BIBLIOTECA LANCISIANA
BIBLIOTECA MEDICA ROMA
MISCELL.
B 3
6

SEPARATABDRUCK

AUS DEM

ARCHIV FÜR HYGIENE.

R. BIBLIOTECA MEDICA ROMA
BIBLIOTECA LANCISIANA S. SPIRITO IN SASSIA

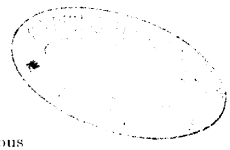
BIBLIOTHECA LATINISLAVA S. SPIRITUS

Untersuchungen über die Wirkung der Massage auf die Muskeln des Menschen.

Von

Dr. Arnaldo Maggiora,

Professor der Hygiene an der kgl. Universität zu Modena.



> Lucta et fricatio externis corporis partibus magis laborem exhibent, calefaciunt autem carnem et corroborant ac augeri faciunt ob hanc causam.
>
> Hippocratis, Opera omnia, Vol. I. p. 236.
> De dieta. (Lugduni Batav. 1665. apud Gaasbeckjos).

Es ist schon seit den ältesten Zeiten bekannt, dass die Massage eine wohlthätige Wirkung auf die Funktion des Muskelsystems ausübe. Die griechischen Gymnasten, die römischen Athleten und Gladiatoren pflegten, um die Resistenz und Elastizität ihrer Muskeln zu steigern, vor dem Beginne des Kampfes energisch Glieder und Brust zu schmieren und zu reiben. Die alte Medizin bediente sich in ausgedehntem Maasse der Massage als hygienisches und therapeutisches Mittel[1]); die moderne

1) Es ist von der hygienischen und therapeutischen Anwendung mechanischer Mittel die Rede in dem berühmten indischen Buche »Susruta« und im »Cong Fou« der Chinesen, in viel ausgedehnterem Maasse aber bei Hippokrates, loc. cit. und in: De internis affectionibus, De morbis, und speciell bei Galen: De sanitate tuenda liber II. p. 69 und liber III. p. 76 u. d. f. (Venetiis apud Juntas 1597). Die ἀποθεραπεία und die παρασκευή, welche Galen den Gymnasten empfahl, bestanden wesentlich in einer Reihe von Massagemanövern. Siehe auch Celsius, lib. II. p. 58 und III. p. 108 u. d. f. (A. Cornelii Celsi, De medicina libri octo. Auflage von Daremberg. Lipsiae in aedibus Teubneri MDCCCLIX.) Bei den lateinischen und griechischen Klassikern, wie bekannt, findet man oft Stellen, welche beweisen, dass die Massage, sowohl als therapeutisches als auch hygienisches Mittel, allgemein im Brauche war.

Heilkunde entzog sie den Empirikern, in deren Händen sie lange Zeit vergessen lag, und indem sie deren Anwendungsweise besserte, wurde in der Massage, wie in anderen physikalischen und mechanischen Mitteln ein therapeutischer Factor von grosser Bedeutung erkannt.[1])

Aber auch die moderne Medizin zog Nutzen von den praktischen Vortheilen, welche die Massage in der Therapie bieten konnte, ehe sie genau deren physiologische Action studirte; und während in den Handbüchern und in speciellen Arbeiten Technik und Anwendungsweisen in den verschiedenen Krankheiten speciell angeführt sind, ist die Analyse der Erscheinungen, welche die Massage beim Menschen hervorruft, trotz werthvoller Arbeiten heutzutage noch sehr unvollkommen.

Um einen Beitrag zum Studium derselben zu liefern, habe ich auf Anrathen des Herrn Prof. Mosso in dessen Laboratorium eine Reihe von Untersuchungen über die Wirkung der Massage auf die Muskeln des Menschen unter verschiedenen physiologischen Bedingungen angestellt.[2])

Bei meinen Untersuchungen bediente ich mich der Methoden des Herrn Prof. Mosso für das Studium der Muskelarbeit und der Ermüdung.[3])

Zabludowski hat in einer Arbeit aus dem Laboratorium von Prof. Kronecker[4]) gezeigt, dass die ermüdeten Muskeln des

1) Betreffs der mediz. Literatur sind zu consultiren: Schreiber: »A manual of treatment by massage and methodical muscle exercise«, Uebersetzung aus dem Deutschen, Philadelphia 1887; Hühnerfaut: »Handbuch der Massage«, Leipzig 1887; Reibmayr: »Die Massage und ihre Verwerthung in den verschiedenen Disciplinen der praktischen Medicin«, Wien 1887; Derselbe: »Die Unterleibs-Massage«, Leipzig 1889; G. S. Vinaj: »Il massaggio«, Milano 1891. In letzter Arbeit ist auch auf eine vollständige Weise die physiologische Abtheilung der mediz. Literatur ausgesetzt.

2) Eine vorläufige Mittheilung über diese Arbeit erschien unter dem Titel »Contributo allo studio dell azione fisiologica del massaggio« im Giornale della R. Società Italiana d'Igiene 1890.

3) Atti della R. Accad. dei Lincei 1888; Archiv f. Anat. u. Physiol. 1890.

4) »Ueber die physiol. Bedeutung der Massage.« Centralblatt f. d. med. Wissensch. 1883, S. 242.

Frosches sich unter der Einwirkung der Massage rasch erholen und neuerdings Contractionen geben, welche gleich oder nur wenig verschieden von denjenigen sind, welche sie in vollständiger Ruhe zu leisten vermögen, während eine kurze Ruhezeit für dieselben fast ganz ohne Effekt ist. Bei seinen Experimenten am Menschen hat Zabludowski gleichfalls beobachtet, dass nach einer ermüdenden Arbeit eine Ruhe von 15 Min. ganz ungenügend war, um die Muskeln wieder herzustellen, dass diese aber, wenn sie 5 Min. lang massirt wurden, wieder wie unter normalen Bedingungen arbeitsfähig wurden.

Zabludowski ermüdete in seinen Experimenten die Muskeln des Vorderarmes, indem er sie sehr oft mit dem Rhythmus von 1 Sec. in der Weise contrahiren liess, dass die Hand, ein Gewicht von 2 kg haltend, die Schulter berührte. Die experimentirende Person selbst zählte die Contractionen.

In meiner Arbeit über die Gesetze der Ermüdung[1]) habe ich einige Experimente veröffentlicht, welche mit dem Ergographen von Mosso ausgeführt wurden. Dieselben bestätigen die Angaben von Zabludowski und zeigen:

1. dass in dem durch den Hunger geschwächten Muskel die Resistenz durch die Massage wesentlich gebessert werden kann;

2. dass die Massage jene Anhäufung von Ermüdung im Muskel, welche durch Ausführung von zeitlich zu nahe gelegenen Arbeiten entsteht, verhindern kann, und ermöglicht, dass derselbe eine erheblich grössere mechanische Arbeit als nach einer acquivalenten Ruhe leisten könne.

Wenn z. B. ein Muskel eine gewisse Zeit hindurch die Ermüdungscurve mit einem bestimmten Gewichte und mit Ruheperioden von bloss 15 Min. schreibt, so wird er schon nach zwei oder höchstens drei normalen Aufzeichnungen zur Ausführung der normalen Quantität von mechanischer Arbeit unfähig, und seine Kräfte nehmen progressiv ab; wenn wir hingegen die Ruheperioden von 15 Min. durch gleich lange Massageperioden

1) Atti della R. Accademia dei Lincei, Roma 1888. Archiv f. Anatomie und Physiol. 1890.

ersetzen, dann vermag der Muskel achtmal eine normale Ermüdungscurve zu schreiben. Während der Muskel im ersten Falle in zwei Stunden eine Quantität von Arbeit liefert, die gleich x ist, wird man im zweiten Falle in derselben Zeit eine mechanische Arbeit erhalten können, die gleich 4 x ist und noch mehr.

Gehen wir jetzt zur Prüfung einiger anderer Thatsachen über.

A. Wirkung der Massage auf die ruhenden Muskeln.

I.

Ich habe erst festzustellen gesucht, ob die Massage die Quantität der Arbeit, welche ein Muskel nach vollständiger Ruhe, wenn er sich mit einem bestimmten Gewichte und Rhythmus bis zur Ermüdung contrahirt, zu steigern vermag oder nicht.

1. Experiment.

Ich[1]) schreibe am 30. November 1890 um 8^h und 11^h Vormittag successive die normale Ermüdungscurve des Beugers des linken und rechten Mittelfingers mit dem Gewichte von 3 kg und dem Rhythmus von 2 Sec. Die Contractionen sind so gross wie möglich und willkürlich.

Ich wiederhole am nächsten Tage zu denselben Stunden die Nervenaufzeichnung unter identischen Bedingungen bezüglich des Gewichts, des Rhythmus, der Art und Weise der Contraction, lasse aber einer jeden Curve eine 3 Min. lang dauernde Periode von Massage vorausgehen, die abwechselnd in Reibung, Schlägen und Kneten[2]) besteht. Ich erhielt auf diese Weise 16 Aufzeichnungen, von welchen ich nur die erste eines jeden Tages wiedergebe, die sich auf die linke Hand bezieht (Fig. 1 und 2),

1) A. Maggiora, 28 Jahre alt, Gewicht 67 kg, Höhe 1,74 m, Muskelsystem gut entwickelt, panniculus adiposus sparsam.

