolle am Fussende des Bettes medial angebracht werden soll.

Eventuell kann man die Schiene in der Nacht wegnehmen.

Falls die Ferse bei Dorsalflexion nicht dem Fussbrett folgen will, kann ein Stück Heftpflaster von beiden Seiten des Knies, die beiden Seiten des Unterschenkels entlang und rund um das Fussbrett die Ferse vollkommen fixieren.

Mobilisation des Kniegelenkes.

Erforderlich sind:

- 1) Mobilisator.
- 2) Crusschiene.
- 3) Schlitten.
- 4) Rollenapparat.
- 5) Hydrophobe Watte, Gazebinde, Flanellbinde, 12 Sicherheitsnadeln und eine Windel oder ein ähnliches Tuch.

Das Fussstück der Crusschiene wird mit hydrophober Watte ausgepolstert, die durch Gazebinden gehalten wird. Zwischen die Seitenstangen der Crusschiene wird ein Stück weicher Stoff gelegt (z. B. eine Windel) und mit Sicherheitsnadeln so befestigt, dass das dadurch entstandene Lager ungefähr die rückwärtigen Konturen des Unterschenkels annimmt. NB.: An der Ferse und aufwärts gegen die Kniekehle zu muss man Druck vermeiden, weshalb man die Sicherheitsnadeln 2—3 cm vom proximalen und distalen Rand des Stoffes entfernt anbringt.

Fuss und Crus (soweit bis zum Kniegelenk, als man bandagieren will) werden reichlich mit hydrophober Watte umwickelt, die durch Gazebinden gehalten wird. Der Unterschenkel wird so in der Schiene angebracht, dass der Fuss fest am Fussbrett

ruht, und wird nun mittels Flanellbinde (Expulsivbinde) festgemacht, die rund um den Fuss und das Fussbrett geht und weiter, sowohl Crus als auch Crusschiene proximal umfassend. So proximal wie nur irgend möglich wird die Flanellbinde mit

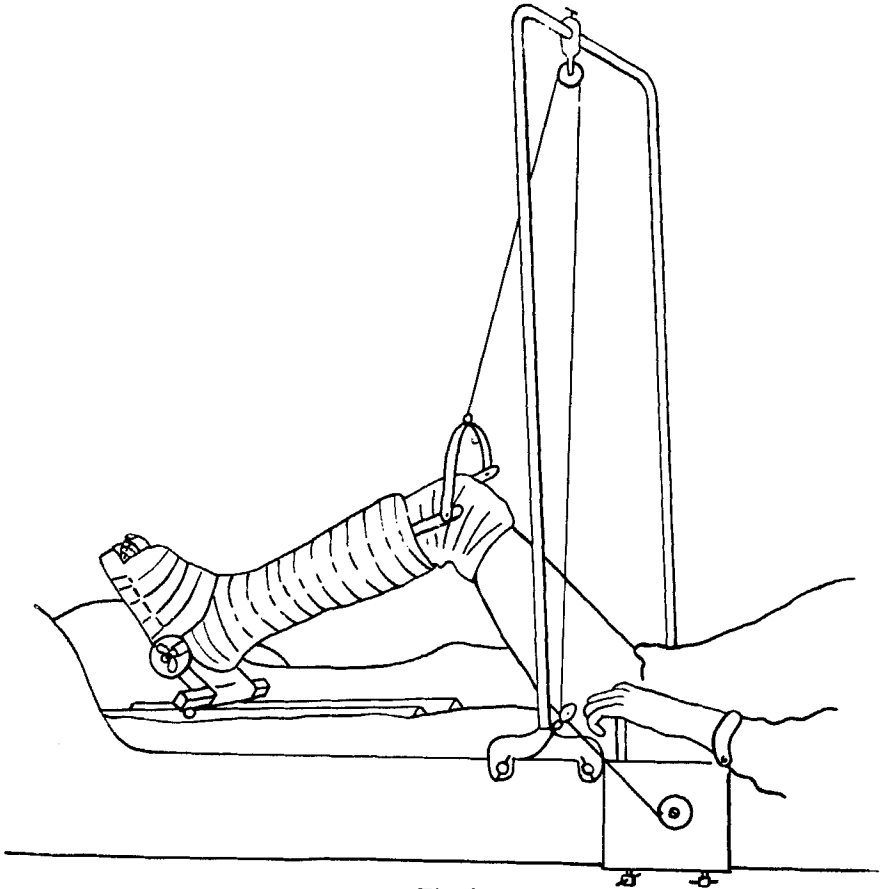


Fig. 9.
Mobilisation des Kniegelenks.

2—3 zirkulären Touren abgeschlossen. Dadurch bildet sie ein Lager, das sich noch besser anpasst als die Windel. Wenn der Verband richtig sitzt, liegt die Extremität so bequem, dass der Verband eventuell 1—2 Monate behalten werden kann ohne zu drücken und ohne dass man ihn zu wechseln braucht.

Das Gestell wird so auf das Bett gesetzt, dass es über dem Hüftgelenk oder etwas proximal dazu steht. Je proximaler das Gestell steht, desto grössere Beweglichkeit des Knie- und Hüftgelenkes wird ermöglicht.

Der Schlitten wird im Bette so gelegt, dass das Querstück unter dem Fussbrett mit seinen Kugeln an der Aussenseite des Schlittens gleitet.

An der Öse des Kniebügels an der Crussschiene wird nun mit Hilfe eines Karabiners der Draht des Mobilisators befestigt, der vom Mobilisator über die Rolle des Gestells und von dort zur Öse heruntergeführt wird.

Die Unterextremität hängt nun in ihrer Crussschiene wie in einer Koje und durch Drehen am Mobilisator wird die Bewegung ausgelöst: Flexion-Extension, indem der Fuss proximal angezogen wird, oder durch sein eigenes Gewicht über die Kanten des Schlittens distal weggleitet.

Das Fussbrett ist mittels einer Klemmschraube (Fig. 5) an den Seitenschienen der Crussschiene so befestigt, dass man durch Lockern dieser Schraube den Patienten aktive Bewegungen des Fussgelenkes machen lassen kann, z. B. einmal täglich, wo es sich um eine langwierige Behandlung dreht. Dadurch ist es auch möglich, den Fuss in die gewünschte Stellung zu bringen, oder die Stellung zu wechseln, je nachdem es für den Patienten am angenehmsten ist.

Gewöhnlich lässt man den Patienten in der Nacht mit möglichst starker Extension des Kniegelenkes ruhen. Tagsüber arbeitet er mit der Flexion. Oder aber kann man den Patienten jede zweite Nacht mit möglichst starker Flexion und jede zweite Nacht mit möglichst starker Extension ruhen lassen.

Mobilisation des Hüftgelenkes.

Hiezu benötigt man denselben Apparat wie zur Mobilisation des Kniegelenkes. Ausserdem noch ein Seitentischchen am Bett, falls man die Mobilisation in abduzierter Stellung vorzunehmen wünscht. Es hat sich nämlich gezeigt, dass sich bei Mobilisation (Flexion-Extension) in ca. 30° abduzierter Stellung auch eine ganz gute Abduktion und Adduktion einstellen wird, sobald man genügende Flexion und Extension erreicht hat. Dies kommt wahrscheinlich daher, dass die Gelenkscapsel durch Flexion-Extension in abduzierter Stellung genügend erweitert wird, um alle Bewegungen zu ermöglichen.

Man kann aber auch, wenn man es vorzieht, eine besondere Abduktions-Adduktionsmobilisation, wie unten beschrieben, ausführen.

Auf die gleiche Weise, wie man bei Mobilisation in abduzierter Stellung einer Adduktionskontraktur entgegenwirkt, ebenso muss man das Entstehen einer Flexionskontraktur verhüten, indem man den Oberkörper (vom Gesäss aufwärts) in einer etwas höheren Lage anbringt als die unteren Extremitäten. Dies erreicht man, indem man eine halbe Extramatratze unter den Patienten von der Mitte bis zum Kopfende schiebt. Dadurch

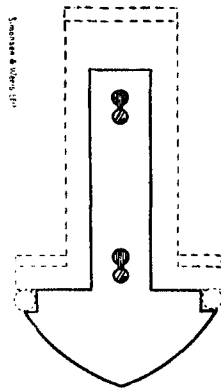


Fig. 10.
Abduktionsanleitung, aufmontiert.

ermöglicht man eine Hyperextension (Rückwärtsleiten) der Unterextremität.

Im übrigen geht die Anbringung und Mobilisation wie beim Kniegelenk vor sich. Das Gestell muss proximal zum Hüftgelenk stehen.

Die Mobilisation des Hüftgelenkes kann eventuell mit Distraction kombiniert werden, indem man entweder eine Heftpflasterdistraction seitlich über das Fussbrett zu einem Steigbügel führt, oder den Distractionsdraht selbst am Fussbrett der Crussschiene befestigt. Je beweglicher das Hüftgelenk wird, desto unangenehmer wird die Distraction werden (die Ferse heben); deshalb kann man sie in der Nacht wirken lassen und das Gewicht tagsüber, während mobilisiert wird, abhängen.

Auch hier gilt es, bei der Nachtruhe eine möglichst starke Extension des Hüftgelenkes herbeizuführen und den Tag der

Arbeit mit Flexion zu widmen. Oder aber kann man jede zweite Nacht mit Ruhen in grösstmöglicher Flexion und Extension abwechseln.

Für die Mobilisation des Hüftgelenkes ist eine Abduktionsanleitung angegeben (siehe Fig. 10).

Eine halbkreisförmige Scheibe wird durch Festmachen am Fusstück der Crusschiene unter demselben angebracht. Der Schlitten wird entfernt. Das Kniegelenk wird etwas flektiert gehalten, am besten ca. 90°. Wenn der Patient nun die abwickelnde Bewegung des Mobilisators auslöst, wird Femur nach aussen rotieren und im Hüftgelenk abduzieren, oder nach innen rotieren und adduzieren, je nach der Ausgangsstelle.

Diese Abduktions-Adduktionsmobilisation geht vor sich, indem die Unterextremität im Bett gelagert ist und nicht auf dem Seitentischchen. Auf dem Seitentischchen könnte man nur eine Adduktion des Hüftgelenkes erzielen. Zu bemerken ist, dass bei dieser Mobilisation der Raum zwischen Crus und den Seitentischen der Crusschiene gut mit Watte ausgepolstert sein muss, damit Crus nicht im Verband selbst rotiert.

Mobilisation des Schultergelenkes.

Erforderlich sind:

- 1) Mobilisator.
- 2) Bewegliche Schulterschiene.
- 3) Zwei kleine Rollen.
- 4) Eine Rolle am Fussende des Bettes.
- 5) Gewichte für das Gegengewicht.
- 6) Oberarmmanchette.
- 7) Flanellbinde.

Der Mobilisator wird an der Seite des gesunden Armes in angemessener Entfernung angebracht. In jeder Ecke am Kopfende des Bettes wird ein Röllchen befestigt.

Die Schulterschiene wird an der Seite des Bettes über dem kranken Schultergelenk festgemacht, so dass das Gelenk im Zentrum des Metallbogens zu liegen kommt. Der Bogen ist so eingerichtet, dass er mit Hilfe der Klemmschrauben in allen meridionalen Lagen, senkrecht bis wagrecht, eingestellt werden kann, wodurch erreicht wird, dass man Flexion-Extension, Abduktion-Adduktion und in allen zwischenliegenden Richtungen mobilisieren kann:

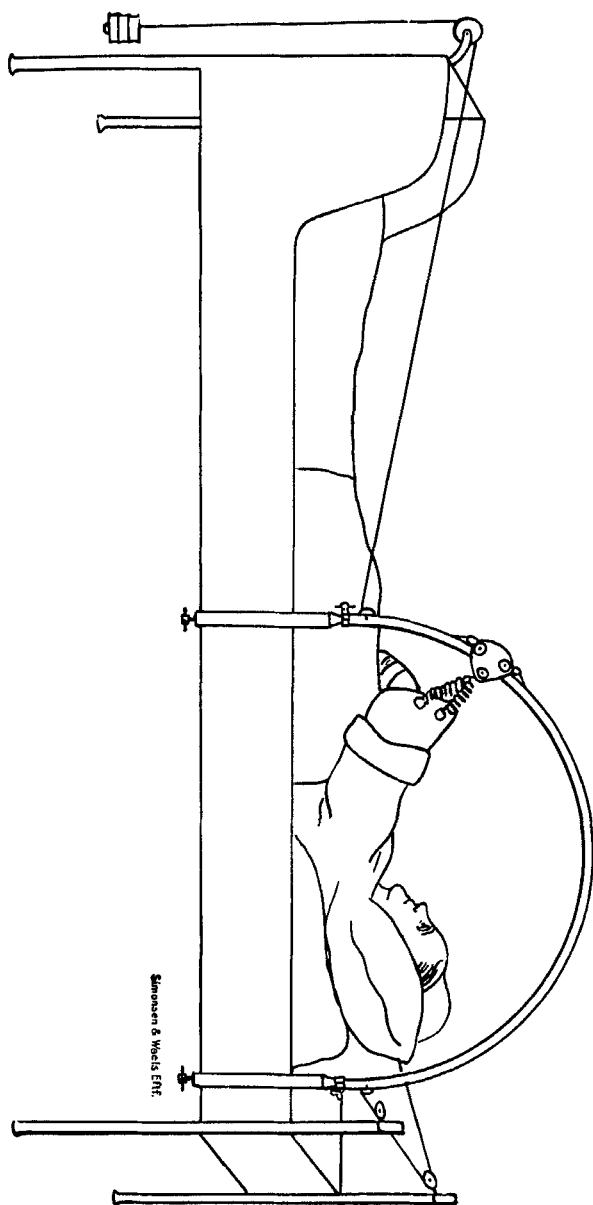


Fig. 11. Mobilisation des Schultergelenks.

Um den Oberarm, knapp über dem Ellbogengelenk, wird die Ledermanchette angelegt, die mit geripptem Gummi bekleidet ist (siehe Fig. 7). Sie wird mittels einer kurzen Flanellbinde befestigt. Eventuell muss man die Epicondylus Humeri mit etwas Watte und Gazebinden polstern, um einen Druck zu verhindern.

Mit Hilfe einer starken Spiralfeder wird nun die Manchette an den beweglichen »Wagen« des Metallbogens gehängt. Von diesem »Wagen« führt die Schnur zwischen den beiden Schienen des Bogens an seiner Oberseite hinunter *unter* das kleine festgemachte Rad am proximalen Ende des Bogens, weiter zur nächstgelegenen Rolle des Betteckes, zur Rolle des anderen Betteckes und von da zum Mobilisator.

Nach der anderen Seite geht die Schnur vom »Wagen« des Metallbogens zwischen den beiden Schienen des Bogens an seiner Oberseite hinunter *unter* das kleine festgemachte Rad am distalen Ende des Bogens und von da weiter über die Rolle am Fussende des Bettes zum Gegengewicht.

NB.: Der Abstand zwischen der Rolle des Fussendes und dem Fussboden muss so gross sein, dass er volle Bewegung des Schultergelenkes ermöglicht. Andernfalls muss der Flaschenzug des Fussendes in grösserer Entfernung vom Boden festgemacht werden.

Während der Mobilisation legt sich der Unterarm von selbst in eine bequeme Stellung, da die Beweglichkeit des Ellbogengelenkes ungehindert ist.

Die Manchette muss so fest sitzen, dass sie sich nicht bewegt, aber doch nicht so eng, dass sie Stauung verursacht. Sie ist so verfertigt, dass sie nicht ganz zuschliesst, weshalb man sie mehr zusammenziehen kann, ohne Stauung zu verursachen.

Bei Nacht wird die Manchette eventuell entfernt, weil der Patient da ohnedies nicht mobilisiert.

Mobilisation des Ellbogengelenkes.

Erforderlich sind:

- 1) Mobilisator.
- 2) Zwei kleine Rollen.
- 3) Eine Leinwandmanchette für das Handgelenk.
- 4) Eine Rolle am Fussende des Bettes.
- 5) Gegengewicht.
- 6) Hydrophobe Watte und Flanellbinde.
- 7) Fixator.

