

V.

Aus der medico-mechanischen Station des Garnison-
Lazareths Magdeburg.

Mechanik der Bewegungen im Schultergelenk beim Gesunden und bei einem Manne mit doppelseiti- ger Serratus- und einseitiger Deltoideuslähmung in Folge typhöser Neuritis.

Von

Oberarzt Dr. Thöle.
(Hierzu 5 Holzschnitte.)

~~~~~

Der jetzt 19 $\frac{1}{2}$  Jahre alte Musketier B. stammt angeblich aus gesunder Familie und will bis zu seinem Diensteintritt October 1897 bis auf eine im 8. Lebensjahre ohne bleibende Störungen überstandene Diphtherie stets gesund gewesen sein. Am 2. November 1898 erkrankte er an schwerem Unterleibstyphus und wurde deswegen bis zum 31. December 1898 im Garnison-Lazareth zu N. behandelt. Damals will er im December einige Wochen an ziehenden Schmerzen in der Mitte des rechten Oberarms entsprechend dem Ansatz des Deltamuskels gelitten haben, welche bei rechter Seitenlage und Bewegungen des rechten Arms auftraten, in der Ruhe nicht vorhanden waren. Bei der Entlassung aus dem Lazareth waren sie verschwunden; Störungen in der Gebrauchsfähigkeit der Arme waren nicht aufgefallen. B. war bis zum 28. Januar 1899 auf Urlaub und erholte sich gut. Als er nach seiner Rückkehr wieder leichten Dienst machte, traten dabei die Schmerzen im rechten Oberarm wieder auf; zugleich kam eine Schwäche des Arms zu Vorschein. B. konnte beim Schiessen das Gewehr nicht kräftig gegen die Schulter einziehen. Dass der linke Arm in seiner Gebrauchsfähigkeit behindert war, ist ihm nicht aufgefallen. Wegen der durch Lähmung des Delta- und grossen vorderen Sägemuskels bedingten Schwäche des rechten Arms wurde er vom 14. Februar bis 5. März im Lazareth zu N. elektrisch behandelt. Schon am 14. Februar fiel eine erhebliche Atrophie der ganzen Musculatur des rechten Arms, besonders

des M. deltoideus auf. Der rechte Arm konnte nur mit Mühe bis zur Waagrechten erhoben werden, das Schulterblatt stand, besonders bei Bewegungen des Arms, flügel förmig vom Brustkorb ab. Die elektrische Erregbarkeit der Muskeln des rechten Oberarms war etwas herabgesetzt, die directe Reizung des rechten Deltamuskels mit dem faradischen Strom erzeugte keine, mit dem galvanischen Strom bei 4 MA. Stromstärke träge Zuckungen. Bei indirecter faradischer und galvanischer Reizung contrahirte sich der Muskel jedoch prompt. Das elektrische Verhalten des rechten Serratus ist damals nicht genau festgestellt, über eine Lähmung des linken Serratus ist im Krankenblatt nichts notirt. Oefter wiederholte Prüfungen der Sensibilität schlossen Störungen derselben aus.

Am 5. März wurde B. dem Garnison-Lazareth Magdeburg zur Behandlung mit dem constanten Strom überwiesen. Der Befund damals war folgender: B. ist ein 164,5 cm grosser, gut genährter, mittelkräftiger Mensch mit etwas blasser Gesichtsfarbe. Er klagt über Schmerzen im rechten Oberarm entsprechend dem Deltoideusansatz bei Druck an dieser Stelle und bei allen Bewegungen des rechten Arms, ohne dass eine bestimmte örtliche Ursache der Schmerzhaftigkeit ermittelt werden kann. An inneren Organen ist nichts Krankhaftes nachweisbar.