2) Die Massage wurde in diesem wie in den anderen Experimenten immer mit derselben Energie, von derselben Person, und zwar dem Herrn C. Colombo, einem Zögling des physiologischen Instituts, ausgeführt.

und in der Tabelle 1 sind die Zahlen enthalten, welche die Hubhöhe und die vom Muskel jedesmal geleistete mechanische Arbeit in Kilogrammen angeben.

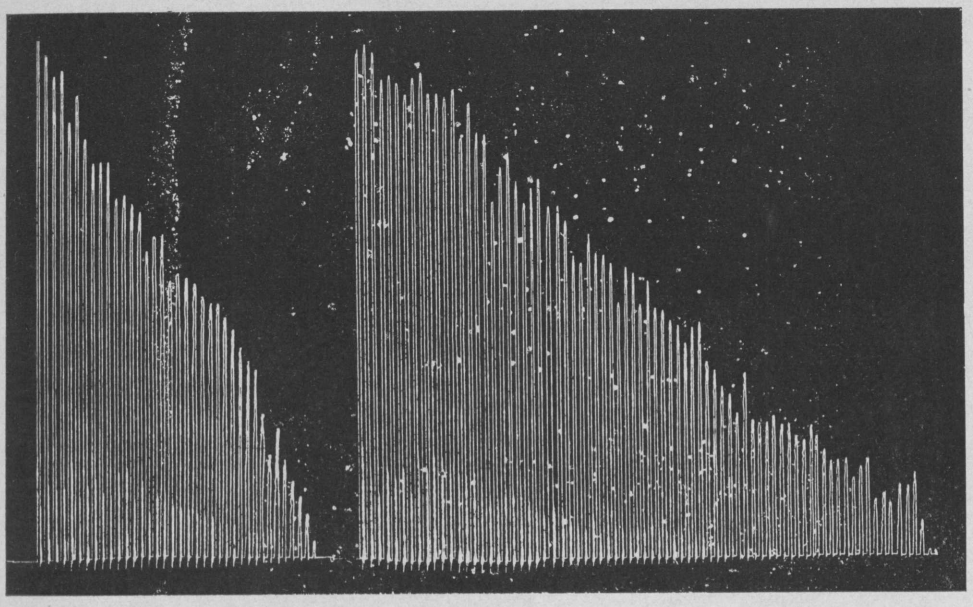


Fig. 1. Fig. 2.

Fig. 1. Normale willkürliche Ermüdungscurve beim Beuger des linken Mittelfingers mit dem Gewichte von 3 kg und dem Rhythmus von 2 Sec.

Fig. 2. Curve derselben Muskeln mit demselben Gewichte und Rhythmus unter der Einwirkung der Massage 3 Min. lang. (Hiezu Tabelle 1 auf S. 146.)

Es geht aus der Prüfung der Fig. 1 und 2 und aus den Daten der vorangehenden Tabelle hervor, dass die Beuger des Mittelfingers der linken Hand bei willkürlicher Contraction mit dem Rhythmus von 2 Sec. und einem Gewichte von 3 kg unter normalen Bedingungen eine mechanische Arbeit von 4,272 kgm im Mittel produciren, während sie unter der Einwirkung einer 3 Min. dauernden Periode von Massage eine grössere Arbeit, und zwar 8,019 kg erzeugen; ähnliche Resultate wurden auch bezüglich

Aufzeichnung	Stunde	Linke Hand				Rechte Hand			
		Normal 30. XI. 90		Massage 1. XII.		Normal 30. XI. 90		Massage 1. XII.	
		Hubhöhe	Mechan. Arbeit	Hubhöhe	Mechan. Arbeit	Hubhöhe	Mechan. Arbeit	Hubhöhe	Mechan. Arbeit
		m	kgm	m	kgm	m	kgm	m	kgm
1. Fig. 1	8 Uhr Vormittag	1,424	4,272						
2. Fig. 2	8 » »			2,673	8,019				
3.	8 » »					1,387	4,161		
4.	8 » »							2,221	6,663
5.	11 » »	1,458	4,374						
6.	11 » »			2,801	8,403				
7.	11 » »					1,323	3,969		
8.	11 » »							2,331	6,993
9.	2 » Nachmittag	1,534	4,602						
10.	2 » »			2,793	8,379				
11.	2 » »					1,699	4,977		
12.	2 » »							2,286	6,858
13.	5 » »	1,650	4,950						
14.	5 » »			2,450	7,350				
15.	5 » »					1,379	4,137		
16.	5 » »							2,540	7,620
	Gesammtzahl		18,198		32,151		17,244		28,134
	Mittelzahl		4,5495		8,0377		4,311		7,0335

der rechten Hand erhalten. Die Steigerung der Arbeit besteht nicht in einer Zunahme der Höhe der ersten Contractionen, sondern in einer grösseren Zahl derselben und darin, dass sie langsamer abnehmen. Infolge dieser Modificationen erleidet auch die Curve Aenderungen; während sie in der ersten Figur einem wenig accentuirten ital. **S** ähnlich sieht, hat sie in der zweiten mehr die Form des Bogens einer Parabel. Die letztere Variation ist jedoch nicht constant.

In diesem ersten Experimente bediente ich mich constant eines Gewichtes von 3 kg, in anderen Experimenten jedoch, deren Beschreibung ich hier der Kürze halber unterlasse, konnte ich mich von der wohlthätigen Wirkung der Massage auch bei Anwendung von Gewichten verschiedener Grösse (2, 4 bis 6 kg) überzeugen.

Nachdem diese Thatsachen in den willkürlich arbeitenden Muskeln erkannt wurden, war es wichtig, zu bestimmen, ob dieselben sich auch dann wiederholten, wenn die Muskeln sich durch elektrische Reizung ihrer Nerven oder durch direkte Reizung contrahiren.

Zu diesem Zwecke machte ich das 3. und 4. Experiment.

3. Experiment.

Am 7. Dezember 1890 um 8^h Vorm. schreibe ich die normale Ermüdungscurve der Beuger des linken Mittelfingers mit dem Gewichte von 2 kg, indem ich mit dem Rhythmus 2 Sec. den nervus medianus auf elektrischem Wege mittels einer Zahl von Inductionsschlägen eines Du Bois Reymond'schen Schlittens reizte, dessen primärer Stromkreis von 4 Bunsen'schen Elementen herrührte. Eine jede Reizung dauerte 30/100 Sec. mit 16 Unterbrechungen, Reizeinheiten 1000 [1])

1) Der Mechanismus, welcher Oeffnung und Schliessung des primären Stromkreises und die Dauer der Reizung bestimmte, war von einem starken, ungefähr 4 m hohen Pendel von Eisen gebildet, das im Laboratorium des Herrn Prof. Mosso verfertigt wurde. Die Constanz der Länge der Schwankungen in diesem Apparate wird durch eine besondere Einrichtung erzielt,

Zwei Stunden nachher schreibe ich wieder die Curve derselben Muskeln mit demselben Gewichte, Rhythmus und Reize, aber mit vorausgehender Massage des Vorderarmes 3 Min. lang.

Um $12^h 30'$ wurde eine andere normale Curve mit dem Gewicht von 3 kg und elektrischer Reizung des Nerven von derselben Dauer und Frequenz, aber mit der Intensität von 1250 Reizeinheiten (Fig. 3) geschrieben, und um $2^h 45'$ Nachm. wiederholte ich dieselbe Aufzeichnung mit demselben Gewicht, Rhythmus, Intensität und Reizdauer, aber mit vorausgehender 3 Min. lang dauernder Massage (Fig. 4).

Um 5^h und $7^h 15'$ Nachm. schliesslich schreibe ich die normale Ermüdungscurve der Beuger des Mittelfingers erst unter normalen Bedingungen, dann unter der Mitwirkung einer 3 Min. lang dauernden Massage, mit dem Gewichte von 4 kg, derselben Reizdauer und derselben Zahl von Unterbrechungen, aber mit einer Intensität von 1375 Reizeinheiten.

Die erhaltenen Resultate sind in der Tab. 3 wiedergegeben.

Fig. 3. 3. Aufzeichnung des 3. Experiments. Normale Ermüdungscurve der Beuger des linken Mittelfingers, mit dem

und ihre Frequenz kann je nach dem Bedürfnis modificirt werden. Ein kleiner metallischer Stab, welcher, senkrecht auf die Achse des Pendels fixirt, von diesem isolirt ist und mit dem primären Stromkreis communizirt, reibt sich während eines Theiles der Schwingung gegen eine metallische Fläche von dreieckiger Form, welche graduirt und berechnet ist, und welche mittels einer Schraube in verschiedener Höhe fixirt werden kann, wodurch die Contactfläche und die Dauer der Berührung gesteigert oder vermindert werden kann. Diese dreieckige metallische Fläche communizirt ihrerseits mit dem primären Stromkreise, so dass die Schliessung erfolgt, wenn dieselbe und der kleine metallische Stab sich berühren. Die Elektroden, welche zum Oberarm den induzirten Strom führten, waren von zwei metallischen, den Drahtschliessern anhängenden Plättchen von 4 cm Durchmesser gebildet, welche mit einem feinen Schwämmchen und einer Schicht von hydrophiler Baumwolle überkleidet waren, die mit gegerbtem Handschuhleder bedeckt war. Eine von den Elektroden wurde am unteren Winkel der äusseren oder Schulterblatt-Oberarmseite der Achselhöhle, die andere an der inneren Seite des Oberarms, entsprechend dem nervus medianus, ungefähr 8 cm über der Ellbogenbeuge, und zwar mittels elastischer graduirter Streifen applicirt. Damit dies immer an demselben Punkte geschehe, habe ich den Ort der Applikation auf der Haut der Oberarme mittels Silbernitrat bezeichnet.