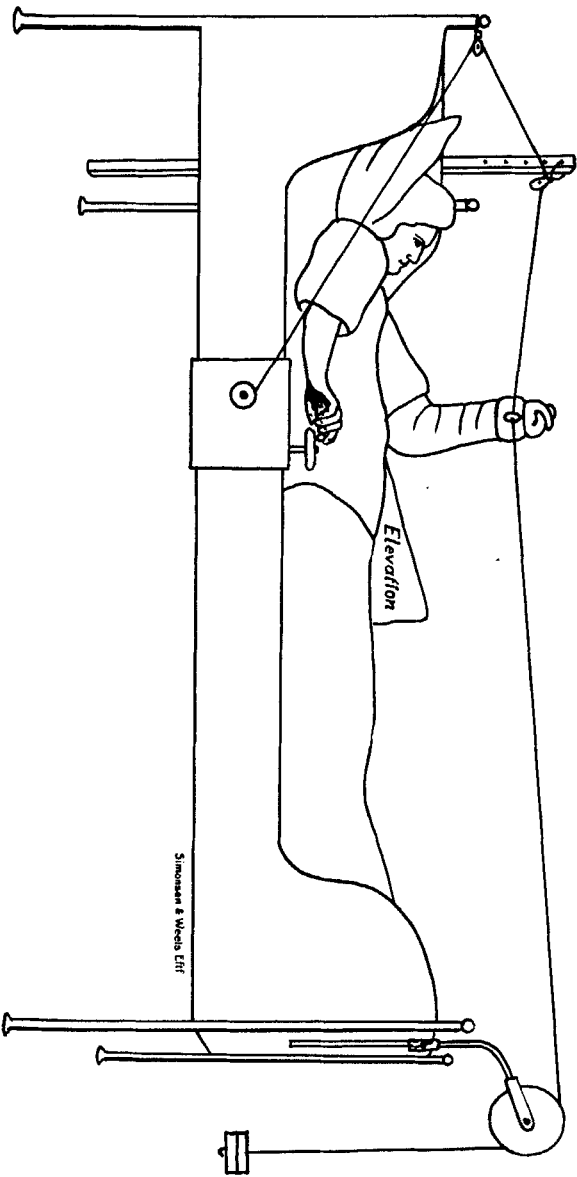


Fig. 12. Mobilisation des Ellbogengelenks.

Eventuell wird das Ellbogengelenk (z. B. nach Arthrotomie) nach dem Verbinden und nach dem Auspolstern von Ober- und Unterarm mit Watte, in einer beweglichen *Volkman'schen* Schiene bandagiert.

Um das Handgelenk wird nach reichlichem Auspolstern mit hydrophober Watte mittels Gazebinde eine Leinwandmanchette gelegt, in der ein Ring sitzt (siehe Fig. 12). Die Manchette wird so angebracht, dass die Handfläche medial gewandt ist. Die Manchette muss fest, aber nicht zu eng sitzen. Nach einigen Tagen kann sie anders gelegt werden, so dass die Flexion-Extension je nach Wunsch in mehr supinierter oder mehr pronierter Stellung vorgenommen werden kann.

Um die Mitte des Oberarms wird eine ca. 15 cm breite, 5 cm dicke Lage Watte gelegt, um das Ellbogengelenk ein wenig über die Unterlage zu heben und es gleichzeitig in einiger Entfernung vom Körper zu halten (frei zu halten).

In den ersten 14 Tagen braucht man den Oberarm nicht zu fixieren (wenn es sich um Arthrotomien handelt). Erst wenn die Nähte entfernt werden und man grössere Flexion wünscht, muss man den Oberarm fixieren, was einfach so geschieht, dass man ihn mittels Flanellbinde am Oberkörper fixiert, während der Patient aufrecht sitzt. In einzelnen Fällen, z. B. bei Behandlung von schon vorhandener Kontraktur, muss man den Oberarm aber besser fixieren, z. B. mit einer Gipskapsel, die Thorax und Oberarm umschliesst (kann eventuell abnehmbar sein).

Der Mobilisator wird an einer bequemen Stelle an der Seite des gesunden Armes angebracht. Der Draht wird vom Mobilisator zu einer Rolle geführt, die an der oberen Bettecke derselben Seite in einem Fixator sitzt, von da zu einer Rolle an der anderen, oberen Bettecke und weiter zum Ring der Manchette, an dem er mit einem Karabiner befestigt wird. Vom Ring geht eine andere Schnur über die Rolle am Fussende des Bettes zum Gegengewicht.

Mit Hilfe dieses Zuges durch das Gegengewicht und des Gegenzuges vom Mobilisator aus wird der Unterarm nun in eine angenehme Stellung gehoben (gehängt).

Wenn man in der ersten Zeit nach der Operation eine Hochstellung wünscht, kann man unter dem Oberarm einen Keil einschieben, gleichzeitig muss aber dann die Rolle am Fussende und die zunächst gelegene Rolle des Kopfendes ebenfalls gehoben werden, so dass diese beiden Flaschenzüge und die Handgelenks-

manchette (wenn das Ellbogengelenk 90° flektiert ist) in derselben oder einer etwas höheren Ebene zu liegen kommen. Der Unterarm muss an der gespannten Schnur zwischen den beiden Rollen hängen (ruhen) können.

Je tiefer das Ellbogengelenk im Verhältnis zum Schultergelenk zu liegen kommt, desto grössere Beweglichkeit im Ellbogengelenk erreicht man. Deshalb wird die Hochstellung meistens nach einigen Tagen schon aufgegeben, indem gleichzeitig die Rollen des Kopf- und Fussendes zum entsprechenden Niveau herabgesenkt werden.

Die *Volkmann'sche* Schiene wird, wenn überhaupt benützt, am 10.—12. Tag abgenommen, da sie bloss eine Flexion von 90° im Ellbogengelenk zulässt. Gleichzeitig kann, wie gesagt, der Oberarm passend fixiert werden (oder nach Entfernung der Nähte).

Soll der Arm vom Apparat befreit werden, so wird *zuerst* das Gegengewicht abgehängt, ebenso wie es bei der Einstellung *zuletzt* angehängt wird, nachdem man der Schnur des Mobilisators eine passende Länge gegeben hat. Dies nur, um eine plötzliche und übermässige Bewegung des Ellbogengelenkes zu vermeiden, wenn das Gegengewicht angehängt wird.

Krankengeschichten.

Die folgenden Krankengeschichten sind in der Reihenfolge geordnet, in der die Fälle am Reichshospital, Abteilung C, nach Herstellung des erwähnten Mobilisators zur Behandlung kamen; alle Fälle innerhalb des genannten Zeitraumes sind mit einbezogen. Diejenigen Umstände, die entweder direkt oder indirekt für die Mobilisationsbehandlung von Interesse sind, wurden angeführt, der Rest ausgelassen. Die Beweglichkeit wird bei anatomischer Mittelstellung und medial gewandten Handflächen, sowie rechtwinkelig flektierten Fussgelenken als Ausgangspunkt = 0° beschrieben. Wird die Beweglichkeit des Kniegelenkes z. B. mit 10° — 30° angegeben, so bedeutet dies, dass das Kniegelenk bei der grösstmöglichen Extension immerhin noch 10° flektiert ist und andererseits, von völlig extendierter Stellung aus gerechnet, höchstens 30° flektieren kann. Die Beweglichkeit ist also in diesem Falle gleich 20° .

Nr. 1.

Frau. 27 Jahre. — War 4 mal am Krankenhaus wegen anhaltender Schmerzen, Geschwulst und Ansammlung im rechten Kniegelenk nach

einem leichten Trauma. Es wurde mehrmals Kniegelenkspunktion mit Ausspülung des Kniegelenkes mit Karbolwasser vorgenommen; vorübergehende Besserung. Röntgen: leichte Arthritis deform. 1924 *Arthrotomie*. Diagnose: beginnende fibröse Ankylose und Synovitis chron. polyposa. 1925 abermals Hospitalsaufenthalt wegen Schmerzen, Anschwellung und Geschwulst. Beweglichkeit 15°—35°. Hochgradig neurasthenisch. Hat immer Schmerzen und gebraucht grosse Mengen von Anaesthetica. *Arthrotomie*, bei der ausgesprochene chronische Synovitis zu sehen ist. Viel Schmerzen nach der Operation. Muss ständig Morphinum und Anaesthetica bekommen. Da man die Patientin wegen der Schmerzen nicht zu Bewegungen veranlassen kann, trotzdem die Wunde per primam geheilt ist, wird am 16. Tag nach der Operation der soeben hergestellte *Mobilisationsapparat* in Gebrauch genommen. Bewegt schon am nächsten Tag 10°—55° ohne die geringsten Schmerzen. Schläft wenige Tage nachher ohne Schlafmittel. Keine Temperaturerhöhung, während sie früher bei Versuchen mit manueller Mobilisation Temperaturerhöhung hatte. »Pt. früher sehr nervös und sehr leicht erregbar, ist jetzt bedeutend ruhiger und erfordert nur sehr wenig Wartung«. 11 Tage später wird *passiv* 0°—90° bewegt und nach 14 Tagen *aktiv* 10°—90°. Nach 25 Tagen wird *passiv* 0°—120° bewegt; der Mobilisator wird entfernt. 1 Jahr nach der Entlassung volle Beweglichkeit und vollkommen arbeitsfähig.

Nr. 2.

Mann. 55 Jahre. — Vor 6 Jahren Fractura colli humeri et luxatio humeri. Wurde 1½ Jahre lang von einer Quacksalberin mit Schröpfen behandelt, bevor die Art der Krankheit erkannt wurde. Kann den Arm gar nicht gebrauchen. Flexion 30°, Abduktion 45°, Stellung schlecht, Kraft gering.

Resectio humeri. Caput stark deform. Grosse Osteomen in der Gelenkscapsel. Neugebildete Gelenkfläche an der Vorderseite der Skapula. 14 Tage nach der Operation ist die Wunde pr. prim. geheilt und der *Mobilisationsapparat* wird in Anwendung gebracht. Nach 34 tägiger, vollkommen schmerzloser Mobilisation kann im Apparat 180° flektiert und 180° abduziert werden, weshalb die Mobilisation eingestellt wird. Kann bei der Entlassung *aktiv* 120° abduzieren und 90° flektieren. Keine Temperaturerhöhung. Der Patient ist sehr dankbar und froh über das Resultat und gebraucht jetzt den Arm frei beim Essen, Ankleiden u. s. w.

Nr. 3.

Frau. 38 Jahre. — Diagnose: Adhaesiones abdominalis. Gastroenterostomia seq. Parotitis duplex. Pyarthron genus dext. Colinephritis. Debilitas.

Wie man sieht, eine stark hergenommene und schwerleidende Patientin, die wegen ernster, dyspeptischer Leiden aufgenommen wurde. Occlusio gastroenterostomia mit Loslösung zahlreicher Adhaerenzen. 4 Tage nachher doppelseitige Parotitis supp. Inzisionen. 19 Tage später metastatische Infektion des rechten Kniegelenkes, deshalb *Arthrotomie* mit Inzision an beiden Seiten des Kniegelenkes und Drainage. Wird noch vor Aufhören der Narkose im *Mobilisationsapparat* angebracht. Trotz eindringlicher Aufforderung und vielen Versuchen kann die Patientin nicht aktiv bewegen, während sie im Mobilisator ohne nennenswerte Schmerzen

0°—90° bewegt. Beim täglichen Verbandwechsel wird man nicht im geringsten durch den Mobilisator behindert. Beim Verbandwechsel sieht man während der Mobilisation den Eiter aus dem Gelenk hervorquellen. Verdeckt man während der Mobilisation die Augen der Patientin, so kann sie nicht entscheiden, ob sich das Gelenk in der einen oder in der anderen Richtung bewegt. Nach 60 Tagen sind die Arthrotomiewunden beinahe ganz geheilt und die Patientin hat fast die ganze Zeit hindurch ohne besondere Schmerzen täglich 2 mal 0°—100° bewegt. Die Temperatur ist während der Mobilisation gleichmässig gefallen (nicht über 38,5°).

Wegen neuerlicher Colinephritis wird weitere Mobilisation unterlassen. Die Patientin wird immer schwächer und wird schliesslich entlassen, weil sie wünscht, nach Hause zu kommen.

Beachtenswert ist, dass die Patientin, obwohl im höchsten Grad hergenommen und der Schmerzen wegen nicht fähig, aktiv zu mobilisieren, trotzdem eine zweimonatige Mobilisation durchmachen konnte.

Nr. 4.

Mann. 15 Jahre. — Diagnose: Coxa vara traumatica. Epiphyseolysis seq. Keine Schmerzen, aber schlechte Stellung, starke Einschränkung der Beweglichkeit und Hinken.

Arthroplastik ad modum Murphy. Nach 8 tägiger Extension wird der Mobilisator angelegt. Die Extension wird tagsüber während der Mobilisation entfernt, bei Nacht aber wieder angehängt. Mobilisiert in 30° Abduktion. Selbstspannungsübungen. Aktive Übungen. Nach 26 tägiger Mobilisation kann der Patient 90° flektieren und 20° abduzieren bevor das Becken mitfolgt. Bei der Entlassung ist der Gang schön. Flexion 0°—90°, Extension 0°—35°, Abduktion 30°, Adduktion 0°—15°, Aussenrotation 0°—6°, Innenrotation 0°—15°. Kein Hinken. Während der Mobilisation waren keine Schmerzen vorhanden.

Nr. 5.

Mann. 54 Jahre. — Dieser Patient ist besonders interessant, weil sich kaum viele darauf einlassen würden, Arthroplastik an einem 54 jährigen Manne vorzunehmen, der wegen Polyarthrititis deformans in allen Gelenken der Unterextremitäten so gut wie vollkommen steif ist und der 20 Jahre hindurch an dieser Polyarthrititis gelitten hat.

Es ist ausgesprochene ossifizierende Arthritis deform. beider Hüftgelenke vorhanden und die Columna ist vollkommen steif: Spondylitis ankylo-poëtica. Die Hüftgelenke sind leicht flektiert, etwas abduziert und stark nach aussen rotiert in *beinahe totaler Ankylose*. Der Patient kann sich nicht selbst aus der liegenden Stellung erheben, wenn er nicht zuerst auf die Seite gelegt wird. Er ist sehr dick. Starke Anschwellung, Empfindlichkeit und Knirschen in beiden Kniegelenken. Das rechte Kniegelenk kann 30°—80° bewegt werden, das linke 45°—80°. Beide Fussgelenke liegen in der Mittelstellung und können nur 10° nach beiden Richtungen bewegt werden. Während der letzten 6 Jahre hat der Patient weder *gehen* noch *sitzen* können. Führt in handbetriebenem Rollstuhl in *beinahe aufrechtstehender* Stellung.

Die Krankengeschichte ist sehr lang, denn der Patient war beinahe 2 Jahre am Krankenhaus, teils wegen langwieriger, physiurgischer Nach-

behandlung seiner Polyarthrititis, zum Teil auch, weil er ganz allein in einem Zimmer im 4. Stockwerk wohnt. Hier sollen wegen Platzmangels nur die Fakta angeführt werden, die von besonderem Interesse für die Mobilisationsbehandlung sind.

Arthroplastik a. m. Murphy am rechten Hüftgelenk mit Interposition eines gestielten Fett-Faszlelappens. Es tritt Infektion und Nekrose des Lappens mit hoher Temperatur und reichlicher Sekretion ein. Da der Patient nicht aktiv bewegen kann und jetzt nur geringe Aussicht auf ein bewegliches Hüftgelenk ist, wird er 18 Tage nach der Operation im Mobilisationsapparat angebracht. Der Apparat hindert nicht die tägliche Wundbehandlung. Der Patient bewegt gut, beinahe ohne Schmerzen. Erst nachdem der Apparat 3 Monate angebracht war, ohne verändert zu werden, wird der Mobilisator entfernt und nicht das geringste Zeichen von Druck (Decubitus) ist zu sehen. Die Stellung ist gut und er kann 0° — 70° bewegen, ohne dass das Becken mitbewegt. Nachdem er aufrecht sitzt, nimmt die Beweglichkeit etwas ab, wird aber in wenigen Tagen leicht wieder durch Mobilisation eingeholt. Die Wunde ist zugeheilt.

Auf die eindringliche Bitte des Patienten hin willigt man ein, 10 Monate nach der ersten Operation eine *Arthroplastik am linken Hüftgelenk* zu versuchen. Die Operation verläuft nicht *lege artis*, denn es entsteht eine Fraktur des Collum, der Collumstummel wird abgeschliffen und man formt eine Art Gelenkschale im proximalen Knochen. Es wurde keine Tenotomie vorgenommen, was sicher von Vorteil gewesen wäre, da gleich nach der Operation, noch bevor der Patient aus der Narkose erwachte, 15° fehlten, um ganz extendieren zu können und er nur 15° abduzieren konnte. Nach 3 monatiger, beinahe schmerzloser Mobilisation wird folgende Beweglichkeit gemessen: Flexion 0° — 30° , Extension 0° , Adduktion 0° — 5° , Abduktion 0° — 25° , im Kniegelenk 10° — 90° .

Nachdem er aufsitzen kann, nimmt die Beweglichkeit wieder etwas ab und es muss ein vorsichtiges Brisement der linken Hüfte vorgenommen werden.

$\frac{1}{2}$ Jahr nach der Entlassung: Niemals Schmerzen in den Hüftgelenken. Folgende *aktive* Beweglichkeit wird gemessen: *Rechtes Hüftgelenk*: Flexion 0° — 50° , Abduktion 0° — 30° , Adduktion 0° , Innenrotation 0° , Außenrotation 0° — 15° .