### 1. Ruhestellung.

Von vorn betrachtet fällt neben einer geringen Abplattung der Brust eine bedeutende Abflachung der rechten Schulter auf, bedingt durch Schwund des Deltamuskels. Die Schulter ist sowohl nach der Seite, als nach vorn und hinten weniger als die linke vorgewölbt. Man fühlt auch, wie schwach der Deltoideus entwickelt ist. Die Clavicularportion des rechten Pectoralis major ist hypertrophisch und schon bei ruhig herabhängendem Arm als deutlicher Wulst sichtbar. Die Musculatur des rechten Arms ist etwas schwächer als die des linken entwickelt. Der Umfang des Oberarms in der Mitte beträgt rechts 27, links 29 cm, der grösste Umfang des Vorderarms rechts 27, links  $27\frac{3}{4}$  cm. Von hinten gesehen (Fig. 1) erscheint der Rücken etwas mehr als normal gerundet; die Abplattung der rechten Schulter unter dem Acromion ist besonders deutlich. Beide untern Schulterblattwinkel stehen viel weiter als in der Regel vom Brustkorb ab, nämlich 5 cm. Auch die ganzen spinalen Ränder sind weit vom Thorax abgehoben. Diese Abhebung der inneren Kante entsteht durch den tonischen Zug der clavicularen Portion des Cucullaris, des Levator scapulae, sowie der am Proc. coracoideus ansetzenden und durch ihre Verkürzung den oberen Theil des Schulterblatts nach vorn überkippenden Muskeln (Biceps, Coracobrachialis, Pectoralis minor), wenn der spinale Rand nicht mehr durch den Serratus an den Thorax herangezogen wird. Auch die hinteren Fasern des Del-

toideus unterstützen nach Duchenne die Wirkung jener Muskeln, indem ihr Ansatz am Oberarm alsdann als fester Punkt anzusehen ist. Die Basis steht beiderseits nicht vertikal, sondern etwas schräg von aussen oben, nach innen unten, der obere innere Winkel  $7\frac{3}{4}$ , der untere 8 cm von der Wirbelsäule entfernt. Die Basis entspricht normaler

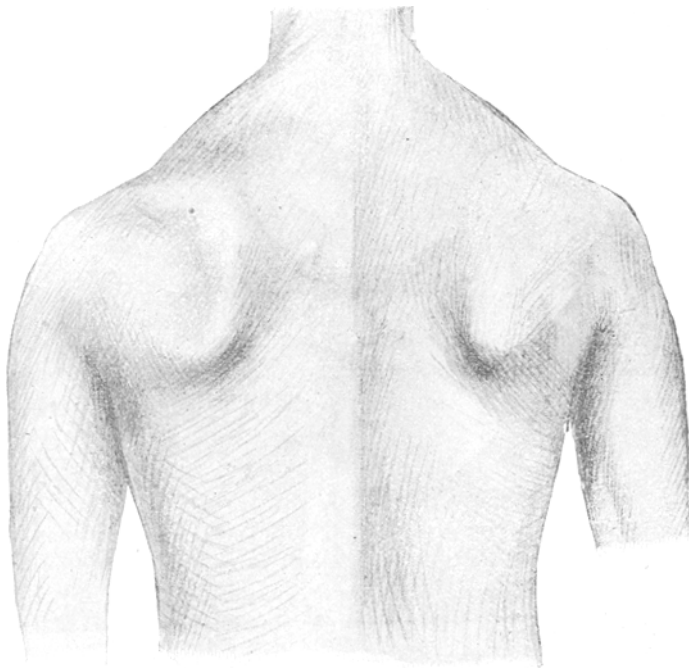


Fig. 1. Ruhestellung.