Gewichte von 3 kg und dem Rhythmus von 2 Sec. Reizung des nervus medianus.

Fig. 4. 4. Aufzeichnung des 3. Experiments. Ermüdungscurve derselben Muskeln mit demselben Gewicht und Rhythmus; unter dem Einfluss der 3 Min. lang dauernden Massage. Elektrische Reizung der nervus medianus wie bei Fig. 3.

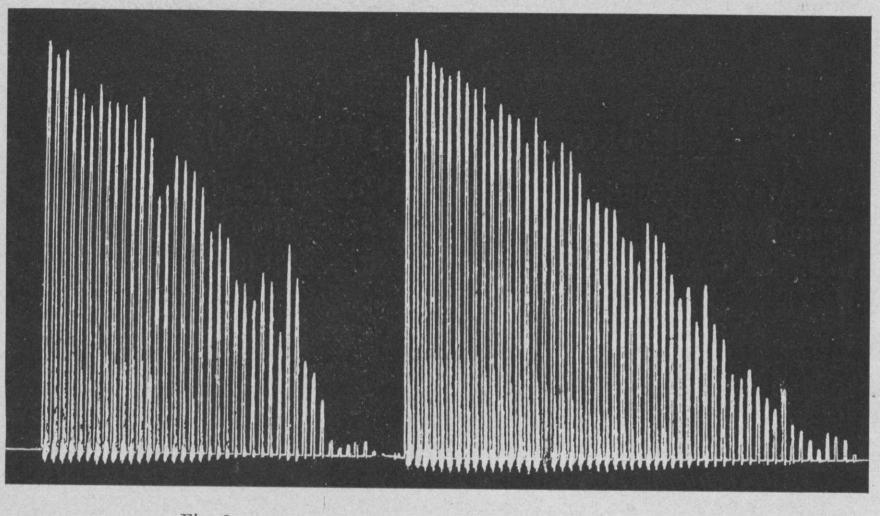


Fig. 3. Fig. 4.

3. Tabelle.

Linke Hand. Rhythmus 2 Sec.

Aufzeichnung	Stunde	Gewicht	Intensität der Reizung	Normale		Massage 5′ lang	
				Hubhöhe	Mechan. Arbeit	Hubhöhe	Mechan. Arbeit
				m	kgm	m	kgm
1.	8 Vorm.	2 kg	1000	1,690	3,380		
2.	$10{,}^{15}$ »	2 »				2,200	4,400
3. Fig. 3	$12{,}^{30}$ Mittag	3 »	1250	1,164	3,492		
4. Fig. 4	$2{,}^{45}$ Nachm.	3 »				1,560	4,680
5.	5 »	4 »	1375	0,922	3,688		
6.	$7{,}^{15}$ »	4 »				1,245	4,980

Wir sehen, dass die wohlthätige Wirkung der Massage auf die Steigerung der Resistenz der Muskeln sich auch dann geltend macht, wenn die Beuger des Mittelfingers sich auf eine elektrische

Reizung ihrer Nerven contrahiren, und zwar ebensowohl für 2, wie für 3 oder 4 kg.

Die Steigerung ist auch in diesem Falle nicht einer bedeutenderen Höhe der ersten Contractionen, sondern der grösseren Zahl und dem langsameren Abnehmen derselben zuzuschreiben. Ich wiederholte dieses Experiment mit kleineren Gewichten und erhielt ein analoges Resultat.

4. Experiment.

Direkte Reizung der Muskeln.[1])

Am 9. Dezember 1890 um 8^h Vormittag schreibe ich die normale Ermüdungscurve des Beugers des rechten Mittelfingers mit dem Gewichte von 750 g und dem Rhythmus von 2 Sec. mit einer Reizung von 850 Reizeinheiten, von der Dauer von 30/100 Sec. und 14 Unterbrechungen. Eine der Elektroden von 5 cm Durchmesser wird auf die vordere Fläche des Vorderarms, in der Gegend des Ursprungs der Beuger, ungefähr 4 cm unter der Ellbogenbeuge angelegt, die andere von 2 cm Durchmesser etwas tiefer auf die Beuger selbst. Um $10^h 15'$ Vorm. wird dasselbe Experiment nach einer 5 Min. lang dauernden gemischten Massage wiederholt. Um $12^h 30'$ und $2^h 45'$ werden zwei andere analoge Experimente gemacht, und zwar eines unter gewöhnlichen Bedingungen, das andere mit Massage, mit einem Gewichte von 1 kg und einem Reize von = 1050.

Später um 5^h und $7^h 15'$ werden noch zwei andere Curven, eine normale und eine andere mit Massage und einem Gewicht von 1500 g geschrieben. Es werden auf diese Weise 6 Curven erhalten, die ich der Kürze halber nicht mittheile; in der

1) Beim Studium der Wirkung der Massage auf die Muskeln, welche sich auf directe elektrische Reizung contrahiren, muss man viel weniger starke Ströme und folglich kleinere Gewichte anwenden, als wenn man ohne Massage experimentiren will, und zwar aus dem Grunde, weil die Massage durch beträchtliche Steigerung der Hautsensibilität gegen Schmerzen Ströme unerträglich macht, die unter normalen Bedingungen ganz gut vertragen werden.

Tabelle 4 werden die Zahlen wiedergegeben, welche die Hubhöhe und die jedesmal ausgeführte mechanische Arbeit ausdrücken.

4. Tabelle.
Rechte Hand. Rhythmus 2 Sec.

Aufzeichnung	Stunde	Gewicht	Intensität der Reizung	Normale		Massage 5' lang	
				Hubhöhe	Mechan. Arbeit	Hubhöhe	Mechan. Arbeit
		g	Reizeinheit	m	kgm	m	kgm
1.	8 Vorm.	750	850	1,189	0,88175		
2.	$10{,}^{15}$ »					1,638	1,2285
3.	$12{,}^{30}$ Mittag	1000	1050	0,922	0,922		
4.	$2{,}^{45}$ Nachm.					1,174	1,174
5.	5 »	1500	1250	0,602	0,902		
6.	$7{,}^{15}$ »					1,932	1,898

Es geht aus diesen Daten hervor, dass die Massage die Quantität der mechanischen Arbeit, welche die Muskeln nach einer vollständigen Ruhe vor dem Ermüden ausführen können, auch dann erheblich zu steigern vermag, wenn die Muskeln direct mit elektrischen Strömen gereizt werden.

Der grössere Theil des Nutzeffekts ist auch in diesem wie in den vorangegangenen Experimenten nicht einer im Beginne statthabenden Steigerung der ersten Contractionen, sondern einer Zunahme der Resistenz des Muskels zuzuschreiben, die sich durch eine grössere Zahl von Contractionen und ein langsameres Abnehmen derselben äussert.

II.

In diesem Kapitel habe ich zu entscheiden versucht, ob die wohlthätige Wirkung der Massage proportional der Dauer wachse.

5. Experiment.

Am 10. Dezember 1890 um 8^{h} Vorm. schrieb ich die normale Ermüdungscurve der Beuger des linken Mittelfingers mit dem Gewichte von 3 kg und einer Contractionsfrequenz von 2 Sec.; und gleich darauf die Curve der Muskeln der rechten Seite unter gleichen Bedingungen.

Um 10^{h} 15', 12^{h} 30', 2^{h} 45' und um 5^{h} schrieb ich successive die Curve derselben Muskeln, mit demselben Gewichte und

Rhythmus, aber nach einer gemischten Massage, die erst 2, dann 5, dann 10 und schliesslich 15 Min. dauerte. Ich erhielt so 10 Curven, von denen ich der Kürze halber bloss die dritte (Fig. 5) und die fünfte (Fig. 6) mittheile, welche die Wirkung der Massage zeigen, die an den Muskeln der linken Seite 2 resp. 5 Min. lang gemacht wurde.

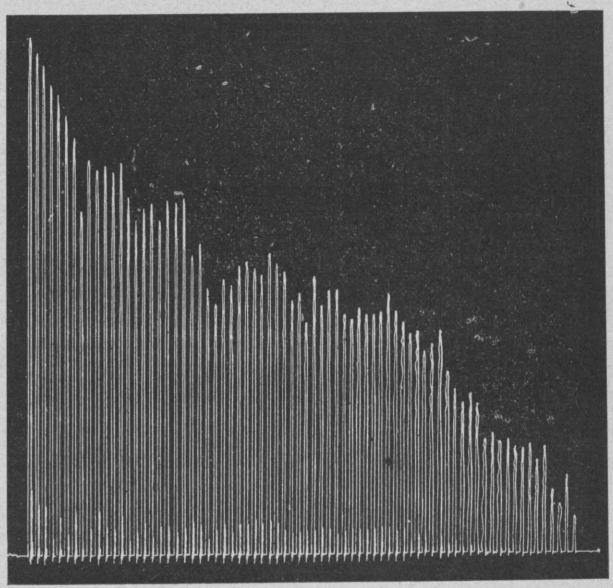


Fig. 5.