Kann $\frac{1}{2}$ Stunde lang gehen, geht aber nicht viel aus, weil er im 4. Stockwerk wohnt. Geht mit zwei Stöcken. Ist immer noch sehr dick. Ist sehr froh über das Resultat, besonders weil er jetzt bequem sitzen und sich selbst vom Stuhl erheben kann.

Nr. 6.

Mann. 31 Jahre. — Vor 3 Monaten in England wegen einer gonorrhoeischen Arthritis am linken Fussgelenk mit Immobilisation (Gipsverband) behandelt worden. Konnte seither wegen Schmerzen und Geschwulst am Fussgelenk, sowie beinahe gänzlich unterbundener Beweglichkeit nicht gehen. Wünscht den Fuss amputieren zu lassen.

Mobilisiert knapp zwei Monate ohne Schmerzen im Mobilisationsapparat. Bewegt danach aktiv 25° , passiv 45° . Ein Teil der Beweglichkeit geht aber in den kleinen Gelenken des Fusses vor sich. Kann jetzt auch

ein wenig supinieren und pronieren. Geht bei der Entlassung ganz nett ohne Stock, Abwicklung des Fusses gut. Der Patient, der Matrose ist, glaubt seine Arbeit wieder aufnehmen zu können und ist froh, dass man in eine Amputation nicht einwilligen wollte.

Nr. 7.

Knabe. 8 Jahre. — Vor 4 Monaten Arthrotomie mit Resektion des medialen Meniskus. Keine Komplikationen, bei der Aufnahme hier findet man aber eine Kniegelenkskontraktur in 80° Flexion, so dass das Knie sich nur einige Grade bewegen lässt.

Nach 2 Monaten schmerzloser Mobilisation wird 10°—90° bewegt und der Patient wird entlassen. Zwei Jahre darauf teilt der Vater mit, dass sich wieder eine Kontraktur entwickelt hat.

Nr. 8.

Knabe. 11 Jahre. — Pyarthron genus sin. Osteomyelitis femor.

Sofort nach der Aufnahme *Arthrotomie a. m. Willems*. Da der Knabe nach Verlauf von 3 Tagen der Schmerzen wegen nicht aktiv bewegen kann, wird der Mobilisationsapparat angelegt. Er bewegt jetzt gut, ohne Schmerzen und nach 7 Wochen wird der Apparat entfernt. Die Beweglichkeit ist nun 0°—90°. Nach 1 Jahr neuerliche Untersuchung: Beweglichkeit 0°—130°. Die Wunden sind geheilt, die Kraft gut. Läuft geradeso gut wie seine gleichaltrigen Kameraden.

Nr. 9.

Frau. 18 Jahre. — Arthritis gon. genus sin.

Starke Anschwellung des linken Kniegelenkes, Nachschlagen der Patella, bei blosser Berührung sehr starke Schmerzen. Haut heiss. Temperatur 39,1°.

Die Patientin ist 3 Wochen an der medizinischen Abteilung gelegen, da aber der geringste Versuch zu bewegen starke Schmerzen verursacht, wird sie hierher gebracht, um in den Mobilisationsapparat zu kommen. Das Kniegelenk wird in 10° Flexion fixiert. Kann gleich nach der Anbringung im Mobilisationsapparat ohne Schmerzen bedeutend bewegen und nach ein paar Tagen schon 0°—90°. Die Temperatur fällt gleichmässig und ist nach 22 Tagen normal. Bewegt nach 42 tägiger Behandlung 0°—120° und wird 14 Tage später bei voller und schmerzloser Beweglichkeit entlassen.

Nr. 10.

Mann. 24 Jahre. — Luxatio menisci med. genus. Arthrotomie mit Resektion des medialen Meniskus. Wird sofort im Mobilisationsapparat angebracht. Mobilisiert täglich eine höhere Anzahl Grade ohne Spur von Schmerzen. Leichte Temperaturerhöhung in den ersten Tagen, später normal. Die Wunde heilt ohne Reaktion. Bewegt nach 20 tägiger Mobilisation 0°—120°. Bei der Entlassung nach 40 Tagen gleiche Beweglichkeit in beiden Kniegelenken.

Nr. 11.

Ist von keinem besonderen Interesse, da es sich nur um eine Vaselineinjektion im Hüftgelenk an einem 68 jährigen Manne mit trockener Arthritis deform. coxae handelt. Volle Beweglichkeit.

Nr. 12.

Mann. 24 Jahre. — Luxatio menisci med. genus. Arthrotomie mit Resektion des medialen Meniskus. Täglich gesteigerte Mobilisation. Leicht erhöhte Temperatur in den ersten 3 Tagen, später normal. Keine Schmerzen. Die Wunde heilt pr. prim. Nach 14 Tagen wird 0°—120° mobilisiert. Nach 23 Tagen mit voller und schmerzloser Beweglichkeit entlassen.

Nr. 13.

Mann. 37 Jahre. — Polyarthrit. chron. deform. et adhaesiva. Spondylitis ankylo-poëtica. Mus artic. coxae sin. Unentschiedene Unfallversicherungsangelegenheit. Der Patient ist Eisenbahnbediensteter und meint selbst, dass sein Leiden sich durch das Auf- und Abspringen beim Rangieren der Züge entwickelt hat. Wurde mehrmals medizinisch mit vorübergehender Besserung behandelt.

In letzterer Zeit starke Schmerzen und Fixation der linken Hüfte, die sich aber doch mit Vorsicht 20°—45° bewegen lässt. Dementsprechend kann der Patient nur in vorgebeugter Stellung stehen und gehen. Totale Steifheit des ganzen untersten Teiles der Columna. Es wird Arthroplastik a. m. Murphy mit Entfernung einer Maus vorgenommen. Wird im Mobilisator angebracht. In den ersten Tagen leichte Temperaturerhöhung. Vermehrt täglich ein wenig die Beweglichkeit, behauptet jedoch Schmerzen zu haben. Die Wunde heilt pr. prim. Kann 14 Tage nach der Operation 0°—25° mobilisieren, 28 Tage später 0°—45°, mit der aktiven Beweglichkeit steht es aber nicht so gut. Es sieht aus, als ob der Patient die Fähigkeit verloren habe, seine Muskeln zu innervieren. Man lässt ihn deshalb Gehübungen machen, dadurch wird aber die Beweglichkeit stark herabgesetzt und man bringt ihn wieder im Mobilisator an. Nach einem vorsichtigen Brisement in der Narkose bewegt er 0°—80°. Er klagt aber immer noch über Schmerzen, kann nicht aktiv bewegen und »beim Versuch, das Bein manuell zu bewegen, haut der Patient ganz wahnsinnig aus und widersteht den Bewegungen nach allen Richtungen. Er bekommt Opisthotonus und Zähneknirschen, noch bevor man zu bewegen anfängt« (Bemerkungen des Assistenzarztes in der Krankengeschichte). Mit Hilfe des Mobilisators kann er aber am selben Tag 0°—90° bewegen. Wird nach 239 Tagen mit folgender Beweglichkeit entlassen: Flexion 0°—45°, Extension 0°, Abduktion 20°—50°, Adduktion 0°, Rotation 5° nach beiden Seiten. Stellung etwas abduziert, aber sonst gut. Geht etwas steif.

Später wurde mitgeteilt, dass die Versicherungsangelegenheit des Patienten auf zufriedenstellende Weise geregelt wurde und jetzt geht er ausgezeichnet.

Nr. 14.

Mann. 28 Jahre. — Mus artic. genus et luxatio menisci lat. Arthrotomie mit Entfernung der Maus und Resektion des lat. Meniscus. Mobi-

listert täglich mehr und mehr. Die ersten 9 Tage leichte Temperaturerhöhung (nicht über 38°). Die Wunde heilt pr. prim. Keine Schmerzen, ausser in den ersten zwei Tagen. Nach 23 Tagen wird 0°—100° bewegt. Nach 39 Tagen entlassen.

Nr. 15.

Frau. 51 Jahre. — Im letzten Halbjahr hat sich eine Arthritis mit Kontraktur des linken Kniegelenkes entwickelt. Schmerzen und Anschwellung des linken Knies, Temperatur bis 38°. Beweglichkeit nur 15°—30°. Man nimmt Punktion und Ausspülung des Gelenkes mit 3 % Karbolwasser vor, worauf der Mobilisator angelegt wird. Ohne Spur von Schmerzen wird die Beweglichkeit im Laufe von 18 Tagen auf 5°—110° gebracht und nachdem sie weitere 18 Tage lang Gehübungen gemacht hat, wird die Patientin entlassen.

Nr. 16.

Mann. 34 Jahre. — Luxatio menisci med. genus. Arthrotomie mit Resektion des medialen Meniskus. Mobilisiert täglich mehr und mehr, der Patient ist aber sehr wehleidig und unzufrieden. Temperatur in den ersten 6 Tagen etwas erhöht, später normal. Die Wunde heilt pr. prim. Bewegt nach 18 Tagen 0°—90°. Geht vorzüglich ohne Stock. Wird nach 42 Tagen entlassen.

Nr. 17.

Frau. 22 Jahre. — Epiphyseolysis caput fem. seq. Coxa vara. Hysteria traumatica. Hat sich ein Jahr vor der Aufnahme an einem Schrank überhoben und konnte nicht auf die rechte Hüfte aufstützen. Ist ungefähr 4 Monate zu Bett gelegen, es sind aber immer noch Schmerzen in der rechten Hüfte und starkes Hinken vorhanden. Kann nicht arbeiten. Leichte Einschränkung der Beweglichkeit. Arthroplastik an der rechten Hüfte. Sofort nach der Operation in den Mobilisator gebracht, mit Extension in 30° abduzierter Stellung. Leichtes Fieber in den ersten 6 Tagen (nicht über 38°), danach normale Temperatur. 14 Tage nach der Operation wird 0°—70° bewegt. 43 Tage nach der Operation kann sowohl passiv wie aktiv 0°—90° im Hüftgelenk bewegt werden, weshalb der Mobilisator entfernt wird und die Patientin an Krücken zu gehen beginnt. Die Mobilisation war ganz schmerzlos und die Wunde ist pr. prim. geheilt, abgesehen von einem kleinen Haematom in der oberen Wunddecke.

Die Patientin ist sehr dick und nachdem sie aufgestanden ist, klagt sie sehr über Schmerzen im Hüftgelenk, während sich gleichzeitig das Bein in immer stärkere Aussenrotation stellt. Die Patientin zeigt gewisse hysterische Stigmata und hat ausserdem eine Unfallversicherungsangelegenheit im laufenden. Nachdem diese zu ihrer Zufriedenheit geregelt ist (sie erhielt 4000 Kr.), kommt sie wieder in Behandlung und nachdem man die Aussenrotation durch eine einwärtsrotierende Distraktionsbandage 3 Monate hindurch korrigiert hat, ist der Gang beinahe ganz natürlich und die Schmerzen haben aufgehört. Später müssen noch einige störende Metallnähte entfernt werden, mit denen man bei der Operation den Trochanten an Ort und Stelle fixierte. Die Stellung ist gut und die Beweglichkeit nur in Bezug auf Flexion und Innenrotation etwas eingeschränkt.

Nr. 18.

Frau. 21 Jahre. — Luxatio menisci med. genus. Mus artic. Arthrotomie mit Entfernung des medialen Meniskus. 3 Tage nach der Operation Mobilisator, Temperatur 38,8°. Trotz täglich verstärkter Mobilisation fällt die Temperatur gleichmässig und ist 10 Tage nach der Operation normal. Die Mobilisation ist schmerzlos. Die Wunde heilt pr. prim. Nach 14 tägiger Mobilisation wird 0°—100° bewegt, weshalb der Mobilisator entfernt wird. 6 Wochen nach der Operation wird die Patientin mit vollkommen normaler Beweglichkeit und natürlichem Gang entlassen.

Nr. 19.

Mann. 38 Jahre. — Arthritis genus acuta (gon.?). Vor 8 Tagen plötzlich Schmerzen, Anschwellung und Empfindlichkeit im rechten Kniegelenk, sowie Fieber 38,4°. Das Gelenk kann nur 5°—30° unter starken Schmerzen bewegt werden. Im Prostatasekret werden einmalig gram-negative intracelluläre, bohnenförmige Diplokokken nachgewiesen. Wird im Mobilisator angebracht und mobilisiert schon am ersten Tag 0°—70°. Durch Punktion des Kniegelenkes wird 100 ccm dünne, purulente Flüssigkeit (keine Bakterien) entleert. Nach 11 tägiger Mobilisation wird 0°—100° bewegt. Die Temperatur ist gleichmässig gefallen und die Schmerzen haben aufgehört. Geht bei der Entlassung beinahe natürlich, ohne Schmerzen; die Beweglichkeit ist 0°—130°.

Nr. 20.

Mann. 49 Jahre. — Leidet an den Folgen einer Fractura colli fem., die er sich vor 4 Monaten zugezogen hat. Kann der Schmerzen in der Hüfte wegen nicht auf dem Bein aufstehen. Beweglichkeit der linken Hüfte: Flexion 0°—45°, Extension 0°, Abduktion 0°—20°, Adduktion 0°—5°, Rotation 0°. Sehr geringe Kraft. Wird im Mobilisator angebracht; die Mobilisation wirkt vorzüglich und nach Verlauf von 15 Tagen ist die Beweglichkeit der linken Hüfte: Flexion 0°—30°, Extension 0°—10°, Abduktion 0°—45°, Aussenrotation 45°—90°, Innenrotation 0°. Kann bei der Entlassung ohne Stock gehen (nach 52 Tagen), hinkt aber etwas. Keine Schmerzen. Flexion 0°—135°.

Nr. 21.

Mann. 35 Jahre. — Luxatio menisci med. genus. Arthrotomie mit Entfernung des medialen Meniskus. Wird im Mobilisator angebracht und mobilisiert täglich ansteigend ohne Schmerzen. Temperatur die ersten 13 Tage wegen Erkältung erhöht. Die Wunde heilt pr. prim. Bewegt nach 21 Tagen 0°—90°. Geht bei der Entlassung ausgezeichnet. Beweglichkeit 0°—135°.

Nr. 22.

Frau. 47 Jahre. — Hat sich vor 3 Monaten eine Fractura condyl. lat. humeri cum luxatione lat. antebrachii zugezogen. Beweglichkeit 90°—100° (also nur 10° Beweglichkeit). Starke Atrophie. Arthrotomie c. repositione luxationis et osteosynthese humeri. Capitulum radii ist ganz freigelegt. Nachdem die fibrösen Adhaerenzen zwischen der lat. Partie der Trochlea und der Gelenksfläche der Ulna losgelöst sind, wird die Ulna an Ort

und Stelle gebracht. Danach werden die Kallusmassen zwischen den Condylis entfernt und die Flächen so abgeschliffen, dass sie zusammenpassen, worauf der Condylus mittels Silberdraht am Humerus fixiert wird. Die Wunde wird geschlossen. Gleich nach der Operation kann der Ellbogen ohne Anstrengung 20° — 120° bewegt werden. Wird noch während der Narkose im Mobilisator angebracht. Die ersten 3 Tage nach der Operation etwas erhöhte Temperatur, später normal. Die Wunde heilt pr. prim. Nach 21 Tagen kann die Patientin 35° — 90° bewegen und der Mobilisator wird entfernt, weil die Patientin gerne aufstehen möchte. Keine nennenswerten Schmerzen. Bei der Entlassung kann 30° — 110° bewegt werden; das Röntgenbild zeigt, dass eine grössere Beweglichkeit wegen der ossösen Verhältnisse nicht erlangt werden kann. Pro- und Supination frei.

Nr. 23.

Mann. 60 Jahre. — Hat sich kurz vor der Aufnahme eine Fractura capiti radii c. luxatione et fractura olecrani zugezogen. 12 Tage später Arthrotomie mit Entfernung des Stumpfes des capitulum radii, Naht der Olekranonfraktur und der Tricepssehne. Gleich in den Mobilisationsapparat. Temperatur die ersten zwei Tage 38° , später normal. Täglich gesteigertes Mobilisieren ohne Schmerzen. Die Wunde heilt pr. prim. 20 Tage nach der Operation wird 10° — 75° flektiert, 0° — 30° supiniert und 0° — 30° proniert. Bei der Entlassung kann 5° — 120° flektiert werden, Pro- und Supination sind nur wenig beeinträchtigt.

Nr. 24.

Mann. 24 Jahre. — Osteochondritis dissecans genus. Mus artic. Arthrotomie an der Lateralseite des rechten Knies. Gleich nach der Operation Mobilisator. Temperatur 38° die ersten 4 Tage, später normal. Mobilisiert ohne Schmerzen täglich ansteigend. Die Wunde heilt pr. prim. Nach 19 tägiger Mobilisation wird 0° — 125° bewegt. Geht bei der Entlassung vollkommen natürlich.