Weise nicht einer graden Linie, sondern ist unten nach aussen umgebogen, sodass der Angulus  $1-1\frac{1}{2}$  cm mehr als der obere Winkel bei verticaler Basis von der Wirbelsäule absteht. Bei einem gesunden, ungefähr ebenso wie B. gebauten Menschen betragen die Distanzen 7 und 8 cm. Diese Schiefdrehung ist eine Wirkung der Schwere des herabhängenden Arms sowie der tonischen Kraft der untern Pectoralis- und Latissimusfasern, wenn die Fixation der Scapula durch den Serratus fortfällt. Für gewöhnlich wirken der Drehung des Schulterblattes durch das Gewicht des Arms tonische Kräfte entgegen, gegeben in der mittleren Portion des Trapezius, welche das Acromion hebt, im untern Drittel desselben Muskels, welches den Angulus senkt, und im convergirenden Bündel des Serratus, welches gleichzeitig den untern und äusseren Winkel

hebt. Infolge dessen stehen im Allgemeinen in der Norm die spinalen Ränder vertical, bei einem Menschen von der Constitution des B. 7 cm von der Wirbelsäule entfernt, der Angulus nur  $1\frac{1}{2}$ —2 cm vom Thorax ab. Die innere Kante und der untere Winkel des Schulterblattes sind eben fürs Auge markirt. Die Scapula wird normaler Weise mit verticaler Basis nach oben innen durch den tonischen Zug der elevatorischen Cucullarisportion den Levator anguli und Rhomboideus, nach unten durch die Schwere des Armes, die am Proc. coracoideus ansetzenden Muskeln, Pectoralis major, Latissimus und das untere Drittel des Trapezius, nach innen durch die adductorische Portion desselben Muskels, nach aussen durch die Gelenkverbindung mit der Clavicula, durch den Serratus und Teres major fixirt gehalten. Fallen von diesen Hebemuskeln welche aus und können durch Synergisten nicht ersetzt werden, so folgt die Scapula dem tonischen Zuge der Antagonisten. Ausserdem wirken Serratus und elevatorische Cucullarisportion einer Drehung der Scapula im Sinne des Uhrzeigers entgegen, umgekehrt der Rhomboideus. Allerdings steht gelegentlich auch bei ganz gesunden Menschen die Basis etwas schräg von aussen oben nach innen unten, selten umgekehrt. Ihre Distanz von der Medianlinie schwankt bei sonst gleich gebauten Menschen zwischen 6 und 9 cm. Bei B. sind die Cucullares, besonders ihr claviculärer und acromialer Theil, sehr stark entwickelt. Eine Atrophie des mittleren und unteren Drittels, wie sie von Duchenne stets bei Serratuslähmung gefunden und für die Senkung des Acromion verantwortlich gemacht wurde, ist jedenfalls nicht vorhanden. Das erkennt man schon daraus, dass beim Zusammenbringen der Schulterblätter diese nicht in der Richtung der Rhomboidei nach innen oben gezogen werden mit Drehung um ihren äussern Winkel, sondern mit fast verticalen Basen gerade nach innen. Hochstand und Adduction der Schulterblätter, wie sie von Remak, Berger, Bäumlcr, Bruns betroffen wurden, sind nicht vorhanden. Der Hals erscheint nicht abnorm kurz. Der Rücken im Gegentheil etwas verbreitert. Die Muskeln der rechten Fossa supra- und infraspinata sind so hypertrophisch, dass durch ihre Masse (besonders den Infraspinatus) die rechte Scapula bedeutend weiter als die linke vom Thorax abzustehen scheint, was thatsächlich nicht der Fall ist. Die rechte Spina scapulae ist bei der starken Entwicklung der Muskeln über und unter ihr gar nicht zu sehen. Die Rhomboidei sind nicht hypertrophisch. Bei passiv seitwärts erhobenen Armen sieht man an den Brustseiten zwischen den Rändern der Mm. pectorales maj. und latissimi dorsi bei dem gut genährten Menschen die Rippen durch, fühlt auch nichts von einem Serratus. Bei activem Er-

heben der Arme treten seine Zacken an der seitlichen Thoraxwand nicht hervor.