Um sich von diesem Effekte in evidenterer Weise zu überzeugen, vergleiche man jene Figuren mit der Fig. 1, welche die normale Ermüdungscurve derselben Muskeln bei derselben Person darstellt. In der Tabelle 5 wird die jedesmal geleistete mechanische Arbeitsquantität angegeben.

Fig. 5. 3. Aufzeichnung des 5. Experiments. Ermüdungscurve der Beuger des linken Mittelfingers mit dem Gewichte von 3 kg und dem Rhythmus von 2 Sec. Wirkung der 2 Min. lang dauernden Massage.

Fig. 6. 5. Aufzeichnung. Curve derselben Muskeln mit demselben Gewicht und Rhythmus. Wirkung einer 5 Min. lang dauernden Massage.

Aus den Figuren 5 und 6 und aus den numerischen Daten der Tabelle 5 (Seite 154) geht hervor, dass schon eine nur 2 Min. lang dauernde Massage eine empfindliche Steigerung der Quantität der von den Muskeln geleisteten Arbeit producirt, dass der Nutzeffekt bedeutend steigt, wenn die Massage 5 Min. lang dauert, und dass in diesem Mittel fast der ganze Nutzeffekt liegt, den man durch die Massage erhalten kann. Durch Verlängerung der Zeitdauer der

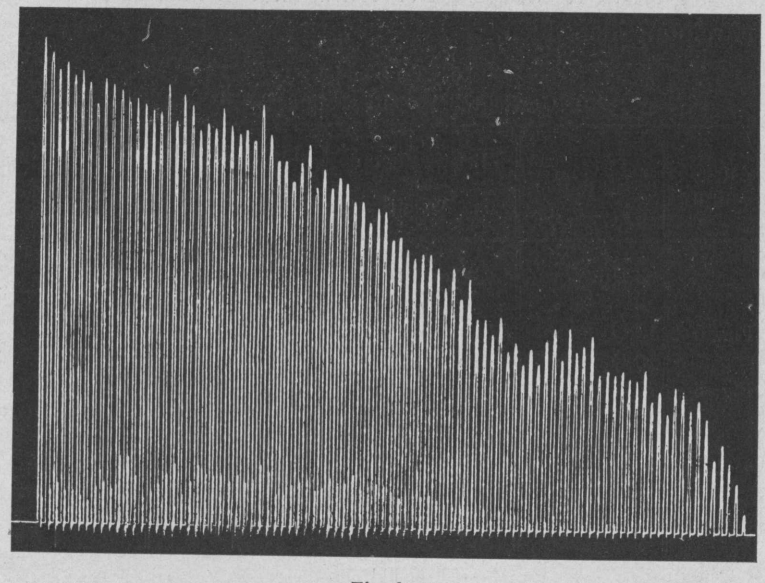


Fig 6.

Massage auf 10 Min. erfolgte statt einer Steigerung eine leichte Verminderung für die linke Hand; für die rechte dagegen eine Steigerung bloss um 0,216 kgm. Durch Fortsetzung der Massage 15 Min. lang zeigte zwar die linke Hand eine sehr geringe Zunahme der mechanischen Arbeit im Vergleiche mit derjenigen, die bei der nur 10 Min. lang dauernden Massage erhalten wurde, ohne aber diejenige Quantität zu erreichen, welche die Muskeln nach einer 5 Min. lang dauernden Massage erzeugten.

In anderen analogen Experimenten, in welchen das Verhältnis der mechanischen Arbeitsquantität, die bei 2 und 5 Min. lang dauernder Massage erhalten wurde, constant blieb, wurde eine leichte, aber progressive Steigerung an beiden Händen bei

Massirung 5, 10 und 15 Min. lang bemerkt. Ich habe absichtlich dieses Experiment mitgetheilt, um die Schwankungen anzudeuten, welche die Resistenz der Muskeln und die Wirkung der Massage innerhalb der Grenzen derselben physiologischen Bedingungen darbieten können.

Experimente an Muskeln, welche sich durch die elektrische Reizung ihrer Nerven oder durch directe Reizung contrahiren, ergaben gleiche Resultate. Der Kürze halber unterlasse ich die Beschreibung derselben.

5. Tabelle.
Gewicht 3 kg. Rhythmus 2 Sec.

Auf-zeichnung	Stunde	Bedingungen der Arbeit	Linke Hand		Rechte Hand	
			Hubhöhe	Mechan. Arbeit	Hubhöhe	Mechan. Arbeit
			m	kgm	m	kgm
1.	3 Uhr Vorm.	normal	2,075	6,225		
2.	3 » »	»			2,099	6,297
3. Fig. 5	10,15 »	Massage 2′ lang	2,595	7,785		
4.	10,15 »	» 2′ »			2,610	7,830
5. Fig. 6	12,30 Nachm.	» 5′ »	3,576	10,728		
6.	12,30 »	» 5′ »			3,450	10,350
7.	2,45 »	» 10′ »	3,227	9,681		
8.	2,45 »	» 10′ »			3,523	10,569
9.	5 »	» 15′ »	3,420	10,260		
10.	5 »	» 15′ »			3,490	10,470

III.

Wirkung der hauptsächlichen Massage-Manöver.

Ich versuchte nachzuweisen, ob die verschiedenen Massage-Manöver verschieden auf die Arbeitsfähigkeit des Muskels einwirken. Die hauptsächlichen unter denselben sind, wie bekannt, drei: das Reiben, Schläge mit der Palmarseite der Finger oder dem äusseren Rande der Hand, oder mit der Faust, und das Kneten.

8. Experiment.

Am 30. November 1890 um 8^h Vorm. schreibe ich die Ermüdungscurve der Beuger des linken und rechten Mittelfingers, mit dem Gewichte von 3 kg und dem Rhythmus von 2 Sec. Die Contractionen erfolgen willkürlich. Im Laufe des Tages

wiederhole ich alle zwei Stunden dieselbe Aufzeichnung, lasse aber jedesmal erst Reibung der Muskeln des Vorderarms 5 Min. lang, dann Schläge auf dieselben dieselbe Zeit hindurch, dann Kneten und schliesslich abwechselnd alle drei Manöver, d. h. eine 5 Min. lang dauernde Periode gemischter Massage vorausgehen.

Ich erhielt so 10 Aufzeichnungen, deren Mittheilung ich der Kürze halber weglasse, und beschränke mich bloss auf die Darlegung der Zahlen, welche die vom Muskel jedesmal geleistete mechanische Arbeit ausdrücken.

8. Tabelle.
Gewicht 3 kg. Rhythmus 2 Sec.

Aufzeichnung	Stunde	Bedingungen der Arbeit	Linke Hand		Rechte Hand	
			Hubhöhe	Mechan. Arbeit	Hubhöhe	Mechan. Arbeit
			m	kgm	m	kgm
1.	7,30 Vorm.	normal	1,558	4,674		
2.	7,30 »	»			1,588	4,764
3.	9,45 »	Schläge 5′	1,906	5,718		
4.	9,45 »	» 5′			1,940	5,820
5.	12 Mittag	Reibung 5′	2,378	7,134		
6.	12 »	» 5′			2,210	6,630
7.	2,15 Nachm.	Kneten 5′	2,724	8,172		
8.	2,15 »	» 5′			2,607	7,821
9.	5,50 »	Gem. Massage 5′	2,943	8,829		
10.	5,50 »	» » 5′			2,709	8,127

Es geht aus diesen Daten hervor, dass die Quantität der producirten Arbeit nach vorausgegangener Reibung oder nach Schlägen nur wenig Differenzen, hingegen eine sehr stark merkliche Steigerung nach dem Kneten zeigt, und dass die besten Resultate durch Abwechslung der drei Manöver, d. h. durch die gemischte Massage erzielt werden könne.

Analoge Resultate erhielt ich in anderen Experimenten, in welchen sich die Muskeln infolge einer elektrischen Reizung ihrer Nerven oder durch directe Reizung contrahirten; der Kürze halber unterlasse ich die Beschreibung dieser Experimente und beschränke mich auf die Darlegung von drei Curven, welche durch directe Reizung der Beuger des rechten Mittelfingers erhalten wurden. Von diesen Curven wurde die erste (Fig. 7)

unter normalen Bedingungen, die zweite nach 5 Min. lang dauernden Schlägen, und die dritte nach 5 Min. lang dauernder gemischter Massage erhalten.

Direkte Reizung der Muskeln.

Fig. 7. Normale Ermüdungscurve der Beuger des rechten Mittelfingers mit dem Gewichte von 1 kg und dem Rhythmus von 2 Sec.