Nr. 25.

Mann. 29 Jahre. — Luxatio menisci med. genus. Arthrotomie mit Entfernung des medialen Meniskus. Mobilisator. Mobilisiert täglich mehr. Temperatur am ersten Abend $37,8^{\circ}$, später normal. Die Wunde heilt pr. prim., abgesehen von einem kleinen subkutanen Haematom unter dem unteren Wundrand. Bewegt nach 21 tägiger, schmerzloser Mobilisation 0° — 100° . Bei der Entlassung hinkt er ein wenig und behauptet, etwas Schmerzen beim Gehen zu haben.

Nr. 26.

Mann. 17 Jahre. — In den letzten 3 Jahren periodisch arbeitsunfähig wegen Schmerzen im linken Knie. Da bei einer gewöhnlichen Untersuchung nichts anderes abnormes als die Schmerzen konstatiert werden kann, wird Arthrotomia explorativa mit querverlaufender Inzision vorgenommen, nachdem das Gelenk durch einen 14 cm langen Medialschnitt geöffnet wurde. Es findet sich nichts abnormes. Drain in der Hautwunde.

Erst 6 Tage nach der Operation wird der Patient im Mobilisator angebracht. Mobilisiert immer stärker. Temperaturerhöhung in den ersten 6 Tagen nach der Operation (bis zu 39°), seitdem normal. Bewegt nach 22 Tagen 0°–70°. Ist nicht sehr energisch. Bewegt bei der Entlassung nur 0°–70°, aber 8 Monate später präsentiert er sich mit voller Beweglichkeit. Geht seiner Arbeit nach, hat aber zeitweilig Schmerzen.

Nr. 27.

Mann. 21 Jahre. — Osteochondritis dissecans genus dext. Mures artic. Arthrotomie mit Entfernung von 2 Mäusen. Sofort Mobilisator. Mobilisiert gleichmässig ansteigend, ohne Schmerzen. Temperatur um 38° in den ersten 7 Tagen, seitdem normal. Die Wunde heilt pr. prim. Nach 17 tägiger Mobilisation wird 0°–95° bewegt und bei der Entlassung 0°–100°.

Nr. 28.

Mann. 15 Jahre. — Luxatio menisci med. genus. Luxatio patellae habitualis. Arthrotomie mit Entfernung des losen Meniskus. Vorderseitenplastik teils der fibrösen Kapsel, teils der Faszie, um die Patella zu fixieren. Sofort in den Mobilisator. Die 7 ersten Tage Temperatur um 38°, nachher normal. Die Wunde heilt pr. prim. Nach 41 tägiger Mobilisation ohne Schmerzen wird 0°–80° bewegt und bei der Entlassung 0°–110°.

Nr. 29.

Mann. 43 Jahre. — Mus artic. cubiti dext. Arthritis deform. Osteochondritis dissecans. Röntgen: Grosse Osteophyten an Radius und Humerus, Gelenksspaltenverengung und zwei Mäuse. Beweglichkeit: 10°–120°. Arthrotomie mit Entfernung der Mäuse und Osteophyten. Sofort Mobilisator. Temperatur die ersten 4 Tage um 38°, später normal. Mobilisiert schmerzlos und bewegt nach 7 Tagen wie vor der Operation 10°–120°.

Nr. 30.

Mann. 20 Jahre. — Ist vor ½ Jahr von einem Mast (65 Fuss) heruntergefallen und hat sich eine ganze Reihe von Verletzungen zugezogen. Hier soll nur erwähnt werden: Ankylose des rechten Kniegelenkes nach einer komplizierten Fractura femoris. Es hat sich eine krustige Wunde in fast der ganzen Länge des Femur gebildet, sowie nach oben zu eine Fistel. Das rechte Kniegelenk ist in voller Extension ankylosiert, kann aber ganz wenig gebeugt werden. Quadriceps ist adherent zur Frakturstelle. Die Fraktur ist fest. In der Äthernarkose wird zuerst Brisement forcé vorgenommen. Dadurch wird nur eine sehr geringe Flexion im Kniegelenk erzielt, bevor Diastase zwischen Patella und Quadriceps eintritt. Man forciert bis zu 1 cm Diastase. Dadurch erreicht man 10°–15° Flexion. Man legt nun eine 30 cm lange Inzision am medialen Rand des Vastus medialis von der Patella zum Trigonum Scarpae. Nachdem man durch die Faszie gekommen ist, sieht man, dass der Muskel an seinem ganzen distalen Teil gelblich degeneriert ist, erst gegen die Mitte zu ist er rot, obzwar atrophisch. Man löst nun den

Muskel vom Knochen los indem man sich teils auf stumpfe Weise, teils mit dem Messer weiterarbeitet, so hoch hinauf man sich wegen der Fistel wagt. Damit erreicht man allmählich 30° Flexion. Daraufhin nimmt man Querinzisionen an den straffsten Muskelpartien vor und erreicht damit nach und nach ca. 45° Flexion. Die Wunden werden geschlossen und zwischen Knochen und Muskel werden Drains eingelegt. Im Anschluss an die Operation kommt der Patient in den Mobilisationsapparat.

Die ersten 6 Tage nach der Operation beträgt die Temperatur bis zu 39°, nachher ist sie normal, trotz fortdauernder Mobilisation. Nach 21 tägiger Mobilisation wird ständig ohne Schmerzen 0°—45° bewegt und der Patient steht auf. Daraufhin verschwindet aber die Beweglichkeit rasch wieder und bei der Entlassung sind nur wenige Grade Beweglichkeit bei fast ganz extendierter Stellung übrig. Der Quadriceps scheint wieder an der Frakturstelle festgewachsen zu sein.

Ich nehme an, die Beweglichkeit hätte bewahrt werden können, wenn man nicht so frühzeitig mit der Mobilisation ausgesetzt hätte.

Nr. 31.

Mann. 24 Jahre. — Osteochondritis dissecans. Mus artic. genus. Arthrotomie mit Entfernung der Maus. Sofort darauf Mobilisator. Temperatur die ersten 4 Tage bis zu 38,4°, später normal. Mobilisiert täglich gesteigert, ohne Schmerzen. Die Wunde heilt pr. prim. Bewegt nach 21 tägiger Behandlung 0°—100°, bei der Entlassung 0°—130°. Geht natürlich.

Nr. 32.

Mann. 30 Jahre. — Luxatio menisci med. Arthrotomie mit Entfernung des medialen Meniskus. Sofort Mobilisator. Mobilisiert täglich ansteigend, ohne Schmerzen. Temperatur den ersten Abend 38,3°, später normal. Die Wunde heilt pr. prim. Bewegt nach 20 tägiger Mobilisation 0°—135°. Geht natürlich.

Nr. 33.

Frau. 38 Jahre. — Arthritis deform. coxae dext., die schon 6 Jahre gedauert hat. Beständig Schmerzen in der rechten Hüfte, hinkt und kann nur 5—10 Minuten auf einmal gehen. In der rechten Hüfte kann 20° flektiert und 15° abduziert werden, das Becken bewegt sich aber gleich mit. Rotation 0°. Ist sehr nervös. Arthroplastik a. m. Murphy an der rechten Hüfte. Caput ist stark pilzförmig mit reichlicher Osteophytbildung und unregelmässigen Destruktionen des Gelenksknorpels. Schliesslich Tenotomie der Adduktoren. Gleich nach der Operation in den Mobilisationsapparat in 30° abduzierter Stellung. Des Nachts Extension (6 kg). Mobilisiert täglich ansteigend, klagt aber ziemlich über Schmerzen in den Lenden. Temperatur die ersten 2 Tage bis zu 38,4°, seither normal. Die Wunde heilt pr. prim. Nach 58 tägiger Mobilisation folgende Beweglichkeit: Flexion 0°—45° (passiv 0°—70°), Abduktion 0°—45°, Aussenrotation 0°—30°, Innenrotation 0°—20°. Nach dem Aufstehen nimmt die Beweglichkeit etwas ab, wird aber wiedergewonnen und bei der Entlassung 14 Tage später geht sie ohne Schmerzen, ohne Hinken und kann vollkommen natürlich im Stuhl sitzen, da sie 90° flektiert, wovon die 70° im Hüftgelenk selbst vor sich gehen. Ist sehr froh über das gute Resultat.

Nr. 34.

Knabe, 11 Jahre. — Unmittelbar vor der Aufnahme: Fractura patellae sin. Gleich nach der Aufnahme Arthrotomie. Lig. pat. inf. ist zerissen. Ausserdem findet sich eine Querfraktur der Patella mit 1 cm Diastase und ein Riss des accessorischen Streckapparats stark seitwärts, 12—15 cm im ganzen. Cerclage und Naht. Wird sofort im Mobilisationsapparat angebracht. Temperatur in den ersten 4 Tagen bis zu 38,8°, die nächsten 6 Tage nicht über 38°, seitdem normal. Die Wunde heilt pr. prim. Nach 30 tägiger, täglich gesteigerter, schmerzloser Mobilisation wird 0°—100° bewegt. Bei der Entlassung wird 0°—125° bewegt; Gang und Lauf des Patienten sind natürlich.

Nr. 35.

Frau, 50 Jahre. — Arthritis deform. coxae utriusque. Cystitis. Imbecillitas. Ihr Leiden hat sich im Laufe der letzten 6 Jahre mit Schmerzen und zunehmender Einschränkung der Beweglichkeit entwickelt, so dass sie jetzt nicht mehr allein stehen oder gehen kann, sondern nur mit Hilfe von zwei Personen, die sie stützen. Hat sich längere Zeit hindurch an den Gebrauch von Morphinum gewöhnt. Beide Hüftgelenke sind in 35° Flexion fixiert, das linke Hüftgelenk ausserdem noch in 20° Adduktion. Das rechte Hüftgelenk kann ganz wenig bewegt werden, das linke gar nicht. Starke Muskelatrophie.

Zuerst wird in der Äthernarkose *Brisement forcé* an beiden Hüftgelenken versucht. Damit wird volle Beweglichkeit erzielt und die Patientin wird nun mit Heftpflasterdistraktion in abduzierter Stellung sowie täglichen, manuellen, passiven Bewegungen behandelt. Nach 6 wöchiger Behandlung, während welcher man unter anderem wegen unfreiwilligem Harnabgang einen Pezzar-Katheter in der Blase einführen musste, ist die aktive Beweglichkeit 0 und beide Unterextremitäten liegen in 35° Abduktion, 20° Flexion und in starker Aussenrotation (60°). Passiv kann, bei kräftigem Widerstand und Geschrei, im rechten Hüftgelenk bis ungefähr 60° flektiert werden, im linken Hüftgelenk bis ungefähr 45°. Im rechten Kniegelenk 10°—60°, im linken Kniegelenk 30°—80°.

Nun wird die Anbringung des Mobilisators an beiden Unterextremitäten versucht und nach 41 tägiger Mobilisation liegen beide Beine in schöner Stellung, indem Flexions- und Aussenrotationskontraktur verschwunden sind. Im linken Hüftgelenk wird bewegt: Flexion 0°—45° (passiv 0°—70°), Abduktion 0°—15° (passiv 0°—25°). Im rechten Hüftgelenk: Flexion 0°—40° (passiv 0°—70°), Abduktion 0°—30°. Im linken Kniegelenk: 15°—100°, im rechten Kniegelenk: 5°—110°. Die Beweglichkeit der Fussgelenke ist frei.

Kann bei der Entlassung immerhin nur mit menschlicher Unterstützung gehen. »Die Patientin war während des ganzen Aufenthaltes am Krankenhaus überaus abgestumpft und energielos«, was wohl der Imbecillität der Patientin zugeschrieben werden muss.

Nr. 36.

Mann, 20 Jahre. — Luxatio menisci med. genus. Arthrotomie. Mobilisator. Temperatur die ersten 4 Tage nach der Operation bis zu 38°, seitdem normal. Mobilisiert gleichmässig ansteigend ohne Schmerzen. Die

Wunde heilt pr. prim. Nach 14 tägiger Mobilisation wird 0°—130° bewegt. Geht bei der Entlassung vollkommen natürlich.

Nr. 37.

Mann, 18 Jahre. — Osteochondritis dissecans genus utriusque symmetrica. Hat seit 9 Jahren daran gelitten. Arthrotomie an der Medialseite der beiden Kniegelenke mit Entfernung der kranken Teile. 4 Tage nach der Operation Mobilisator. Temperatur die ersten 8 Tage leicht erhöht (nur einen Tag 38,7°), danach normal. Mobilisiert beide Kniegelenke gleichmässig ansteigend. Im rechten Kniegelenk gar keine Schmerzen, im linken *nächtliche* Schmerzen. Die Wunde am linken Knie heilt pr. prim., am rechten Knie etwas Suppuration in ein paar Stichkanälen. Nach 17 tägiger Mobilisation wird das rechte Knie 0°—105° bewegt und der Mobilisator von diesem Gelenk entfernt. Nach 21 tägiger Mobilisation wird 0°—110° im linken Knie bewegt und der Mobilisator wird entfernt. Bei der Entlassung beinahe volle Beweglichkeit in beiden Kniegelenken. Der Gang ist natürlich und schmerzlos.

38.

Mann, 26 Jahre. — Myositis ossificans fem. sin. Nach einem Trauma vor 1 Monat an der Vorderseite des linken Femur hat sich eine zunehmende Geschwulst und Empfindlichkeit an der verletzten Stelle entwickelt. Das Röntgenbild zeigt eine Myositis ossificans des linken Quadriceps. Man sieht zwei grosse, marmorierte Schatten, der eine 13 × 2 cm, der andere 14 × 5 cm gross. Man fühlt eine beinharte, nicht verschiebbare Intumescenz im Quadriceps. Der Patient kann gehen, aber nicht radfahren, weil er nicht genügend flektieren kann. *Schnitt über den Tumor.* Man geht durch den Vastus lat., dem nichts fehlt, aber im Vastus intermedius trifft man auf grosse Knochenmassen, die entfernt werden. (In diesen Massen findet man später Reste eines Haematoms). Ausserdem entfernt man einen tieferen, dicht am Femur gelegenen Knochensporn. Schliesslich werden die Reste des Vastus intermedius durch Knopfnähte zusammengezogen, ebenso der gespaltene Vastus lat. Die Extremität wird in einer Gouttière angebracht. Die Wunde heilt pr. prim. In der ersten Zeit sind Schmerzen zu verzeichnen. 15 Tage nach der Operation wird die Gouttière entfernt und es werden »energische Übungen« vorgeschrieben. Nach 9 Tagen Übung ist die Beweglichkeit jedoch nur 0°—25°, weshalb 24 Tage nach der Operation der Mobilisator angelegt wird. Nach 3 tägiger Mobilisation hat der Patient die Beweglichkeit um mehr als das doppelte auf 0°—70° gebracht, ohne dass Schmerzen vorhanden gewesen wären und 6 Tage nach Beginn der Mobilisation bewegt er aktiv 0°—90°. Keine Schmerzen. Gang natürlich. Wird entlassen.

Einige Zeit darauf fällt der Patient eine Wendeltreppe hinunter und zieht sich eine Fractura patellae am selben Bein zu. Cerclage, der Patient wird aber diesmal nicht im Mobilisator angebracht. Die Wunde heilt pr. prim., bei der Entlassung ist die Beweglichkeit aber nur mehr 5°—15°.

Nr. 39.

Mann. 26 Jahre. — Hat sich vor 9 Monaten durch einen Fall mit dem Motorrad eine komplizierte *Fractura cruris et oss. nav. pedis sin.* zugezogen. Wurde aus zwei Krankenhäusern entlassen »wegen Meinungsverschiedenheiten mit den Ärzten«. Hat eine Versicherungsangelegenheit im laufenden. Leidet an ausgesprochener traumatischer Neurose. Die Fraktur ist nicht fest. Der Fuss ist 110° Spitzfuss und kann nur um weitere 10° plantarflektiert werden. Man misst 4 cm Verkürzung und 7 cm Atrophie des Femur. Es wird eine Gipschülle um Crus gelegt, worauf in der Äthernarkose *Brisement forcé* am Fussgelenk vorgenommen wird. Dadurch erhält man 15° Dorsalflexion und normale Plantarflexion (von rechtwinkliger Stellung aus gerechnet) und nun wird der Mobilisator angelegt. Nach 44 tägiger, beinahe schmerzloser Mobilisation kann 20° dorsalflektiert und 25° plantarflektiert werden und die Fraktur ist gleichzeitig fest geheilt. Geht danach mit um 4 cm erhöhter Sohle. Der Gang ist gut, die Abwicklung des Fusses frei. Der Patient ist mit dem Resultat sehr zufrieden.

Nr. 40.