## 2. Seitwärtsheben der Arme in frontaler Ebene.

Wenn ein Gesunder die Arme seitwärts erhebt, so erfolgt zunächst eine Feststellung des Schulterblatts, damit die bewegliche Pfanne des Gelenks eine feste Lage erhält. Dieses geschieht durch Cucullaris und Rhomboidei nach innen, den Serratus nach aussen und den Pectoralis minor nach vorn unten. Die Contraction dieser Muskeln mit Ausnahme des Pectoralis minor ist schwach sicht- und fühlbar. Die Rhomboidei allein ziehen das Schulterblatt nach innen und oben und drehen den Angulus um den äusseren Winkel nach innen; diese Drehung aber wird durch den antagonistischen Zug der unteren Portion des Serratus in bestimmten Grenzen gehalten. Ausserdem halten die Rhomboidei den spinalen Rand der Scapulae fest an den Thorax und sind in dieser Beziehung Synergisten des oberen Theils des Serratus. Der Cucullaris im Ganzen nähert das Schulterblatt der Mittellinie, hebt den acromialen Theil und drückt zugleich den Angulus fest an den Thorax, sodass die Schulterwölbung sich von vorn nach hinten und von aussen nach innen verringert und abflacht. Ist der ganze Muskel gelähmt, so steht das Schulterblatt demnach tiefer, weiter von der Mittellinie entfernt und schief von aussen oben nach innen unten, der Angulus mehr vom Thorax ab. Das Schulterblatt erscheint wie am innern obern Winkel durch den Levator aufgehängt. Die pathologische Stellung ist also ähnlich wie bei Serratuslähmung, lässt sich aber sofort bei Bewegungen der Arme von dieser unterscheiden. Duchenne grenzt 3 Portionen des Muskels ab: Die claviculare oder respiratorische Portion trägt zur Hebung der Schulter wenig bei und bewegt hauptsächlich den Kopf nach hinten: das mittlere, am Acromion und der Spina ansetzende Drittel zerfällt in einen äussern elevatorischen und innern adductorischen Theil; das untere am spinalen Rande der Scapula ansetzende Drittel zieht den Angulus nach unten und nähert ihn der Wirbelsäule. Der Serratus zerfällt ebenfalls in 3 Portionen; die Fasern der oberen verlaufen parallel zum oberen Winkel, die der mittleren verlaufen divergirend zur ganzen Basis, die der untern convergirend zum Angulus. Letzterer Theil ist am längsten und stärksten. Der ganze Muskel hält die Basis fest gegen den Thorax und bewegt das Schulterblatt nach aussen. Die untere Portion allein dreht den Angulus nach aussen und, wenn die Rhomboidei bis zu gewissem Grade gespannt sind, nach aussen oben. In Bezug auf das Andrücken der Scapula an den Brustkorb sind Serratus, Trapezium und Rhomboidei Synergisten; in gewisser Weise sind Trapezium und Serratus auch in Bezug auf die

Drehung des Schulterblattes Synergisten. Denn es dreht sich, wenn die elevatorische Cucullarisportion das Acromion hebt und wenn der Serratus den unteren Winkel nach aussen zieht, das rechte Schulterblatt entgegen der Richtung des Uhrzeigers. Der Rhomboideus dreht dasselbe umgekehrt im Sinne des Uhrzeigers. Wenn Cucullaris und Rhomboideus gleichzeitig sich contrahiren, rotirt die Scapula gar nicht, sondern wird der Wirbelsäule mit verticaler Basis genähert. Cucullaris und Serratus sind in diesem Punkte Antagonisten, insofern letzterer das Schulterblatt nach vorn aussen auf die seitliche Thoraxfläche zieht. Durch die gleichzeitige Contraction von Cucullaris, Rhomboideus und Serratus bleibt im Beginn des Armhebens das Schulterblatt zunächst annähernd in derselben Stellung, welche es in der Ruhe hat. Seine vertikal stehende Basis rückt nur ein wenig nach innen, sie wird im Ganzen, besonders der Angulus, durch die 3 Muskeln