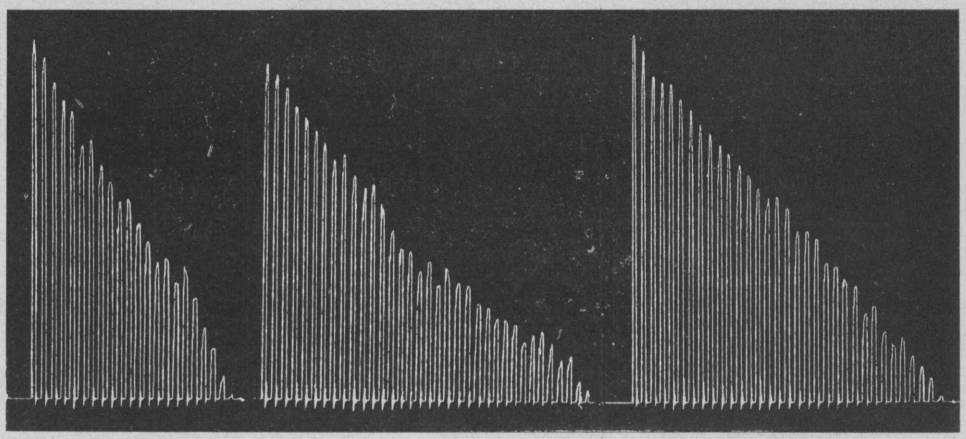


Fig. 7. Fig. 8. Eig. 9.

Fig. 8. Ermüdungscurve derselben Muskeln mit demselben Gewichte und Rhythmus und nach der Einwirkung von 5 Min. lang dauernden Schlägen.

Fig. 9. Dasselbe nach 5 Min. lang dauernder gemischter Massage.

Die Ursache der verschiedenen Wirkung der verschiedenen Massage-Manöver müssen wir in der Regelmässigkeit und Energie suchen, mit welcher das Kneten und die alternirenden Manöver auf die Cirkulation in allen Theilen des Muskels einwirken.

B. Wirkung der Massage auf Muskeln, die wegen verschiedener Ursachen geschwächt sind.

IV.

Fasten, Ermüdung und Massage.

Ich habe in meiner Arbeit über die Gesetze der Ermüdung gezeigt, dass man mittels der Massage die Resistenz der durch's

Fasten geschwächten Muskeln wesentlich bessern kann. Jene Beobachtungen wurden an Muskeln gemacht, welche sich willkürlich und infolge elektrischer Reizung ihrer Nerven contrahiren. Mit Hilfe anderer Experimente konnte ich die wohlthätige Wirkung der Massage auch auf solche Muskeln constatiren, welche sich auf directe elektrische Reizung contrahiren. Der Kürze halber unterlasse ich die Beschreibung dieser Experimente und erwähne bloss, dass die Massage in den Muskeln, die sich unter den genannten Bedingungen befinden, eine, wenn auch nur vorübergehende, aber so gewaltige Erholung hervorruft, dass sie eine normale Ermüdungscurve geben können.

V.

Wirkung der Massage auf Muskeln, welche auf indirectem Wege ermüdet sind.

In meiner Arbeit über die Ermüdung [1]) habe ich mittels einer Reihe von Experimenten die schon von R. Mayer [2]) vertretene Thatsache illustrirt, dass die Ermüdung, wenn sie nicht infolge eines momentanen Excesses von Arbeit entsteht, sich gleichförmig auf das ganze Muskelsystem ausbreitet, und dass nach einem angestrengten Marsche die Arme sowie die Beine weniger arbeitsfähig sind. Mittels anderer Experimente versuchte ich nachzuweisen, ob die Ermüdung der Arme, welche auf indirectem Wege oder infolge einer auf das gesammte Muskelsystem einwirkenden Ursache zu Stande kommt, von der Massage beeinflusst wird oder nicht. Ich gebe an dieser Stelle eines der von mir gemachten Experimente wieder.

12. Experiment.

Am 5. September 1890 um 9 ^{h} und um 11 ^{h} 15′ Vormittag schreibe ich die normale Ermüdungscurve der Beuger des linken und dann des rechten Mittelfingers mit dem Gewichte von 3 kg und dem Rhythmus von 2 Sec. Die Contractionen waren willkürlich und möglichst gross.

1) a. a. O.

2) Die organische Bewegung in ihrem Zusammenhange mit dem Stoffwechsel. S. 110.

Um 11^{h} 15′ frühstückte ich und ging mit meinem Freunde Dr. Grandis zu Fuss bis Superga, das auf dem Wege, den ich wählte, 7 km von dem Zollgürtel von Turin entfernt ist, und welcher Weg in den letzten 3 km mehr als 400 m steigt. Nach der Ankunft in Superga ruhte ich 1/4 Stunde, trank 1/2 l Bier und kehrte dann zurück. Kam im Laboratorium um 5 ^{h} 45′ an, nachdem ich ungefähr 17 km, zum Theil bergauf gehend, zurückgelegt hatte. Kaum kam ich im Laboratorium an, schrieb ich die Ermüdungscurve derselben Muskeln; wiederholte nach einer halben Stunde dieselben Curven, immer mit dem Gewichte von 3 kg und dem Rhythmus von 2 Sec., lasse aber eine Periode von gemischter 10 Min. lang dauernder Massage vorausgehen. Ich erhielt auf diese Weise 8 Curven, von denen ich der Kürze halber bloss die 2. (Fig. 10). die 6. (Fig. 11) und 8. (Fig. 12) mittheile, die sich auf die rechte Hand beziehen und den normalen Gang der Ermüdung der Beuger des Mittelfingers im Zustande der vollständigen Ruhe, die indirect zu Stande gekommene Ermüdung derselben in Folge des 17 km langen Marsches und den Effekt der Massage auf dieselben darthun. In der Tabelle 12 (S. 160) sind alle numerischen Daten des Experiments wiedergegeben.

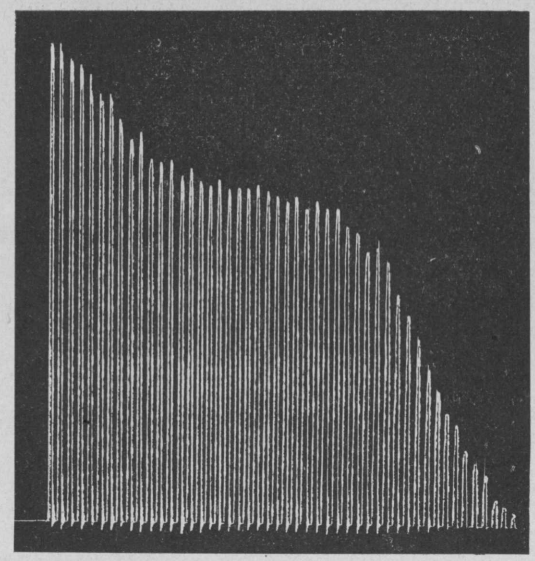


Fig. 10.

Fig. 10. 2. Aufzeichnung des 12. Experiments. Normale willkürliche Ermüdungscurve der Beuger des rechten Mittelfingers. Gewicht von 3 kg. Rhythmus 2 Sec.

Fig. 11. 6. Aufzeichnung. 12. Experiment. Curve derselben Muskeln nach einem Marsche von 17 km.

Fig. 12. Einfluss einer 10 Min. langen Massage auf die Muskeln, welche indirect durch einen Marsch geschwächt sind.

Man ersieht bei der Prüfung der Figuren 10, 11, 12 und den Zahlen, welche die von den Muskeln geleistete Arbeit ausdrücken, dass die Massage die indirecte Ermüdung der Fingerbeuger infolge eines langen und ermüdenden Marsches temporär aufheben kann.[1]) Die Wirkung der Massage in dem angeführten

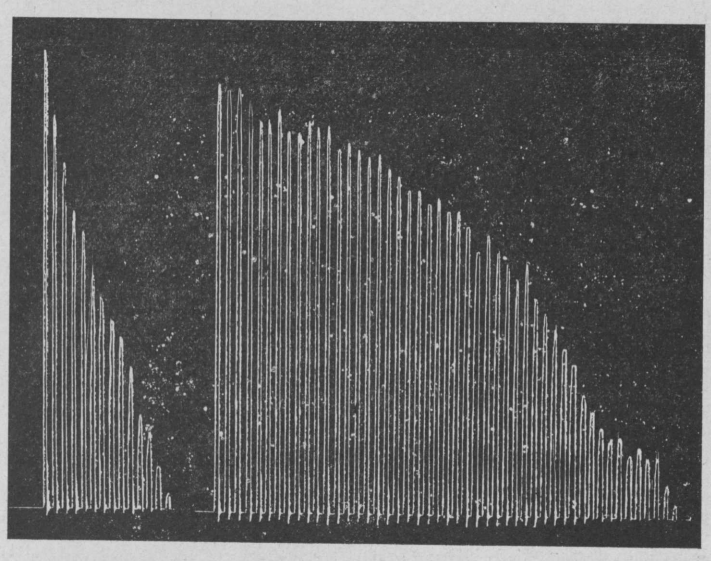


Fig. 11. Fig 12.

Experimente wird noch viel evidenter durch die Thatsache, dass zwischen der vorletzten und letzten Curve der Muskeln beider Seiten nicht jene Ruheperiode statthatte, welche der Muskel unter normalen Umständen erfordert, um nach einer vollführten Arbeit auszuruhen und um, wenn gar keine schädliche Ursache sich

1) Die Begriffe lang und ermüdend für einen Marsch von 17 km beziehen sich ausschliesslich auf mich, da ich zu jener Zeit seit vielen Tagen keine grossen Spaziergänge machte und desshalb nach längeren Märschen in höherem Grade ermüdete; wie ich in meiner Arbeit über die Ermüdung nachwies, existiren viele Personen, der grösste Theil unserer Infanteristen z. B., welche nach solchen Märschen keine mittels des Ergographen nachweisbare Symptome von Diffusion der Ermüdung auf das ganze Muskelsystem zeigen.

geltend macht, den ganzen Tag hindurch normale Ermüdungscurven zu geben. Diese Ruheperiode variirt nach meinen Untersuchungen innerhalb enger Grenzen, und können im allgemeinen zwei Stunden dafür angenommen werden.