Frau. 40 Jahre. — Hat sich vor 4 Monaten eine *Fractura mall. med. sin.* sowie eine traumatische Arthritis des Fussgelenkes zugezogen. Weshalb die Patientin eigentlich im Mobilisationsapparat behandelt wird, ist nicht ganz klar, da nur die Dorsalflexion etwas behindert ist (0°—5°), man wünscht aber wohl während der Behandlung der traumatischen Arthritis durch die steten, schonenden Bewegungen der Entstehung einer Kontraktur entgegenzuwirken. Nach 21 tägiger Mobilisation ist die Dorsalflexion 0°—10° und die Plantarflexion frei, aber eine Weile nachdem die Patientin aufgestanden ist und die Beweglichkeit in beiden Fussgelenken dieselbe ist, erkrankt die Patientin an Ischias, wegen der die Patientin längere Zeit hindurch in Behandlung steht. Bei der Entlassung fehlen 15° bei voller Dorsalflexion, die übrigen Bewegungen sind frei.

Nr. 41.

Mann. 43 Jahre. — Hat sich am Tag vor der Aufnahme eine *Fractura condyl. med. tib.* zugezogen, die durch Operation reponiert und fixiert wird. Da der Patient 44 Tage nach der Operation nur 10°—35° im Kniegelenk bewegen kann und die Fortschritte nur sehr gering sind, wird der Mobilisator angelegt. Mobilisiert schon 8 Tage nachher 10°—70° und nach 29 tägiger Mobilisation wird aktiv 10°—90° bewegt, wonach er aufsteht. Bei der Entlassung bewegt er 10°—100°.

Nr. 42.

Frau. 32 Jahre. — Hat sich vor 3 Tagen durch einen Fall eine *Fractura olecrani dext.* mit 3 cm langer Diastase und Rissen nach beiden Seiten zugezogen. Es wird Cerclage vorgenommen und Mobilisator angelegt. Temperatur in den ersten 5 Tagen nicht über 38°, nachher normal. Mobilisiert ansteigend ohne Spur von Schmerzen. Die Wunde heilt pr. prim. Bewegt nach 10 tägiger Behandlung 10°—120°. Pro- und Supination frei.

Nr. 43.

Mann. 21 Jahre. — Arthritis traumatica genus sin. Arthrotomie mit Entfernung einer pannösen Masse am medialen Femurcondylus, sowie mehrerer fibröser Stränge. Mobilisator. Bekommt Angina mit Temperatur bis zu 40°. Mobilisiert täglich ansteigend. Die Wunde heilt pr. prim., abgesehen von ein wenig Suppuration in ein paar Stichkanälen. Nach 23 tägiger Mobilisation wird 0°—105° bewegt. Geht bei der Entlassung ausgezeichnet, aber immer noch mit einem Stock.

Nr. 44.

Mann. 42 Jahre. — Hat sich unmittelbar vor der Aufnahme eine Luxatio genus sin. zugezogen. Die Tibia ist ganz nach vorne und medial luxiert, frei von Femur. Keine Frakturen. Nach der Reposition der Luxation liegt der Patient 2 Monate und es entwickelt sich eine Lähmung des N. peroneus, ein Decubitus an der linken Ferse und eine Phlebitis v. saphen. magna.

Zwei Monate nach dem Unfall, nachdem die Temperatur wieder normal ist, aber noch etwas Empfindlichkeit und Infiltration längs der Vene und der Decubitus noch nicht ganz geheilt ist, wird der Mobilisator angelegt, da das Knie nur 0°—25° bewegt werden kann. Nach 32 tägiger Mobilisation wird 0°—55° bewegt, aber da sich Lateralmobilität findet, wird eine stützende Kniegelenksbandage angelegt, wonach der Patient aufsteht. Bei der Entlassung wird 0°—70° im Kniegelenk bewegt, aber der Fuss kann wegen der Peroneuslähmung nicht dorsalflektiert werden.

Nr. 45.

Mann. 55 Jahre. — Arthritis deform. genus dext. c. exostosis. Arthrotomie mit Entfernung der Exostosen und villösen Excrescenzen. Wird gleich im Mobilisator angebracht. Mobilisiert gleichmässig ansteigend ohne Spur von Schmerzen. Temperatur den ersten Abend 38,8°, fällt die folgenden 4 Tage gleichmässig, später normal. Die Wunde heilt pr. prim. Nach 22 tägiger Mobilisation wird 0°—110° bewegt. Bei der Entlassung geht er ausgezeichnet und bewegt 0°—120°.

Präsentiert sich ein Jahr später. Hat soeben ungefähr 15 km am Rad zurückgelegt. Geht seiner Arbeit nach (Eisenbahner). Keine Schmerzen, nur haben die Kräfte etwas nachgelassen. Keine Atrophie.

Nr. 46.

Es handelt sich um einen 45 jährigen Mann, der mit einer komminutiven Femurfraktur aufgenommen wird. Vier Monate später ist die Fraktur nur annähernd fest, das Kniegelenk kann aber nur 5°—10° bewegt werden, weshalb er in den Mobilisator kommt. Nach 4 tägiger Mobilisation bewegt er 0°—30°, aber da man ein Federn in der Frakturstelle merkt, wagt man nicht weiter zu mobilisieren.

Nr. 47.

Frau. 21 Jahre. — Ankylosis cubiti sin. in 45° Flexion und starker Pronation (70°) nach einer Arthritis (vermutlich gonorrhöisch) vor 1½ Jahren. Kann den linken Arm wegen der ungeschickten Stellung

so gut wie gar nicht gebrauchen. In der Äthernarkose *Brisement forcé*, wodurch es gelingt, 0°—120° zu extendieren-flektieren und 30° zu supinieren. Wird daraufhin im Mobilisator angebracht. Es tritt eine sehr starke Anschwellung im Ellbogengelenk ein; die Haut ist angespannt, blaurot, glänzend. Bewegt gut in der ersten Woche, es sind nur geringe Schmerzen vorhanden, später werden sie aber stärker. Einen Monat lang bewahrt sie ungefähr dieselbe Beweglichkeit wie beim *Brisement*, die Schmerzen nehmen aber zu, weshalb man versuchsweise 10 ccm 1 % Novokainadrenalin in das Gelenk einspritzt, um die aktive Beweglichkeit zu fördern.

Die Wirkung ist aus irgend einem Grund nicht gut und die Beweglichkeit nimmt in der folgenden Woche ziemlich ab, daher neuerdings *Brisement forcé*, worauf 20°—130° bewegt wird. Nur leichte Temperaturerhöhung nach den *Brisements*. Die Bewegungen werden nun leichter und die Schmerzen nehmen ab. Nach im ganzen 62 Tagen Mobilisationsbehandlung kann die Patientin 60°—120° bewegen (passiv 50°—130°), 10° supinieren und 50° pronieren. Kann den Arm jetzt zum Essen, Ankleiden u. s. w. gebrauchen und wird entlassen.

Wird nach 2 Monaten wieder aufgenommen, da die Beweglichkeit zurückgegangen ist: Extension-Flexion 60°—90°, Supination 0°, Pronation frei. Neuerlich *Brisement*, wobei man besonderen Wert darauf legt, die Flexion zu vermehren, die die Patientin am meisten benötigt. Man erreicht Extension-Flexion: 60°—135°. Nach 26 tägiger Mobilisationsbehandlung wird 60°—145° bewegt. Wird entlassen.

Präsentiert sich 2½ Monate später. Bewegt 45°—140°. Supination nur wenige Grade, Pronation frei. Gebraucht den Arm nun ganz frei ohne Schmerzen. Die Patientin ist vom Resultat sehr begeistert.

Nr. 48.

Der Fall handelt von einem 55 jährigen Mann, sehr dick, von alkoholisch-arthritischem Habitus. Hat sich 2 Tage vor der Aufnahme eine *Fractura patellae* zugezogen. Es wird Arthrotomie und Cerclage vorgenommen. 5 Tage nach der Operation wird der Patient im Mobilisator angebracht. Mobilisiert gleichmäßig, es entwickelt sich aber eine doppel-seitige Bronchopneumonie, die tödlichen Ausgang hat.

Nr. 49.

Frau. 31 Jahre. — Es hat sich nach einer *Fractura malleoli* vor einem Jahr eine total fibröse Ankylose des Fussgelenkes in Spitzfussstellung entwickelt (50° Plantarflexion, von rechtwinkliger Stellung aus gerechnet). Kann der Schmerzen wegen beinahe nicht gehen. Kann den *Triceps surae* nicht aktivieren. Wird im Mobilisator angebracht. Ohne eigentliche Schmerzen (nur etwas Spannen) wird nun eine zunehmende Beweglichkeit erarbeitet und nach 10 Wochen Mobilisation wird im Talokruralgelenk selbst 20° um die Mittelstellung bewegt, was zusammen mit der Beweglichkeit in den kleinen Gelenken des Fusses beinahe natürliche Beweglichkeit ergibt. Pronation 5°, Supination 5°. Muskelkraft gut. Der Gang ein wenig vorsichtig. Die Abwicklung des Fusses gut. Wird entlassen.

Nr. 50.

Mann. 26 Jahre. — Ankylosis fibrosa coxae dext. et ossea sin. Hali-steresis per magnam. Spondylitis ankylo-poëtica. Im Laufe von 8 Jahren hat sich seine Polyarthrititis schleichend, mit akuten Exazerbationen entwickelt. Ist in einer Anzahl von Krankenhäusern mehrmals monatelang zu Bett gelegen. Feste Ankylose in beiden Hüftgelenken bei leicht flektierter und adduzierter Stellung. Columna ist gerade und steif wie ein Brett. Kann sich nicht aufsetzen. Die Kniegelenke lassen sich ganz ausstrecken, das linke kann 45° flektiert werden, das rechte 90°. Kann an zwei Stöcken ein wenig herumtaumeln, wenn er zuerst aufgestellt wird. Trotzdem man sagen muss, dass die Prognose hier pessima war, werden (in Abwesenheit des Primararztes) mehrere Eingriffe vorgenommen. Haemoglobin 49 %.

Arthroplastik a. m. Murphy an der linken Hüfte mit Anbringung eines freien Faszielappens, *Tenotomie* der straffen Adduktoren, sowie *Brisement forcé* an der rechten Hüfte, durch das man, wie aus dem Röntgenbild einige Tage später hervorgeht, eine *Fractura colli femoris* erhalten hat. Über die Beweglichkeit nach diesen Eingriffen ist in der Krankengeschichte nichts angeführt. Temperatur, abgesehen vom ersten Abend, nicht über 38°. Am frakturierten Hüftgelenk wird eine Heftpflasterdistraktion angelegt und 7 Tage nach der Operation Mobilisator an der operierten Seite. Der Patient mobilisiert täglich ansteigend ohne Schmerzen, wohingegen er viele Schmerzen an der frakturierten Seite angibt, an der man 5 Wochen nach dem Eingriff den Mobilisator anordnet. 2½ Monate nach der ersten Operation wird im linken Hüftgelenk 0°—60° (passiv 0°—70°) bewegt und man nimmt nun auch *Arthroplastik an der rechten Hüfte* mit Interposition eines Lappens am M. gluteus medius vor, indem man kleinweise das im Azetabulum festsitzende Caput entfernt und das proximale Femurende abschleift. Es wird keine Tenotomie vorgenommen! Mobilisator an beiden Hüftgelenken. Temperatur die ersten 6 Tage nicht über 38,4°, später normal. Die Wunde heilt pr. prim. Einige Zeit darauf bekommt der Patient wiederholt starke Haematurien mit Abgang von kleinen Steinen; Röntgen zeigt Steine in beiden Nieren. Bei der Entlassung (ungefähr 11 Monate nach der Aufnahme) wird an der rechten Seite eine Verkürzung von 5 cm gemessen. In der rechten Hüfte wird 0°—25° bewegt, in der linken 0°—30°. Rechtes Kniegelenk 0°—100°, linkes 0°—90°. Stellung gut. Geht an zwei Stöcken. Kann jetzt in einem Stuhl sitzen. Ich bin der Ansicht, dass es nicht günstig war, dass man sich so frühzeitig auf einen Eingriff an der rechten Hüfte einliess, bevor noch das recht gute Resultat bezgl. der linken Hüfte hinlänglich konsolidiert war.

Nr. 51.

Frau. 24 Jahre. — Arthritis gon. genus dext. vor 5 Monaten. Ankylose des rechten Knies in 30° Flexion. Kann ohne starke Schmerzen nicht aufstützen.

Die Patientin wird nun 7½ Monate hindurch mit manuellen, passiven Bewegungen behandelt, mit Bier'scher Stauung, Massage, warmen Packungen u. s. w., aber in dieser Zeit erzielt man nur einige wenige Grade Beweglichkeit (15°).

Man nimmt daher ein *Brisement forcé* vor, worunter es unter starkem Knirschen gelingt, 75° zu flektieren, worauf der Mobilisator angelegt wird. Das Kniegelenk schwillt stark an. Temperatur den ersten Abend 38,9°, nach 4 Tagen normal. Die ersten Tage beinahe gar keine Schmerzen, später mehr Schmerzen, die Beweglichkeit bleibt aber doch beim gleichen. Nach 72 tägiger Mobilisation wird 0°—75° bewegt, die Kraft ist aber nur gering. Steht nun auf, worauf jedoch die Beweglichkeit etwas abnimmt (5°—65°). Immer noch Schmerzen.

5 Wochen nach der Entlassung wird die Patientin wieder am Krankenhaus aufgenommen. Da die Beweglichkeit beinahe ganz aufgehört hat, nachdem man die Patientin aus den Augen verloren hatte, — da das Röntgenbild eine Verschlechterung der artikulären Prozesse aufweist — und da die Patientin aus pekuniären Rücksichten wünscht, so bald als möglich gesund zu werden, verschafft man ihr eine totale Ankylose in gestreckter Stellung.

Nr. 52.

Frau. 22 Jahre. — Arthritis talo-cruralis gon. seq. Syphilis. Vor 2 Jahren gon. Arthritis. Seitdem beständig Schmerzen im Fussgelenk. Ist den letzten Monat im Bett gelegen. Der Fuss steht 15° plantarflektiert und kann nur um wenige Grade bewegt werden. Geschwulst und Empfindlichkeit. Wassermann positiv.

Mobilisator, gleichzeitig mit antiluetischer Behandlung. Nach 76 tägiger Mobilisation haben sich Geschwulst und Empfindlichkeit verloren und dem Fuss fehlen nur 15° um plantarflektiert zu werden und 20° um im gleichen Masse wie der gesunde Fuss dorsalflektiert zu werden. Kann daraufhin gehen. Bei der Entlassung ist die Dorsalflexion 10°, die Plantarflexion 45°, von denen die 25° im Talokruralgelenk selbst vor sich gehen, Pronation 10°, Supination 15°; es gibt aber immer noch Schmerzen und Ödem des Abends.

½ Jahr später wird mitgeteilt, dass die Patientin als Näherin arbeitet, an zwei Stöcken geht, aber nicht auf den Fuss aufstützt.

Nr. 53.

Frau. 36 Jahre. — Luxatio habit. patellae utriusque. Arthritis traumatica deform. genus utriusque. Ankylosis genus dext. Syphilis.

Die Patientin hat eine angeborene habituelle Luxation der beiden Patellae. Beide Beine waren deshalb immer schwach und die Patientin hat sich durch Fall zahlreiche Traumen an beiden Knien zugezogen. Vor 15 Jahren Syphilis, vor 3 Jahren positiver Wassermann. Vor 9 Jahren Febris rheumatica mit hoher Temperatur und Affektion der meisten Gelenke. Rezidiv vor 3 Jahren.

Musste ihre Arbeit als Näherin aufgeben, da sie nicht die Nähmaschine bedienen konnte. Die Patientin hat Sattelnase und im harten Gaumen einen breiten Defekt, Uvula fehlt. Ständig Schmerzen in beiden Knien. — *Rechtes Kniegelenk*: Patella ist lateralluxiert und unverschiebbar angelötet. Beweglichkeit 5°—10°. — *Linkes Kniegelenk*: Patella ist lateralluxiert, aber verschiebbar. Volle Beweglichkeit im Kniegelenk, jedoch unter starkem Knirschen. Wenn das Knie ganz gestreckt ist, ist die Patella nur subluxiert, bei der Flexion luxiert die Patella zuerst

lateral, springt aber bei ungefähr 90° Flexion mit lautem Krach an ihren Ort. Röntgenbild zeigt Arthritis deform. mit wellenförmigen Gelenksflächen und Osteophytbildung.

Man macht nun eine *Plastik am linken Kniegelenk*. Schnitt durch den accessorischen Streckapparat. Die fibröse Kapsel wird durch Längsfalten so weit verengert, dass das Knie gerade 90° flektieren kann. Die Grazilissehne wird freigelegt und an der oberen medialen Ecke der Patella festgenäht. Am rechten Knie wird gleichzeitig *Brisement forcé* vorgenommen, wobei es gelingt, 5°—80° zu bewegen. Beide Knie werden im Mobilisator angebracht. Temperatur den ersten Abend 39°, die nächsten 4 Tage nicht über 38°, später normal. Nach 30 tägiger Mobilisation bewegt das linke Kniegelenk mit grosser Kraft 0°—100°, das rechte nur 0°—50° (passiv 0°—100°). Im rechten Kniegelenk Schmerzen.