12. Tabelle.
Gewicht 3 kg. Rhythmus 2 Sec.

Aufzeichnung	Stunde	Bedingungen der Arbeit	Linke Hand		Rechte Hand	
			Hubhöhe	Mechan. Arbeit	Hubhöhe	Mechan. Arbeit
			m	kgm	m	kgm
1.	9 Vorm.	normal	1,680	5,040		
2. Fig. 10	9 »	»			1,798	5,394
3.	11,15 »	»	1,435	4,305		
4.	11,15 »	»			1,846	5,538
5.	5,45 Nachm.	Marsch v. 17 km	0,454	1,362		
6. Fig. 11	5,45 »	»			0,399	1,197
7.	6,15 »	Massage 10′	1,571	4,713		
8. Fig. 12	6,15 »	» 10′			1,720	5,160

VI.

Wirkung der Massage auf Muskeln, welche durchs Wachen geschwächt sind.

Es ist bekannt, dass, wenn man nicht lange genug schläft, die Muskeln einen beträchtlichen Theil ihrer Resistenzfähigkeit einbüssen. Bezüglich dieses Faktums, welches wir alle an uns selbst erproben können, habe ich eine Reihe von Beobachtungen mit der graphischen Methode angestellt.[1])

Die Ermüdung der Muskeln infolge des Wachens hat wie jene infolge des Fastens etwas Charakteristisches; in derselben Weise, wie die Schwächung infolge des Fastens nicht modificirt wird, wie gross immer die Ruheperiode ist, die man den Muskeln gönnt, wird auch die geringere Resistenzfähigkeit derselben infolge des Wachens nicht in erheblicher Weise durch das Essen beeinflusst.

Mit dem folgenden Experimente habe ich zu entscheiden versucht, ob die Resistenz des durch das Wachen erschöpften Muskels durch die Massage modificirt wird oder nicht.

1) Maggiora. L. c.

13. Experiment.

In der Nacht vom 12. zum 13. März 1890 musste ich am Bette eines an Lungenentzündung schwer erkrankten Freundes wachen; die Nacht war trotz der Schwere der Krankheit ziemlich ruhig, so dass ich, fast immer auf einem Lehnstuhl sitzend, in der dem Krankenzimmer benachbarten Stube verbleiben konnte. Ich schlief die ganze Nacht hindurch nicht und, abgesehen davon, dass ich 5—6 mal aufstand, um den Kranken zu sehen, las

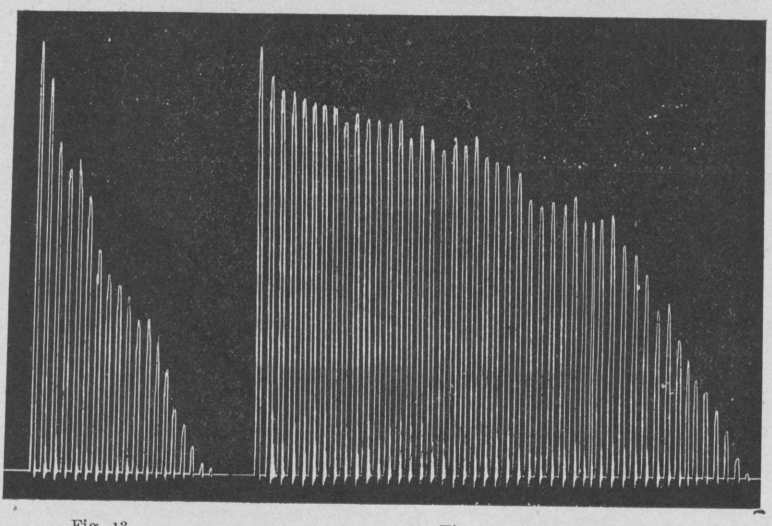


Fig. 13. Fig. 14.

ich fortwährend ein Buch heiteren Inhalts. Gegen 2 Uhr bekam ich Appetit, ass ein wenig gebratenes Fleisch und trank auch Wein. Um 7 Uhr Vorm. verliess ich meinen Freund, nahm eine Tasse Kaffee mit Eidotter, ging dann in's Laboratorium und schrieb die Ermüdungscurve der Beuger des linken und rechten Mittelfingers (Curve 1 und 2). Nach zwei Stunden schrieb ich nochmals die Curve derselben Muskeln, liess aber eine tüchtige gemischte Massage 10 Min. lang vorausgehen. Nach weiteren vier Stunden, während welcher ich auch frühstückte, schrieb ich zwei andere Curven derselben Muskeln, ohne vorangegangene Massage. (Curve 5 und 6.)

Fig. 13. 2. Curve. 13. Experiment. Modification der Ermüdungscurve der Beuger des rechten Mittelfingers nach dem

Wachen eine Nacht hindurch; man vergleiche mit der normalen Curve Fig. 10.

Fig. 14. 4. Curve. 13. Experiment. Erholende Wirkung einer 10 Min. lang dauernden Massage auf Muskeln, die infolge des Wachens geschwächt sind.

Ich ging dann um 6 h Abends zu Bette und schlief fast ohne Unterbrechung bis 8 h 30′ des folgenden Tages, in diesen letzten Tagen schrieb ich dann einmal in der Frühe, das andere Mal Abends die Ermüdungscurve der Beuger, welche zum vollständig normalen Zustande zurückgekehrt waren.

Der Kürze halber theile ich bloss die Curven 2 und 4, Fig. 13 und 14 mit; zum Vergleiche mit einer normalen Curve derselben Hand betrachte man Fig. 10.

In der Tabelle 13 sind die Zahlen der mechanischen Arbeit angegeben.

13. Tabelle.

Gewicht 3 kg. Rhythmus 2 Sec.

Auf-zeichnung	Tag und Stunde	Bedingungen der Arbeit	Linke Hand		Rechte Hand	
			Hubhöhe	Mechan. Arbeit	Hubhöhe	Mechan. Arbeit
			m	kgm	m	kgm
	13. III. 1890					
1.	7,15 Vorm.	Wirkung des	0,565	1,695		
2. Fig. 13	7,15 »	Wachens			0,475	1,425
3	10 »	Wirkung der	1,969	5,907		
4. Fig. 14	10 »	Massage 10′ lang			1,732	5,196
5.	5 Nachm.	Wirkung des	0,465	1,395		
6.	6 »	Wachens			0,403	1,209
	14. III. 90					
7.	10 Vorm.	normal	1,780	5,340		
8.	10 »	»			1,793	5,370

Die Figuren und die numerischen Daten beweisen besser als jede Beschreibung, dass die Massage die durch das Wachen bedingte Schwächung der Beuger der Hand temporär, aber vollständig aufzuheben vermag. Wir sehen also, dass dieses mechanische Mittel durch die Wirkung, welche es auf die Cirkulationsverhältnisse der Muskel und folglich auf die Fähigkeit, diese

mechanische Arbeit zu erzeugen, ausübt, mehr leistet als wie durch Aufnahme von Nahrungsmitteln und durch den Gebrauch der gewöhnlichen nervenstärkenden Mittel zu leisten vermögen.

VII.

Wirkung der Massage auf die durch psychische Arbeit geschwächten Muskel.

Es ist bekannt, dass eine intensive psychische Arbeit in vielen Personen eine bedeutende Allgemeinschwäche hervorruft, welche sich auch auf das gesammte Muskelsystem ausbreitet. Auf diese Thatsache, welche man bei gewissen Personen in ausgesprochener Weise, bei anderen aber in geringerem Grade antrifft, hat schon mein verehrter Lehrer, Herr Prof. A. Mosso, in seinem oben angeführten Werke und in seinem Buche über die Ermüdung[1]) hingewiesen, in welchem auch einige Experimente enthalten sind, die ich mit Vergnügen für ihn ausführte.

Ich selbst gehöre zu jener ersten Gruppe von Personen; die psychische Arbeit, welche ich gewöhnlich mache, modificirt die Arbeitsfähigkeit und die Resistenz meiner Muskeln nicht, weil ich dabei die Grenzen meiner Kräfte nicht überschreite, so dass ich gegen Abend keine Schwäche fühle; wenn sich aber meine gewöhnliche Beschäftigung durch irgend eine andere Arbeit vermehrt, die viel Aufmerksamkeit erfordert, wie z. B. das Halten einer Vorlesung und mehr noch die Prüfung vieler Studenten beim Examen, dann fühle ich mich Abends erschöpft, meine Füsse werden schwach, der Blutdruck in mir vermindert sich, mein Puls wird schneller, der Mechanismus des Denkens und die Aeusserung der Gedanken wird langsamer, ich verbringe die Nacht schlaflos, und die Ermüdungscurve meiner Muskeln zeigt, dass sie wesentlich geschwächt sind. Ich habe das folgende Experiment ausgeführt, um zu bestimmen, ob und innerhalb welcher Grenzen die Massage die durch die angegebene Ursache geschwächten Muskeln zu stärken vermag.

1) Milano, Treves 1891

14. Experiment.

Am 14. Juli dieses Jahres schreibe ich gegen 10 Uhr Vormittags die normale willkürliche Ermüdungscurve der Beuger des Mittelfingers beider Hände. Um 2 Uhr ging ich zur Prüfung aus der Hygiene mit dem Herrn Prof. Bizzozero und dem Herrn Dr. M. Soave. Es war der letzte Tag der Prüfungsperiode im Juli, und es meldeten sich desshalb 20 Studenten zur Prüfung, von denen ein guter Theil für andere Tage vorgezeichnet

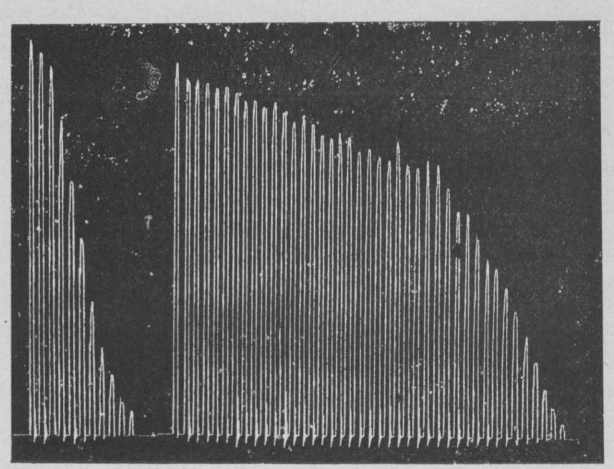


Fig. 15. Fig. 16.

war, aber theils wegen Krankheit, theils wegen anderer Ursachen die Vertagung bis zum 14. Juli verlangte. Alle wurden von mir geprüft, und ich war desshalb von 2 bis 7 Uhr Abends intensiv beschäftigt. Gegen 5 Uhr wurde die Prüfung auf 5 Minuten suspendirt, während welcher ich ein Glas Bier trank.

Kaum war die Prüfung zu Ende, kehrte ich ins Laboratorium zurück; ich fühlte mich sehr schwach und schrieb unmittelbar die Ermüdungscurve der Beuger des rechten und linken Mittelfingers; ich erhielt so die Curven 3 und 4. Nach einer halben Stunde wiederholte ich dieselben Curven unter denselben Bedingungen, liess aber eine tüchtige Massage von 10 Min. vorausgehen. Ich gebe bloss zwei der erhaltenen Curven wieder; die eine, Fig. 15 zeigt die Wirkung der excessiven psychischen Arbeit auf die

Resistenz der Muskeln; die andere, Fig. 16 den Effekt der Massage auf derartig geschwächte Muskeln.

Zum Vergleiche mit einer normalen Aufzeichnung derselben Hand betrachte man Fig. 10.

Fig. 15. 4. Curve. 14. Experiment. Willkürliche Ermüdungscurve der durch intensive und lange fortgesetzte Arbeit ermüdeten Beuger des rechten Mittelfingers. Gewicht 3 kg, Rhythmus 2 Sec.

Fig. 16. 6. Aufzeichnung. 14. Experiment. Zeigt die wohlthätige Wirkung einer 10 Min. lang dauernden Massage auf dieselben Muskeln.

In der folgenden Tabelle sind alle Zahlangaben, welche dies Experiment betreffen, wiedergegeben.

14. Tabelle.
Gewicht 3 kg. Rhythmus 2 Sec.

Aufzeichnung	Stunde	Bedingungen der Arbeit	Linke Hand		Rechte Hand	
			Hubhöhe	Mechan. Arbeit	Hubhöhe	Mechan. Arbeit
			m	kgm	m	kgm
1.	10 Vorm.	normal	1,530	4,590		
2.	10 »	»			1,696	5,088
3.	7 Nachm.	nach einer intensiven und langen psychisch. Arbeit	0,310	0,930		
4. Fig. 15	7 »				0,302	0,906
5.	7,35 »	Wirkung der Massage 10′ lang	1,350	4,050		
6. Fig. 16	7,35 »				1,287	3,861

Es geht aus den Figuren 15 und 16 und aus den Zahlen, welche die Quantität der mechanischen Arbeit ausdrücken, hervor, dass die Beuger, welche unter normalen Bedingungen eine Arbeit von 5,088 kgm hervorbrachten, infolge der excessiven psychischen Arbeit bloss 0,906 kgm Arbeit erzeugen können, d. h. also weniger als $^1/_3$ der normalen Quantität.

Der Muskel vermag noch eine erste Contraction auszuführen, welche so hoch ist wie unter normalen Bedingungen, bleibt aber nach elf Contractionen erschöpft. Wir sehen aber, dass kaum nach $^1/_2$ Stunde, infolge einer 10 Min. lang dauernden Massage, der Muskel wieder eine Arbeit zu leisten vermag, welche, wenn

auch nicht der normalen gleich, doch von derselben wenig verschieden ist.

Das 14. Experiment zeigt auch mehr als die vorangehenden, wie gewaltig die Wirkung der Massage ist, da ich einer ähnlichen Schwächung der zum Studium dienenden Muskeln, wie diesmal infolge der excessiven psychischen Arbeit vorhanden war, wegen physiologischer Ursache nur selten begegnete. Für die Wirksamkeit der Massage spricht auch die Thatsache, dass zwischen der letzten und vorletzten Curve der Muskeln der beiden Theile nur eine sehr kurze Ruhezeit statthatte.

VIII.

Als Anhang zu diesen Beobachtungen glaube ich zweckmässig hier eine andere anzufügen, die ich gelegentlich machte und welche, obgleich sie die rein physiologischen Grenzen verlässt, doch den vorausgehenden angereiht werden kann, weil sie auch die Wirkung der Massage auf die Muskeln illustrirt.

15. Experiment.

Am 17. November 1890 hatte ich wegen einer geringfügigen Alteration des Magen-Darmkanals, die durch die an demselben Tage gemachte Ingestion von schlecht zubereiteten Speisen entstand, in den Abendstunden einen leichten Fieberanfall mit wiederholtem Frösteln. Die Temperatur der Achselhöhle, welche von mir um 10 ^{h} Abends gemessen wurde, war 38,2° C. Ich legte mich zu Bette und schlief ein wenig unruhig, am nächstfolgenden Tage aber fühlte ich mich wieder gut; die Temperatur war 36,5° und erhielt sich normal während des ganzen Tages. Ich ging um 9 ^{h} Vorm. ins Laboratorium, und da mir die Beine schwächer als gewöhnlich zu sein schienen, schrieb ich die Ermüdungscurve der Beuger des rechten und linken Mittelfingers mit dem Gewichte von 3 kg und dem Rhythmus von 2 Sec. Ich erkannte, dass meine Muskeln wesentlich geschwächt seien. Um 2 ^{h} Nachm. schrieb ich neuerding die Ermüdungscurve der Beuger der Mittelfinger, liess aber eine tüchige gemischte Massage von 5 Min. vorausgehen; um 4 ^{h} 30′ machte ich zwei andere Aufzeichnungen ohne Massage. Ich erhielt auf

diese Weise 6 Curven, die ich der Kürze halber nicht mittheile, und zeige in der folgenden Tabelle die Zahlen, welche die von den Muskeln jedesmal geleistete mechanische Arbeit ausdrücken.

15. Tabelle.

Gewicht 3 kg. Rhythmus 2 Sec.

Auf-zeichnung	Stunde	Bedingungen der Arbeit	Linke Hand		Rechte Hand	
			Hubhöhe	Mechan. Arbeit	Hubhöhe	Mechan. Arbeit
			m	kgm	m	kgm
1.	9 Vorm.	Wirkung eines	0,875	2,625	0,915	2,745
2.	9 »	leichten Fieber-anfalles				
3.	2 Nachm.	Massage 5′ lang	2,121	6,363	2,011	6,093
4.	2 »	» » »				
5.	4,30 »	Keine Massage	0,803	2,409	0,901	2,703
6.	4,30 »	» »				

Dieses Experiment beleuchtet die Thatsache, welche man übrigens schon durch einfache Beobachtung erkennt, dass nämlich auch schon ein leichtes Fieber eine sehr deprimirende Wirkung auf die Resistenz unserer Muskeln ausübe; diese verlieren nicht die Fähigkeit, eine erste normale Contraction zu geben, ermüden jedoch viel leichter.

Das Experiment zeigt auch, dass die Massage die aus angegebener Ursache entstehende Ermüdung der Muskeln beträchtlich zu modificiren und sogar, wenn auch nur temporär, vollständig aufzuheben vermag.

IX.

Wirkung der Massage auf anämische Muskeln.

Ich habe in meiner Arbeit über die Ermüdung gezeigt, dass eine künstlich erzeugte, nur kurze Zeit, 3—5 Min. lang auf die Muskeln

1) In einer Reihe von Untersuchungen, die ich in Gemeinschaft mit meinem Freunde, dem Herrn Dr. G. S. Vinay über die Wirkung hydrotherapeutischer Proceduren auf das Muskelsystem anstellte (»Blätter f. klin. Hydrotherapie« 1892, I. Heft), habe ich festgestellt, dass die Massage vollständig auch die starke Schwächung der Muskeln, welche nach einem warmen Bade eintritt, aufzuheben vermag.

einwirkende Anämie in denselben Erscheinungen hervorruft, welche ähnlich denjenigen der Ermüdung sind; es werden nämlich Kraft und Resistenz der Muskeln beträchtlich geschwächt.