Man macht versuchsweise Injektion mit 20 ccm 1 % Novokainadrenalin im rechten Kniegelenk, aber mit keiner guten Wirkung.

Allmählich, je weiter die Beweglichkeit im rechten Knie fortschreitet, beginnt die Patella lateral zu luxieren, gerade wie vor einigen Jahren. weshalb man 6 Wochen nach der ersten Operation *dieselbe plastische Operation* am rechten Kniegelenk vornimmt. Um die Patella an Ort und Stelle zu bekommen, muss man aber *Brisement*, Inzision an der Lateralseite der Patella und partielle Tenotomie an der Insertion des Vastus lat. vornehmen. Über die Beweglichkeit ist nichts vermerkt. Wird im Mobilisator angebracht. Temperatur nur leicht erhöht in den ersten 4 Tagen nach der Operation. Schmerzen, mobilisiert aber gut und nach 40 tägiger Mobilisation wird 20°—80° bewegt, worauf die Patientin an Krücken zu gehen beginnt. Beweglichkeit im linken Kniegelenk unverändert gut.

Nachdem die Patientin 13 Tage lang ausser Bett war, ist die Beweglichkeit im rechten Knie beinahe ganz verschwunden. Das Knie steht in 50° Flexion und kann nur um wenige Grade bewegt werden. Es wird deshalb *Brisement forcé* am rechten Knie vorgenommen, wodurch 0°—90° bewegt wird. Das Gelenk wird wieder im Mobilisator angebracht. Da nach 56 tägiger Behandlung nur 0°—55° bewegt werden kann und beständig Schmerzen, wahrscheinlich der trockenen Arthritis wegen, vorhanden sind, werden im rechten Kniegelenk 10 ccm steriles Vaseline eingespritzt. Dies führt jedoch eine heftige Reaktion mit starker Anschwellung, Temperaturerhöhung, starken Schmerzen herbei und die Beweglichkeit geht beinahe ganz verloren. Da das Röntgenbild 4 Monate nach der Vaselineinjektion eine gewaltige Verschlechterung der intraartikulären Prozesse nachweist, bestimmt man sich für eine Resektion des rechten Kniegelenkes. Bei der Entlassung hält sich die Beweglichkeit des linken Kniegelenkes dauernd gut (0°—115°).

½ Jahr nach der Entlassung präsentiert sich die Patientin wieder. Die Beweglichkeit im linken Kniegelenk ist bei guter Kraft 0°—135° und schmerzlos, die Patella hat aber etwas Tendenz, wieder lateral wegzugleiten.

Nr. 54.

Knabe, 11 Jahre. — Osteomyelitis acuta fem. sin. In mehreren Sitzungen wird beinahe der ganze Femur aufgemeisselt. Mehrmals Punktion

des Kniegelenkes mit Entleerung einer dünnen, purulenten Flüssigkeit (keine Bakterien). Temperatur anhaltend um 39°. 1 Monat nach der Operation wird der Mobilisator angelegt, da die Beweglichkeit trotz täglicher, manueller Bewegungen stark abgenommen hat und jetzt nur mehr wenige Grade bewegt werden kann. Während der folgenden, 3 Monate langen Wundbehandlung mit täglichem Verbandwechsel (der durch die günstige Stellung des Apparates erleichtert wird) und Ausscheidung mehrerer Sequester, wird schmerzlos eine aktive Beweglichkeit von 10°—90° erarbeitet und erhalten.

Nachdem der Patient aufgestanden ist, geht die Extension in den folgenden zwei Monaten etwas zurück, weshalb man »Quengel« a. m. *Mommsen* mit extendierender Wirkung anlegt. Bei der Entlassung wird 15°—90° bewegt. Es findet sich eine ganz geringe Subluxation der Tibia nach hinten und immer noch ein wenig Sekretion von einer Fistel am Schenkel.

Nr. 55.

Mann. 31 Jahre. — Professioneller Sportsmann (Fussball). Arthritis deform. genus dext. Mus articuli. Zahlreiche Knieläsionen. Im vergangenen Monat mehrmals typische »Sperrphänomene«. Arthrotomie mit Entfernung einer Maus und Wegschaben degenerierter Knorpelteile. Mobilisator. Mobilisiert täglich ansteigend ohne Schmerzen. Temperatur den ersten Abend 39,2°, die folgenden zwei Tage 38,2°, später normal. Die Wunde heilt pr. prim. Nach 13 tägiger Mobilisation wird 0°—125° bewegt. Bei der Entlassung 0°—105°. Spielt wieder, vorläufig ohne Behinderung, Fussball.

Nr. 56.

Mann. 34 Jahre. — Professioneller Sportsmann (Boxer). Mus artic. genus dext. Mehrmals typische »Sperrphänomene«. Arthrotomie mit Entfernung einer Maus und Wegschaben einer degenerierten Knorpelpartie am medialen Femurcondylus. *Immobilisation*. Nach 16 tägiger Immobilisation liegt das Knie in 40° Flexion und kann nicht bewegt werden. 20 Tage nach der Operation liegt das Knie in 30° Flexion und lässt sich nur um wenige Grade bewegen. Mobilisator. Nach 15 tägiger Mobilisation kann nur 10°—50° bewegt werden, aber der Patient muss jetzt aufstehen. Bei der Entlassung wird nur 5°—35° bewegt und nach ½ Jahr ist die Beweglichkeit auch nur ein klein wenig besser.

SCHLUSSBEMERKUNGEN AUF GRUND DES VORLIEGENDEN MATERIALS

Die hier angeführten Krankengeschichten, die die ersten 56 Patienten in der Reihenfolge umfassen, wie sie im verflossenen Zeitraum an der Abteilung C des Reichshospitals behandelt wurden, sollen nicht als ein im gewöhnlichen Sinne klinisches Material aufgefasst werden, das den Wert einer speziellen Behandlungsmethode bei einer bestimmten Krankheit nachweist,

sondern als ein klinisches Experimentieren an einer ganzen Reihe von verschiedenen Krankheiten, die immerhin alle die eine Eigenschaft gemein haben, nämlich dass sie durch Herabsetzung oder Verlust der normalen Funktionsfähigkeit des kinetischen Apparats das Bewegungsvermögen des Patienten gefährden. Auf Grund der frühesten Erfahrungen hat sich die Methode bezüglich Konstruktion und Prinzip entwickelt, eine Entwicklung, die jetzt ihren Abschluss gefunden hat.

Es wurde seither eine grosse Anzahl von Patienten teils am Reichshospital, teils an den allmählich zahlreichen Krankenhäusern Dänemarks behandelt, an denen man die »prophylaktische Mobilisation« eingeführt hat, diese ersten 56 Fälle sind aber deshalb besonders interessant, weil sie mehr als die späteren Fälle den Stempel des Experiments tragen.

Es ist natürlich unmöglich, auf Grund des vorliegenden Materials statistische Beweise für die Vorzüge dieser Behandlungsart zu erbringen; es sollen daher auch nur zwei Dinge hervorgehoben werden: erstens, ist die Methode nach dem erläuterten Prinzip überhaupt durchführbar und zweitens, birgt die Methode eine Gefahr für irgendwelche kompromittierende Komplikationen?

Es wird im Vorhinein als eine Tatsache angenommen, dass eine prophylaktische Bewegungstherapie wünschenswert ist, wenn sie bloss allgemein durchführbar ist und dem Patienten nicht schadet.

Die Frage, die vor allem beantwortet werden muss, ist also, ob die Behandlung in der erwähnten Form überhaupt durchführbar ist, d. h. Mobilisation vom ersten Tag an, an dem irgend ein Gelenksleiden diagnostiziert oder eine Gelenksoperation durchgeführt worden ist. (Von Tuberkulose wird hier abgesehen, weil diese ja im allgemeinen nicht mobilisiert wird.) Jeder Kliniker weiss, dass der Patient das kranke Gelenk umso mehr fixiert, je schmerzhafter das Gelenksleiden ist und umso schwerer — wenn nicht gar unmöglich — wird es sein, eine Bewegungstherapie durchzuführen. Dass individuelle Eigenheiten, eine gewisse psychische Einstellung, auch eine Rolle spielen, steht fest, aber unter den erwähnten Fällen findet man mehrere, gerade in dieser Beziehung sehr schwierige Patienten, die noch dazu an ausserordentlich schmerzhaften Gelenksaffektionen litten, die aber doch die langsame, kontinuierliche Mobilisation unter Umstän-

den durchgeführt haben, unter denen man keine andere Bewegungstherapie zu diesem Zeitpunkt hätte vornehmen können. Einzelne Patienten haben mehrere Gelenke gleichzeitig mobilisiert und mehrmals konnte man sehen, dass ein Patient, den man unter keiner Bedingung anrühren, geschweige denn veranlassen konnte, selbst zu bewegen, sobald er im Mobilisationsapparat angebracht war und ihn erprobt hatte, ohne Schwierigkeit selbst das kranke Gelenk mehr oder weniger mobilisieren konnte.

Diese Tatsache ist dem Umstand zu verdanken, dass die *Schmerzen* bei der langsamen, kontinuierlichen Mobilisation auf ein solches Minimum reduziert werden, dass sie oft ganz entfallen, da wo andere Mobilisationsformen wenigstens einigermaßen Schmerzen verursachen würden. Passive Verlängerung eines Muskels, ob direkt oder indirekt, dadurch dass die Antagonisten kontrahiert werden, stellt selbst für einen gesunden Muskel einen mechanischen Reiz dar, der den Widerstand des Muskels gegen die Verlängerung vermehrt und diese Reaktion wird stärker, ja sie kann sich zu gewaltsamen und schmerzhaften Spasmen steigern, wenn der Muskeltonus schon im Vorhinein irgend einer fokalen Affektion halber erhöht war. *Für alle mechanischen Reize gilt es jedoch, dass sie, um Reaktion hervorzurufen, ihr Maximum mit einer bestimmten Geschwindigkeit erreichen müssen.* Steigt die Intensität der Einwirkung nur ganz langsam und allmählich, so wird keine Reaktion ausgelöst. Dieses physiologische Prinzip ist es, das bei der genannten Mobilisationsmethode ausgenützt wird.

Eine andere Frage ist die *Heilung der Wunde*. Wird die stete Bewegung nicht den normalen Heilungsprozess hindern oder verzögern? Die Antwort geht aus den erwähnten aseptischen Arthrotomien hervor. Man hat keinerlei Verzögerung oder Behinderung der Heilung in den Fällen nachweisen können, die mit langsamer Mobilisation behandelt wurden, auch dann nicht, wenn die Mobilisation schon am Operationstag begonnen wurde. Auch konnte keine vermehrte Gefahr einer Komplikation während der Heilung beobachtet werden. Alle aseptischen Arthrotomien sind so gut wie immer per primam geheilt, die Heilung hat sich im Verlaufe des gleichen Zeitraumes vollzogen wie sonst und die Temperaturkurven sind auch nicht von ihrer gewohnten Bahn abgewichen. Bei aseptischen Arthrotomien

wurde am ersten Tag einige wenige Grade mobilisiert und von da an gleichmässig ansteigend, soviel der Patient aushalten konnte.

In den Fällen von *akuter Gelenksaffektion* — operierten oder nicht operierten —, die mit langsamer, kontinuierlicher Mobilisation behandelt wurden, konnte bisher keine Progression der infektiösen Prozesse beobachtet werden, viel weniger noch Anzeichen einer allgemeinen Infektion. Im Gegenteil, man hat ab und zu gesehen, dass die Temperatur zufälligerweise gerade in unmittelbarem Anschluss an das Inkrafttreten des Mobilisators gefallen ist. Obzwar es, wie man gesehen hat, bei arthrotomiertem Pyarthron möglich ist, dass die stete Bewegung Eiter und infektiöses Material aus dem Gelenk und seinen synovialen Rezessen auspumpen kann, will man natürlich nicht behaupten, dass die Mobilisation im grossen und ganzen reduzierend auf die Temperatur einwirkt. Es ist immerhin möglich, dass die anhaltende Bewegung durch stetes Verändern der intrakapsulären Druckverhältnisse und damit des Blutumlaufes und der Transsudation, ohne traumatische Läsionen der Synovialis hervorzurufen, eine raschere Überwindung der infektiösen Prozesse herbeiführen kann. Bei infektiöser Arthritis wird gleich maximal mobilisiert.

Bezüglich der *Muskelatrophie* hingegen lassen sich aus den erwähnten Mobilisationsversuchen keine Schlüsse ziehen. Man muss bedenken, wie schwer es ist, ein gültiges Mass für die Muskelatrophie zu erhalten. Zwei Untersucher werden niemals gleich messen und auch der Schwund an subkutanem Fettgewebe oder ein eventuelles Ödem kann die Messungsergebnisse entstellen. Der Gedanke ist von vornherein nicht abzulehnen, dass die ständige Bewegung, indem sie einen vermehrten Blutumlauf bedingt, wenigstens einigermassen der Entstehung von Muskelatrophie entgegenwirken kann, es kann, aber diesbezüglich nichts sicheres nachgewiesen werden. Man sollte meinen, dass das erfolgreichste Mittel gegen Muskelatrophie, abgesehen von aktiver Muskelfunktion, die *Selbstspannungsübungen* sein müssen. Dabei empfangen die Muskeln normale Innervation, ohne dass das Gelenk bewegt wird, weshalb man diese Übungen auch soweit möglich immer anordnen sollte.

Im Anschluss hieran soll noch ein anderer Umstand erwähnt werden, der ungefähr ebenso wichtig ist, wie die Muskelatrophie

und auch sicher mit ihr in Verbindung steht. Wenn ein Patient genügend lange Zeit liegt, ohne jemals seine Muskeln willkürlich zu aktivieren, wird er mit der Zeit das *Innervationsvermögen* verlieren und wenn der Tag gekommen ist, wo das Gelenk rein mechanisch wieder funktionsfähig ist, muss er erst von neuem die normale Innervation und Koordination der Muskeln erlernen. In manchen Fällen ist eine willkürliche Aktivierung einer reflektorischen Innervationsblockade wegen vorübergehend unmöglich, aber in den Fällen, wo es keine solche Blockade gibt, wird es von Bedeutung sein, das normale Innervationsvermögen aufrecht zu erhalten und der Atrophie mit Hilfe von häufigen Selbstspannungsübungen entgegenzuarbeiten. Sobald als möglich wird *aktive Bewegung* unter mehr oder weniger umfassender Zuhilfenahme des Apparats unternommen.

Bekanntlich kann die Entwicklung einer Kontraktur, besonders im Falle von starker pyogener Arthritis, vom Entstehen einer *Deformität* begleitet sein (komplizierte Kontraktur). So sieht man z. B. unter solchen Umständen gewöhnlich eine Subluxation der Tibia nach rückwärts, eine Deformität, die dadurch entsteht, dass die relativ kurze Rückseite der Kniegelenkscapsel durch starke Schrumpfung einen im Verhältnis zum Femur nach hinten und aufwärts gerichteten Zug auslöst. Dieser Subluxation der Tibia wird auf erfolgreiche Weise durch die Konstruktion des erwähnten Mobilisationsapparats entgegengearbeitet. Wie aus Fig. 9 ersichtlich, liegt Crus bei der Mobilisation des Kniegelenks in einer stützenden Kojе eingelagert, während Femur freibleibt, d. h. im Gegensatz zu Crus der steten Wirkung der Schwere ausgesetzt ist. Dadurch wird Femur mit einem Grossteil seines Gewichts gerade in der entgegengesetzten Richtung wirken wie die schrumpfenden Prozesse im rückwärtigen Teil der Kniegelenkscapsel. Die Rückseite der Kniegelenkscapsel wird wie bei der Distraction einem steten und gleichmässigen Zug ausgesetzt sein, der einer Subluxatio post. tibiae entgegenwirkt. Dass in der Krankengeschichte Nr. 3 trotzdem von einem Fall von Subluxation berichtet wird (der übrigens erst einige Zeit nach Einstellung der Mobilisationsbehandlung eintraf), kommt daher, dass der Mobilisationsapparat zu diesem Zeitpunkt noch nicht seine endgültige Form gefunden hatte, indem man damals versuchte, Femur an einer keilförmigen Stütze zu fixieren und das schwebend angebrachte Crus bewegte.

Hierbei konnte einer eventuellen Anlage zu Subluxation nicht auf dieselbe erfolgreiche Weise entgegengewirkt werden, wie mit der gegenwärtigen Konstruktion des Apparats.