Um den Mechanismus der Wirkung der Massage näher zu studiren, habe ich festzustellen gesucht, ob dieselbe die erschöpfende Wirkung der Anämie zu modificiren vermag.

16. Experiment.

Am 19. August 1891 um 8 Uhr Vorm. versuchte ich, die Ermüdungscurve der Beuger des Mittelfingers zu schreiben, mit dem Gewichte von 1 kg und dem Rhythmus von 2 Sec.[1]); die Contractionen waren willkürlich.

Meine willkürlich sich contrahirenden Muskeln ermüden unter normalen Bedingungen bei Anwendung eines so kleinen Gewichtes erst nach einer sehr langen Zeit. Nach Umdrehung des Cylinders um $^3/_1$, nach 265 Contractionen, suspendirte ich diese, da sie in ihrer Höhe fast unverändert waren; die Muskeln zeigten scheinbar keine Zeichen von Ermüdung. Es erfolgt eine Ruheperiode von zwei Stunden, und nachdem ich den Vorderarm in der gewohnten Weise am Ergographen befestigte, erzeugte Herr Dr. Grandis Anämie an meinem Vorderam 3 Min. lang durch Digitalcompression der arteria humeralis. Kaum war die dritte Minute beendet, schrieb ich bei Fortdauer der Anämie neuerdings die Ermüdungscurve derselben Muskeln mit demselben Gewichte und Rhythmus.

Nach zwei weiteren Stunden, bei weiterer Fixirung der Finger im Ergographen, machte mir Herr Dr. Grandis neuerdings Anämie 3 Min. lang durch Compression der Oberarmarterie, und

1) Ich habe mich absichtlich eines sehr kleinen Gewichtes für die Beuger des Mittelfingers, die sich willkürlich contrahiren, bedient, damit auch geringe, durch die Massage producirte Modificationen erkannt werden können. Es ist aus meinen Beobachtungen bekannt, dass die Beuger des Mittelfingers eines gesunden Individuums mit gut entwickelter Muskulatur 10—12 und noch mehr Kilogramm heben können. Die anämisch gemachten Muskeln sind schon 3 Min. nach Einwirkung der Anämie ganz unfähig, ein Gewicht von 3 kg aufzuheben.

in derselben Zeit massirte Herr Dr. Colla recht tüchtig nach der gemischten Methode meinen Vorderarm. Nach 3 Min., bei Fortdauer der Anämie, schrieb ich sofort unter diesen Bedingungen die Ermüdungscurve.

Ich erhielt auf diese Weise drei Aufzeichnungen, von denen ich die zwei letzten, Fig. 18 und 19 ganz mittheile, von der ersten, Fig. 17, jedoch nur einen kleinen Theil, der Rest derselben ist diesem indentisch.

Fig. 17. Stellt einen kleinen Theil der ersten Curve dar. Einige willkürliche Contractionen der Beuger des Mittelfingers mit dem Gewichte von 1 kg und dem Rhythmus von 2 Sec.

Fig. 18. Ermüdungscurve derselben Muskeln mit demselben Gewichte und Rhythmus, nach einer 3 Min. lang dauernden Anämie.

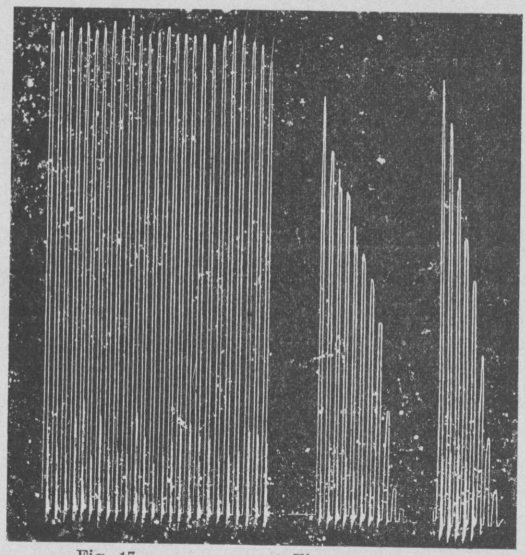


Fig. 17. Fig. 18. Fig. 19.

Fig. 19. Dasselbe nach 3 Min. langer Anämie und Massage, die gleichzeitig angewendet wurden.

In der Tabelle auf Seite 170 ist die Quantität der mechanischen Arbeit, welche jedesmal bei den drei Beobachtungen von den Muskeln erzeugt wurde, angegeben.

Aus der Prüfung der Figur 17, 18 und 19 und aus den numerischen Daten, welche die von den Muskeln erzeugte Arbeit ausdrücken, geht hervor:

1. Dass die Beuger des Mittelfingers bei willkürlichen Contractionen unter normalen Bedingungen mit dem Gewichte von 1 kg, 265 Contractionen, welche einer mechanischen Arbeit von 17,755 kgm entsprechen, ohne Ermüdung ausführen.

2. Dass dieselben Muskeln bei Einwirkung der Anämie 3 Min. lang nicht mehr als 11 Contractionen geben, welche einer mechanischen Arbeit von 6,357 entsprechen.

3. Dass dieselben Muskeln bei gleichzeitiger Einwirkung der Anämie und der Massage 9 Contractionen ausüben, welche einer mechanischen Arbeit von 0,276 kgm entsprechen.

Wir sehen daher, dass die Massage in Muskeln, in welchen kein Blut cirkulirt, sich vollständig wirkungslos zeigt.

	Zahl der Contractionen	Hubhöhe	Mechanische Arbeit
	Nr.	m	kgm
1. Curve. Reihe von maximalen Contractionen der Beuger des Mittelfingers mit dem Gewichte von 1 kg und dem Rhythmus von 2". Vor dem Erscheinen der Ermüdung wird suspendirt . . .	265	17,755	17,755
2. Curve. Ermüdungscurve desselben Muskel mit demselben Muskel und Rhythmus nach 3' langer Anämie (Fig. 18)	11	0,357	0,357
3. Curve. Dasselbe nach gleichzeitig angewendeter Anämie und Massage 3' lang (Fig. 19)	9	0,276	0,276

Wenn wir nun das Resultat dieses Experimentes mit dem der vorausgegangenen Experimente vergleichen, dann müssen wir folgern, dass die Wirkung der Massage hauptsächlich in einer Wiederbelebung der Symptome der lokalen Cirkulation besteht, wodurch den Muskeln entweder eine grössere Quantität von Stoffen, die der Contraction nützlich sind, zugeführt, oder die regressiven Producte der Contraction aus derselben entfernt werden.

Dieses Experiment habe ich andere Male mit demselben Resultate wiederholt und hätte, wie dies übrigens vorauszusehen war, dieselbe Thatsache auch an Muskeln nachweisen können, an welchen die Anämie mittels der elastischen Binde von Grandesso Silvestri erzeugt wurde. In letzterem Falle jedoch gelingt es nicht immer, das Experiment bis zu Ende zu führen, weil oft plötzlich ein sehr starker Krampf entsteht; auch entstehen hierbei einige Fehlerquellen, wie z. B. die totale Compression der Venen und der Lymphgefässe und des nervus

medianus, von welch letzterem hauptsächlich der Krampf abhängt. Diese Fehlerquellen werden bei einer correct ausgeführten Digitalcompression der Oberarmarterie vermieden.

Aus meinen Experimenten gehen, kurz zusammengefasst, die folgenden Thatsachen hervor:

1. Die Massage, auf einen ruhenden Muskel angewandt, vermehrt dessen Resistenz, modificirt die Ermüdungscurve, indem sie das Erscheinen derselben verspätet.

2. Die wohlthätige Wirkung der Massage ist, innerhalb gewisser Grenzen ihrer Dauer proportional; wenn diese Grenzen überschritten werden, dann erhält man auch bei Fortsetzung derselben keine weitere Vermehrung der mechanischen Arbeit.

3. Die Massage kann die Anhäufung der Ermüdung im Muskel, welche durch Ausführung von zu schnell aufeinanderfolgenden Arbeiten entsteht, verhindern.

4. Die verschiedenen Massagemanöver wirken in verschiedener Weise auf die Arbeitsfähigkeit des Muskels: das Reiben und die Schläge erweisen sich nicht so wirksam wie das Kneten und die gemischte Massage.

5. In dem durch das Fasten geschwächten Muskel kann die Resistenzfähigkeit durch die Massage beträchtlich gebessert werden.

6. Die Massage übt auf einen Muskel, der durch irgend eine Ursache, welche, wie lange Märsche, das Wachen, excessive psychische Arbeit, ein Fieberanfall, auf das ganze Muskelsystem einwirkt, geschwächt ist, eine erholende Wirkung aus, so dass die normale Quantität mechanische Arbeit wieder hergestellt wird.

7. Die wohlthätige Wirkung der Massage auf die Erscheinungen der Contraction und der Muskelarbeit hört auf, wenn sie auf einen Muskel ohne freien Blutzutritt angewendet wird.

Turin, 7. September 1891.

3241