Abnorme Beweglichkeit (»Schlottergelenk«) hat man bisher nicht als Folge der erwähnten Mobilisationsmethode konstatiert.

Geradeso, wie die ständige Veränderung der Muskellänge eine Art von funktionellem Reiz darstellt, der das Entstehen von Muskel-Sehnenverkürzungen hindert, ebenso wird auch die stete Bewegung, die fortwährende gegenseitige Reibung der sich berührenden Knorpelflächen im Gelenk einen natürlichen, funktionellen Reiz bilden, der zur Bewahrung des vorhandenen Knorpels dient und eventuell eine Regeneration desselben stimuliert, oder auch die Entwicklung einer knorpelähnlichen Bindegewebsproliferation fördert, an Stellen, wo der Knorpel fehlt. *Timbrell Fischer* hat experimentell nachgewiesen, dass bei Exstirpation kleinerer Teile der Gelenksfläche und gleich darauf folgender, steter Bewegung die Heilung auf normale Weise vor sich geht.

Wenn ich mich über die *Indikationen* für diese Mobilisationsmethode äussern soll, so glaube ich es vorläufig am leichtesten dadurch machen zu können, dass ich die einzige Kontraindikation erwähne, nämlich: die Tuberkulose. Ansonsten aber meine ich, dass, wenn die übrigen Indikationen für unblutige oder blutige Mobilisation auf die rechte Weise gestellt sind, die erwähnte Mobilisationsmethode immer angewandt werden kann und meiner Ansicht nach wird sie wegen der genannten Vorteile immer mehr Aussicht auf ein gutes Resultat haben, als irgend eine andere Methode.

Liegen die Verhältnisse so, dass man sich nur eine mehr oder weniger eingeschränkte Beweglichkeit als endgültiges Resultat erhoffen darf, dann ist es von Wichtigkeit, dass man schon von Beginn der Mobilisation an darauf hinarbeitet, dass diese Beweglichkeit nahe der spezifischen *Optimumstellung* des betreffenden Gelenks und Individuums zu liegen kommt (*Abrahamsen*).

Inwieweit man *alle* Fälle, in denen man normale Funktion erwünscht, mobilisieren will, oder nur diese Fälle, wo man aus irgend einem Grund Schwierigkeiten voraussieht, muss dem Gutdünken des behandelnden Arztes anheimgestellt werden. Es wird natürlich auch eine Menge von Fällen geben, wo man auch

ohne dieser Form von prophylaktischer Mobilisation befriedigende Resultate erzielen kann, es muss aber doch bemerkt werden, dass man (wie aus einer Gegenüberstellung der beiden letzten Krankengeschichten hervorgeht) niemals im Vorhinein der Prognose bezüglich der Funktion sicher sein kann, und dass auch im Falle eines verhältnismässig kleinen Eingriffs an einem Gelenk sich eine starke Tendenz zu Kontrakturbildung entpuppen kann; und wenn dies erst einmal der Fall ist, dann ist jedenfalls das prophylaktische Moment versäumt.

Dass aber andererseits auch bei einer genau eingehaltenen prophylaktischen Behandlung trotzdem eine bedeutende Bewegungsbehinderung, ja sogar Ankylose, eintreten kann, ist klar. Es gibt natürlich Umstände und es können Verhältnisse eintreten, unter denen überhaupt keine Mobilisationsmethode durchgeführt werden kann und auch vom Patienten selbst muss man ein gewisses Minimum an Verständnis und gutem Willen fordern können, das zwar leider nicht immer vorhanden ist, wenn eine eventuelle Unfallversicherungsfrage dem Patienten oft die falsche Vorstellung gibt, dass es klug wäre, mit einer allzu raschen und effektiven Genesung etwas »hintanzuhalten«.

Zur *Arthroplastik* sollte sich die Methode ganz besonders gut eignen. In solchen Fällen gilt es vielleicht noch mehr als sonst, eine Mobilisation ausführen zu können, die nicht unnötig Schmerzen verursacht und damit den Patienten abschreckt, sondern die schon vom allerersten Tag an einsetzen kann, einerseits ohne die Wundheilung zu beeinträchtigen, andererseits doch Verwachsungen verhütend, die sonst leicht wieder zwischen den granulierenden, intraartikulären Wundflächen entstehen können, sowie auch die Schrumpfungen hintanhaltend, die ohne eine wirksame Bewegungstherapie bald im lädierten und im Vorhinein verkürzten Kapselapparat auftreten. Die Bewegungstherapie ist hier wahrscheinlich eine viel wichtigere Frage, als eine Diskussion darüber, welche Art von Interposition angewandt werden soll. Man muss sich aber auch klar machen, dass selbst eine noch so wirksame und brauchbare Bewegungstherapie nicht zum Ziel führen kann, wenn die Indikationen für eine Arthroplastik im Vorhinein nicht richtig gegeben sind.

Dasselbe gilt im gleichen Ausmasse vom *Brisement forcé*. In den letzten Jahren hat sich eine zunehmende Aversion gegen diesen Eingriff geäussert. Man kann nämlich nicht sofort über-

blicken, welche subkutanen Läsionen ein solcher Eingriff zur Folge hat (Frakturen, primäre oder sekundäre Nervenläsionen u. s. w.) und jedenfalls entstehen, auch wenn der Eingriff sonst nach Wunsch verlaufen ist, zahlreiche kleinere Verletzungen, Sprünge, Blutungen u. s. w., die der grossen Schmerzen halber eine gewöhnliche Mobilisation oft erschweren oder unmöglich machen; und eine neue, rasch eintretende Kontraktur wird neuerdings das Resultat sein.

Wie aus den vorliegenden Krankengeschichten zu ersehen ist, wurde bei einem Teil der Fälle Brisement mit darauffolgender langsamer, kontinuierlicher Mobilisation versucht. Es hat sich in jedem einzelnen der erwähnten Fälle deutlich gezeigt, dass diese Form von Mobilisation jedenfalls bedeutend weniger schmerzhaft ist, als irgend eine andere Methode und schon dadurch eine Möglichkeit in sich birgt, wenn nicht die ganze, so doch einen bedeutenden Teil der durch das Brisement erlangten Beweglichkeit zu erhalten. In allen genannten Fällen war im Anschluss an das Brisement eine sehr heftige Reaktion mit Schmerzen, Schwellung, Ödem und Sugillationen als Zeichen von subkutaner Blutung und möglicherweise auch Haemarthrose zu verzeichnen, aber in einigen Fällen wurde trotz allem eine ausgezeichnete Beweglichkeit erzielt, während in anderen Fällen die Beweglichkeit wenigstens so ziemlich erhalten blieb, so lange die Mobilisation dauerte. Wird diese aber nicht lange genug fortgesetzt, sieht man oft eine starke Tendenz zu rezidivierender Bewegungseinschränkung. Das wichtigste ist, wie gesagt, dass die Indikationen für das Brisement richtig gestellt werden. Die beste Prognose quoad functionem wird das Brisement in Verbindung mit der angeführten Mobilisationsmethode haben, wenn es sich um eine fibröse Ankylose oder Kontraktur mit bewahrter Gelenkspalte handelt und wo die Muskulatur nicht allzusehr hergenommen ist (Atrophie und fehlendes Innervationsvermögen). Im letzteren Falle sollte womöglich eine Muskelbehandlung vorausgehen. Ossöse Ankylose wird sich nicht für Brisement und Mobilisation eignen und eine eventuelle latente Infektion muss ausgeschlossen werden.

Sind diese Bedingungen aber gegeben, dann scheint mir, dass ein Brisement forcé in Verbindung mit dieser Form von Mobilisation keine ganz unmögliche Prognose haben wird, vor allem wenn man, wie z. B. *Campbell* es empfiehlt, dasselbe meh-

rere Male vornimmt, oder vielleicht ganz besonders, wenn man wie *Spitzky* das Brisement bei Blutleere vornimmt, indem man die Extremität und das Gelenk von der Peripherie her mit einem straffen Gummiband umwickelt und dieses erst einige Stunden nach dem Eingriff abnimmt, wodurch eventuelle Blutungen verringert werden sollen. Welche Methode man auch anwenden mag, so muss man jedenfalls den Patienten darauf aufmerksam machen, dass es sich in der Regel um eine sehr langwierige Behandlung dreht und man darf sich nicht, wie aus mehreren der erwähnten Krankengeschichten hervorgeht, durch eine gute, passive Beweglichkeit dazu verleiten lassen, die Bewegungen zu früh dem eigenen Gutdünken des Patienten zu überlassen. Wird der Patient aus dem Auge gelassen, noch ehe eine kräftige, aktive Beweglichkeit *gesichert* ist, wird die Beweglichkeit rasch wieder abnehmen.

Auch bei der Behandlung von *Kontrakturen* wurde diese Methode erprobt. Gegenüber der *Mommsen'schen* »Quengelmethode« hat sie den Vorteil, dass, obzwar sie ebenfalls nur durch geringe und kontinuierliche Kräfte wirkt, diese Kraft nicht unablässig nach ein und derselben Richtung zu wirken braucht, sondern sich immerfort verändern lässt. Mit Hilfe der *Mommsen'schen* Methode kann man durch langandauerndes »Quengeln« z. B. eine Flexionskontraktur korrigieren, man wird aber meistens entdecken, dass man anstatt der Flexionskontraktur eine Extensionskontraktur erhalten hat. Will man Beweglichkeit erzielen, so muss auf jeden Fall die Kraftrichtung in nicht allzu langen Zeitabschnitten verändert werden, was sich bei der erwähnten Mobilisationsmethode ad libitum durchführen lässt.

Es soll nur noch betont werden, dass die langsame, kontinuierliche Mobilisationsmethode als eine *prophylaktische* Methode angelegt und ausgearbeitet wurde, deren eigentliches Wirkungsfeld die Verhütung einer Kontrakturenbildung ist und nicht die Behandlung einer schon vorhandenen, organisierten Kontraktur. Wenn aber die Methode trotzdem auch in dieser Richtung angewandt werden kann, so bedeutet dies wohl keinen Nachteil. Immerhin glaube ich nicht, dass sie in dieser Beziehung viel mehr als andere Behandlungen ausrichten wird. Jedenfalls erfordert sie eine sehr langwierige Behandlung und gleichzeitig Behandlung der Muskulatur.

Schon seit den ersten Tagen der Chirurgie bis in unsere Zeit war man geneigt, die chirurgische Gelenkstherapie als eine Behandlung aufzufassen, die natürlicherweise in zwei Abschnitte zerfällt: den operativen Eingriff selbst und danach die Nachbehandlung. Es nimmt nicht wunder, dass das Interesse sich während der mächtigen Entfaltung der Chirurgie nach Einführung der Narkose, Antiseptik und Aseptik in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts vor allem auf den operativen Eingriff selbst und seine Technik konzentriert hat und dass die Nachbehandlung vom chirurgischen Standpunkt aus nicht bloss der Zeit nach, sondern auch buchstäblich als einem anderen Gebiet angehörig aufgefasst wurde, wo Physiotherapie und Orthopädie zu Hause sind. Nachdem sich aber allmählich eine speziellere chirurgische Orthopädie entwickelt hat, ist endlich *eine zunehmende Tendenz aufgetaucht, der Bewegungstherapie die ihr gebührende, grosse Bedeutung beizumessen*. So schreibt z. B. *Spitzzy*: »Man sah immer mehr ein, dass die Nachbehandlung schon während der Behandlung anfangen solle, wie ja überhaupt die Trennung zwischen Behandlung und Nachbehandlung vom klinischen Standpunkt ein Unding ist. So manche Nachbehandlung wäre durch eine vernünftige, nach orthopädischen Gesichtspunkten geleitete Behandlung überflüssig gemacht«.

Es darf nie vergessen werden, dass die wichtigste Funktion der Gelenke die Bewegung ist, dass aber die naturgemässe Heilungsmethode bei Gelenksaffektionen mit der Entstehung von Kontraktur, Ankylose und Deformität eng verknüpft ist. Gegen diese Mängel der »natürlichen« Heilung muss die Wissenschaft rechtzeitig ihre Kunst ins Feld führen.

Möge diese Arbeit das ihrige dazu beitragen, das Interesse für diese so wichtigen, oft aber unterschätzten, bewegungstherapeutischen Probleme anzufachen, besonders aber in Bezug auf die rein prophylaktische Behandlung.

ZUSAMMENFASSUNG

I.

Es wird eine kurze Übersicht über das Tonusproblem der quergestreiften Muskulatur gegeben, da ich es für zweifellos erachte, dass die Wege zur Lösung vieler rätselhafter Prozesse,

die bei der Kontrakturbildung vor sich gehen, im Verständnis des Tonus der quergestreiften Muskeln zu finden sind, wodurch dieses Problem die grösste Bedeutung für die chirurgische Gelenktherapie erlangt.

II.

Man gibt eine Übersicht über Versuche mit Immobilisation unbeschädigter Gelenke. Es zeigt sich, dass nicht viele experimentelle Untersuchungen hierüber angestellt worden sind und dass die vorhandenen ihr Interesse hauptsächlich auf die intrakapsulären Veränderungen gerichtet haben, während die Angaben über Muskel-Bindegewebsveränderungen spärlich und ungenau sind.

Auf ähnliche Weise wird eine Übersicht über verschiedene Anschauungen bezüglich der Entstehung der arthrogenen Kontraktur unter besonderer Rücksichtnahme auf die Pathogenese der Primärstellung gegeben, woraus hervorgeht, dass diese Anschauungen divergieren.

Um Klarheit über diese Verhältnisse zu schaffen, wurden Immobilisationsversuche an Tieren vorgenommen. Aus praktischen Gründen werden die Ausdrücke: funktionelle und organische Kontraktur eingeführt. Unter *funktioneller* Kontraktur ist eine Kontraktur zu verstehen, bei der sich noch keine organischen Veränderungen nachweisen lassen, die also in tiefer Narkose oder bei Nervendurchschneidung verschwindet, während man unter *organischer* Kontraktur eine Kontraktur versteht, die bei diesen Eingriffen nicht verschwindet.

Aus den Versuchen über die Immobilisation gesunder Gelenke geht hervor: 1) dass eine *funktionelle* Kontraktur sehr schnell entsteht und schon nach halbstündiger Immobilisation nachweisbar ist, 2) dass *funktionelle* Kontraktur in der Narkose verschwindet, nach Beendigung der Narkose aber wiederkehrt, 3) dass *organische* Kontraktur schon nach 2—3 tägiger Immobilisation zu konstatieren ist, 4) dass die Dauer der Kontraktur in keinem bestimmten Verhältnis zur Dauer der Immobilisation steht, und 5) dass man daraus schliessen kann, dass bei schlaffer Immobilisation eines Muskels eine Tonuserhöhung im betreffenden Muskel eintritt.

Bei einer Reihe von Versuchen wurde nun untersucht, welchen Anteil an der entstehenden Kontraktur die Muskelver-

änderungen haben (Muskel samt Bindegewebsapparat als eine organische Einheit aufgefasst) und was den rein kapsulären Veränderungen zuzuschreiben ist. Man sieht, dass die Kontraktur bei Immobilisation gesunder Gelenke vor allem den Muskeln zu verdanken ist, dass sich aber *gleichzeitig* eine Bewegungsbehinderung einstellt, die von Veränderungen in der Gelenkkapsel herrührt und die sich schon nach 4 Tagen deutlich nachweisen lässt. Man muss also schon nach wenigen Tagen Immobilisation der unbeschädigten Gelenke mit sowohl myogener wie kapsulärer Kontraktur rechnen.

Die durch diese Versuche gewonnenen Erfahrungen werden im Verhältnis zum Begriff: funktionelle Irritation näher behandelt.

III.

Aus den Untersuchungen über Tonus und Kontraktur in den vorhergehenden Abschnitten werden diejenigen Umstände hervorgehoben, die in bewegungstherapeutischer Hinsicht von besonderer Bedeutung sind: Bremsung, Tonuseinstellung, funktionelle und organische Kontraktur, sowie funktionelle Irritation.

Es wird eine Übersicht über das Verhältnis zwischen Prophylaxe und Nachbehandlung gegeben, so wie es von verschiedenen Verfassern aufgefasst wurde; ausserdem werden die verschiedenen Formen der Bewegungstherapie besprochen. Die Forderungen, die man an *eine rein prophylaktische Bewegungstherapie* stellen muss, werden präzisiert:

1. Die Bewegung muss vom ersten Tag der Erkrankung an verordnet werden können.
2. Die Bewegung muss so beschaffen sein, dass sie keine weitere Gefahr einer Progression der fokalen Krankheitsprozesse bedeutet.
3. Die Bewegung muss so sein, dass sie unter dem Irritationsminimum zu liegen kommt, das reflektorisch Tonuserhöhung und Spasmen hervorruft. (Ein kontrahierter Muskel kann wohl zerrissen, aber nicht gestreckt werden, wohingegen sich ein schlaffer Muskel mit Leichtigkeit strecken lässt).
4. Die Bewegung muss schmerzlos sein.
5. Die Bewegung darf eine eventuelle Wundheilung nicht beeinträchtigen.

6. Ungehinderte Wundbehandlung muss ermöglicht sein.
7. Die Bewegung muss physiologisch richtig sein.

Da diesen Forderungen auf keine andere Weise als durch eine technische Konstruktion stattgegeben werden kann, wird auf dieser Grundlage ein prophylaktisch wirkender Mobilisationsapparat angegeben, dessen Prinzip eine extrem langsame, unmerkliche, aber stetige Bewegung bildet, die indirekt vom Patienten selbst ausgeführt wird. Die Bewegung ist so langsam, schonend und gleichmässig, dass dieser Mobilisationsapparat bei allen akuten Gelenksaffektionen — infektiösen, traumatischen und operativen — gleich vom ersten Tag an in Gebrauch genommen werden kann.

Der Apparat selbst, sowie seine Anwendung an jedem einzelnen der grossen Gelenke wird beschrieben und danach die Krankengeschichten der ersten 56 Patienten mit verschiedenen Gelenksleiden wiedergegeben, bei denen man die Wirkungsart und Verwendbarkeit der erwähnten Mobilisationsmethode erprobt hat. Aus diesen Untersuchungen lässt sich schliessen, dass die angeführte Methode für den genannten Zweck vollkommen geeignet ist, sowie dass sie anderen Methoden gegenüber ganz bedeutende Vorteile besitzt.

RÉSUMÉ

I.

On donne un abrégé du problème du tonus des muscles striés, parceque je considère comme indubitable que la solution de beaucoup de processus problématiques qui se produisent au cours de la formation d'une contracture peut être trouvée par la compréhension du tonus des muscles striés. Ainsi, ce problème est de la plus haute importance pour la thérapeutique chirurgicale des articulations.

II.

Ensuite, on donne un rapport des expériences faites avec l'immobilisation des articulations non endommagées. On s'aperçoit qu'il n'y a pas encore beaucoup d'expérimentations sur ce sujet et que celles qui existent concentrent leur intérêt sur les

altérations intracapsulaires, tandis que les aperçus sur les altérations des muscles et du tissu conjonctif sont rares et approximatifs.

De même, on rend compte des diverses opinions émises sur la formation de la contracture arthrogène en considérant surtout la pathogénie de la position primaire, et on voit que ces opinions divergent beaucoup.

Afin d'élucider ces particularités, on a fait des expériences par immobilisation sur des animaux. Pour des raisons pratiques, on a adopté les expressions: contracture fonctionnelle et organique. Par contracture *fonctionnelle* on comprend une contracture où l'on ne peut pas encore constater des altérations organiques, donc une contracture qui disparaît pendant la narcose profonde ou bien par une coupure des nerfs, tandis qu'on appelle contracture *organique* celle qui ne disparaît pas, par suite de ces interventions.

Par ces expériences d'immobilisation des articulations saines, on s'aperçoit que: 1) la contracture *fonctionnelle* se produit très vite et peut être déjà constatée après une demi-heure d'immobilisation, 2) la contracture *fonctionnelle* disparaît pendant la narcose, mais se reproduit de nouveau après la fin de la narcose, 3) la contracture *organique* peut être constatée déjà après 2 ou 3 jours d'immobilisation, 4) la durée de la contracture n'est pas en rapport certain avec la durée de l'immobilisation, 5) on peut conclure que le tonus s'accroît par l'immobilisation d'un muscle détendu.

Par une série d'expérimentations on a examiné quelle part de la contracture naissante serait une conséquence des altérations dans les muscles (muscle et appareil de tissu pris comme unité organique), et quelle part serait due aux altérations capsulaires. On voit par cela que la contracture qui suit l'immobilisation d'une articulation saine est tout d'abord due aux muscles, mais qu'*en même temps* se produisent des obstacles de mobilité dus à des altérations dans la capsule articulaire que l'on peut déjà aisément constater après 4 jours. Ainsi, il faut compter sur une contracture myogène et une contracture capsulaire à la fin de quelques jours seulement après l'immobilisation d'une articulation saine.

On discute alors les expériences obtenues relativement à la définition: irritation fonctionnelle.

III.

Parmi les expérimentations sur le tonus et la contracture des chapitres précédents, on fait ressortir les circonstances d'un intérêt spécial au point de vue de la mobilité thérapeutique: »Bremsung«, ajustement du tonus, contracture fonctionnelle et irritation fonctionnelle.

On rend compte des rapports entre la prophylaxie et le traitement postérieur, tels qu'ils ont été conçus par plusieurs auteurs, et on discute les diverses manières de mobilité thérapeutique. Les conditions qu'il faut apporter à l'égard d'une *thérapeutique de mobilisation d'un caractère exclusivement prophylactique*, sont:

- 1) Il faut que la mobilisation puisse être ordonnée dès le premier jour de la maladie.
- 2) Le mouvement doit être tel qu'il n'augmente pas le danger d'une progression des processus focaux de la maladie.
- 3) La mobilisation doit être mise sous le minimum d'irritation qui provoque par reflet une augmentation du tonus ou bien des spasmes. (Un muscle contracté peut être déchiré, mais on ne peut pas l'étendre, tandis qu'un muscle détendu se laisse aisément allonger).
- 4) Le mouvement doit être sans douleur.
- 5) Le mouvement ne doit pas compromettre une cicatrisation éventuelle de la plaie.
- 6) Le traitement de la plaie ne doit pas être gêné par la mobilisation.
- 7) La mobilisation doit être précise au point de vue physiologique.

Comme ces exigences ne peuvent pas être remplies autrement que par une construction technique, on indique un appareil de mobilisation fondé là-dessus, qui opère d'une manière prophylactique et dont le principe consiste en une mobilité extrêmement lente, imperceptible, mais constante, pratiquée indirectement par le malade lui-même. Le mouvement est si lent, si doux et si égal que l'appareil peut être mis en usage dans tous les cas d'affection articulaire aigue — infectieuse, traumatique ou opérative — dès le premier jour.

On donne une description de l'appareil et de son application sur toutes les grandes articulations, et on résume l'essentiel des journaux des 56 premiers malades de différentes maladies arti-

culaires sur lesquels on a essayé le mode d'application et la manière de se servir de la méthode mentionnée. Par ces essais, on peut conclure que la méthode nommée est parfaitement applicable à cette fin, et qu'elle a beaucoup d'avantages sur d'autres méthodes.

SUMMARY

I.

A short report is given of the tonus problem of the striped musculature as it is considered out of all doubt that the key to the solving of many of the puzzling processes taking place at the formation of contracture is to be found in the understanding of the tonus of the striped muscles by which this problem becomes of the greatest importance for surgical joint therapeutics.

II.

A report is given on experiments with immobilisation of injured joints. It will be noticed that it is only a few experimental examinations that have been made on it and that those which are to be found chiefly point to the intracapsular alterations, while statements of alteration of muscle-connective tissue are scarce and approximate.

In the same manner a report is given on various views as to the origin of arthrogen contracture with a special view on the patogenesis of the primary position by which is seen that these views are divergent.

In order to elucidate these conditions immobilisation experiments on animals have been executed. For practical reasons the definitions: functional and organic contracture, are introduced and applied. By functional contracture one understands a contracture by which no organic alteration may yet be proved and which consequently disappears in deep narcosis or by nervecutting, whereas by organic contracture is understood a contracture which does not disappear by such intrenchments.

By the experiments on immobilisation of sound joints may be seen: 1) That a functional contracture arises very quickly and may be ascertained already upon half an hours immobilisa-

tion. 2) That functional contracture disappears under narcosis, but returns after the expiration of the narcosis. 3) That organic contracture may be proved already after 2—3 days immobilisation. 4) That the duration of the contracture does not stand in an absolute relation to the duration of immobilisation. 5) And the conclusion is that a tonus augmentation arises in a muscle by slackened immobilisation of this muscle.

It has now in a number of experiments been examined how great a part of the arising contracture is due to alterations in the muscles (muscle with connective tissue apparatus taken as an organic unity) and how great a part is due to absolute capsular alterations. This shows that contracture through immobilisation of sound joints is first of all due to the muscles, but it also shows that simultaneously a mobility hindrance due to alterations in the synovial capsule arises and that it may distinctly be proved already after 4 days. Consequently already after a few days immobilisation of uninjured joints both myogen and capsular contracture must be taken into consideration.

The experience gained by the experiments are discussed in relation to the notion: functional irritation.

III.

From the examinations of the preceeding parts on tonus and contracture the conditions which are of special importance in kinetic therapeutics regard: »Bremsung«, tonus setting, functional and organic contracture and functional irritation, are pointed out.

A report is given on the relation between prophylaxe and after-treatment, as it is understood by a number of authors, and the various forms of kinetic therapeutics are mentioned. The demands which must be made to an absolute prophylactic kinetic therapeutics are defined:

1. It must be possible to instruct motion from the first day of the illness.
2. The motion must be of such a kind that it does not involve increased danger for progression of the focal processes of disease.
3. The motion must be so that it is below the irritation minimum which reflectorically causes tonus augmentation or spasms. (A contracted muscle may be torn, but not

stretched, while a relaxed muscle easily suffers itself to be stretched).

4. The motion must be painless.
5. The motion must not compromise a possible wound healing.
6. Access to undisturbed wound treatment must be present.
7. The movement must be physiologically correct.

These demands being impossible of fulfilment in no other way than by a technical construction, a prophylactic working mobilisation apparatus is mentioned, the principle of which is an extremely slow, imperceptible, but constant movement, which is indirectly practised by the patient himself. The movement is so slow, so lenient and smooth, that this mobilisation apparatus may be used for all acute joint diseases,—infectious, traumatic, operative—from the very first day.

The apparatus and its application on each single of the great joints is described, whereupon reports are given on the first 56 patients with different joint complaints, where the mode of action and adaptability of the said mobilisation method has been tried. The conclusion of these examinations is that the said method is fully applicable for the intended purpose, also that the method offers great advantages before all other methods.

LITERATUR

- Barenne, D. d.*: Pflügers Arch. 166, 145, 1917.
Bayliss, W. M.: Principles of General Physiol. 4. Udg. 533, London 1924.
Beritoff, J.: Pflügers Arch. 205, 455, 1924.
Bethe, A.: Pflügers Arch. 142, 291, 1911.
Blumenthal: Zeitschr. f. orthop. Chir. 36, 571, 1916.
Boeke, J.: Anat. Anzeiger 35, 481, 1909 & 35, 193, 1910 & 44, 343, 1913
 & Internat. Monatschr. f. Anat. u. Physiol. 28, 377, 1911.
Boer, S. de: Zeitschr. f. Biologie 65, 239, 1915 & Pflügers Arch. 190, 41, 1921.
Botazzi, Ph.: Arch. f. Anat. u. Physiol. 375, 1901.
Brondgeest, P. J.: Arch. f. Anat. Physiol. u. wissenschaft. Medizin, 703, 1860.
Buytendyk, F. J.: Zeitschr. f. Biologie, 59, 36, 1913.
Campbell: Med. Journ. and Record, 122, 255, 1925.
Deike, E.: Pflügers Arch. 194, 473, 1922.
 Deutsche orthopäd. Gesellschaft's Kongres 1916: Zeitschr. f. orthop. Chir. 36, 427, 1916.
Fick, W.: Deutsche Zeitschr. f. Chir. 206, 157, 1927.
Fischl & Kahn: Pflügers Arch. 219, 33, 1928.

- Fischer Timbrell*: Lancet 541, 1923.
- Forbes, A.*: Physiological Reviews. 2, 361, 1922.
- Frank, E.*: Berlin. klin. Wochenschr. 1057 & 1090, 1919.
- Friedländer, F.*: Deutsche Zeitschr. f. Chir. 196, 121, 1926.
- Frölich & H. Meyer*: Arch. f. exp. Pathol. u. Pharm. 79, 55, 1916 & 87, 173, 1920.
- Fuchs*: Münch. med. Wochenschr. 38, Beil. 1304, 1915.
- Hagenback-Burckhardt*: Zeitschr. f. orthop. Chir. 18, 358, 1907.
- Haglund, P.*: Die Prinzipien der Orthopädie. 171 o. flg. spec. 175—177. 1. Udg. Jena 1923.
- Hansen, Hoffmann & v. Weizsäcker*: Zeitschr. f. Biologie. 75, 121, 1922.
- Hirsch*: Deutsche med. Wochenschr. 12, 336, 13, 374, 1915.
- Hoffmann, P.*: Zeitschr. f. Biologie. 58, 55, 1912 & 68, 351, 1918.
- Hoogenhuyze, van & Verploegh*: Zeitschr. f. physiol. Chemie. 57, 161, 1908.
- Hunter (& Royle)*: Brit. med. Journ. I 3344, 197, II 3345, 251, III 3346, 298, IV 3348, 398, 1925.
- Jansmas, J.*: Zeitschr. f. Biologie. 65, 365, 1915.
- Joachimsthal*: Arch. f. klin. Chir. 54, 503, 1897.
- Kahn, R.*: Pflügers Arch. 205, 381, 1924.
- Kries, v.*: Pflügers Arch. 190, 66, 1921.
- Koenig, F.*: Centralbl. f. Chir. 52, 1145, 1893.
- Lange, W.*: Ueber funktionelle Anpassung. Berlin 1917.
- Langelaan, J.*: Brain 38 III, 235, 1915.
- Lewy, F. H.*: Die Lehre vom Tonus und der Bewegung. Berlin 1923.
- Liddell & Sherrington*: Proceed of the Royal Soc. B. 96, 212, 1924 & B. 97, 267, 1925.
- Lindhard, J.*: Skand. Arch. f. Physiol. 40, 145, 1920.
- Lullies, H.*: Pflügers Arch. 214, 416, 1926.
- Magnus & de Kleijn*: Pflügers Arch. 145, 455, 1912.
- Menzel, A.*: Arch. f. klin. Chir. 12, 990, 1871.
- Meyer, A. V. & Spiegel*: Deutsche Zeitschr. f. Chir. 162, 128 & 146, 1921.
- Moll, A.*: Arch. f. path. Anat. (Virchow's) 105, 466, 1886.
- Mommsen, F.*: Zeitschr. f. orthop. Chir. 42, 321, 1922.
- Mosso, A.*: Archiv. Italien. de Biolog. 41, 183, 1904.
- Müller, W.*: Biologie der Gelenke. — Verlag Barth. Leipzig 1929.
- Noman, van H.*: Dissert. Leyden 1881, 76.
- Parnas, J.*: Pflügers Arch. 134, 1910.
- Payer, E.*: Arch. f. klin. Chir. 148, 404, 1927.
- Pekelharing & v. Hoogenhuyze*: Zeitschr. f. physiolog. Chemie 64, 262, 1910.
- Rehn, E.*: Deutsche Zeitschr. f. Chir. 162, 155, 1921.
- Reyher, C.*: Deutsche Zeitschr. f. Chir. 3, 189, 1873.
- Rieger*: Untersuchungen von Muskelzuständen. Verlag G. Fischer. Jena 1906.
- Riemke*: Zentralbl. f. Chir. 30, 1887, 1926.
- Riesser, O.*: Handb. d. norm. u. path. Physiologie, udg. af *Bethe, Bergmann, Emden & Ellinger*. 8, I Del, 1925. Der Muskeltonus 192.
- Rothfuchs*: Münch. med. Wochenschr. 3, 93, 1916.

- Roux, W.*: Jenaische Zeitschr. f. Med. u. Naturwissenschaft. 16, 358, 188.
- Samojloff & Kisselleff*: Pflügers Arch. 218, 268, 1928 & 221, 807, 1929.
- Saphier, J.*: Münch. med. Wochenschr. 22, 668, 1921.
- Saxl, A.*: Zeitschr. f. orthop. Chir. 52, 276, 1930.
- Sherrington, C. S.*: Journ. of Physiol. 22, 319, 1898 & Brain, 38 III, 191, 1915.
- Spiegel, E. A.*: Klin. Wochenschr. 7, 288 1923 & Der Tonus der Skelettmuskulatur. — Monographien aus dem Gesamtgebiete der Neurologie und Psychiatrie, 51, 52, 1927.
- Spitzzy, H.*: Zeitschr. f. orthop. Chir. 37, 1, 1917.
- Trendelenburg*: Pflügers Arch. 136, 429, 1910.
- Uexküll, v. J.*: Zeitschr. f. Biologie. 44, 269, 1903.
- Wachholder, K.*: Pflügers Arch. 200, 511, 1923.
- Weizsäcker, v.*: Deutsche med. Wochenschr. 49, 1483, 1923.
- Wertheimer, E.*: Pflügers Arch. 205, 634, 1924.
- Willems*: Bulletins et mém. de la Soc. de Chir. de Paris. 49, 144, 1923.