fester an den Thorax gepresst. Die Hebung des Arms oder Winkelung des Humerus gegen das Schulterblatt geschieht wesentlich durch den Deltoideus. Nach Duchenne stellt dieser eigentlich 3 von einander auch in der Function verschiedene Muskeln dar. Beim Erheben des Arms ist der vordere claviculare Theil am meisten betheiligt. Die schwächste mittlere, vom Acromion entspringende Portion erhebt ebenfalls den Arm nach aussen. Das hintere spinale Drittel zerfällt nach meinen Beobachtungen wieder in zwei Theile. Der äusserste, dem Acromion zunächst ansetzende ist ebenfalls Heber des Arms, und zwar besonders bis  $1\frac{1}{2}$  R. Elevation. Ganz erschläft ist er aber auch weiterhin nicht. Nur das innerste schmale Bündel fungirt als Senker des Arms beim Seitwärtssinken (s. u.). Der Deltamuskel ist also, worauf schon Bichat hinwies, zugleich Heber und Senker des Arms. Ich kann Duchenne nicht beistimmen, welcher behauptet, dass das hintere Drittel nur bis  $45^{\circ}$  am Erheben des Arms betheiligt sei. Wenn die mittlere Portion gelähmt ist, wird der Arm nach der Seite nur durch die vordere und hintere erhoben und mit geringerer Kraft. Das vordere Bündel allein hebt nach vorn innen, das hintere bringt den Arm nach hinten innen, die Hand auf das Gesäss und Kreuz. Die Winkelung des Arms wird durch den Deltoideus allein eingeleitet. Auch der Supraspinatus ist in geringem Maasse mitbetheiligt. Besonders aber hat dieser Muskel dabei die Fixation des Kopfes gegen die Pfanne zu besorgen, damit er nicht nach unten subluxirt. Früher meinte man, der Supraspinatus beginne die Winkelung, der Deltoideus setze sie dann kräftiger fort. Das ist nicht richtig. Ist der Arm bis  $\frac{1}{3}$  —  $\frac{1}{2}$  R. gehoben (das ist verschieden bei einzelnen Menschen), so erfolgt bereits eine Drehung der Scapula. Ehemals war die Ansicht geltend — auch Duchenne, Busch, Kron vertreten sie

noch —, dass der Deltoideus allein den Arm bis zur Wagerechten erhebe, dann erst der Serratus eine Drehung der Scapula herbeiführe und nun durch Aufwärtswendung der Gelenkpfanne für sich den Arm bis zur Verticalen bringe. Vorher, bis zur Wagerechten, trage er nur zur Fixirung des Schulterblattes bei. Der Mechanismus ist aber ein ganz anderer: Winkelung des Humerus und Drehung der Scapula gehen von  $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$  R. nebeneinander her. Es ist viel darüber gestritten worden, um welchen Punkt die Drehung erfolgt. Duchenne wendet sich gegen die von Anatomen und Physiologen vertretene Anschauung, wonach der Drehpunkt in der Mitte des Schulterblatts liegt, und behauptet, dass die Axe durch den innern oberen, fest bleibenden Winkel gehe. Cruveilhier hat, von gleicher Anschauung ausgehend, den Mechanismus mit dem einer Zugklingelvorrichtung verglichen. Zu diesem falschen Ergebniss ist Duchenne jedenfalls dadurch gekommen, dass er seine Untersuchungen nicht an Gesunden, sondern an Leuten mit progressiver Muskelatrophie anstellte, an ihnen die isolirte Wirkung einzelner Muskeln, hier des Serratus, bei elektrischer Reizung studirte und aus dieser pathologischen Physiologie auf die normale Muskelwirkung schloss.

Der Drehpunkt entspricht nur dann dem innern obern Winkel, wenn man die convergirende Serratusportion allein faradisirt. Reizt man den ganzen Muskel, so bleibt der obere Winkel nicht mehr an Ort und Stelle, sondern wird mit der ganzen Scapula nach aussen gezogen, und die Drehung erfolgt um die Mitte der Spina. Faradisirt man die elevatorische Cucullarisportion, so rückt die Scapula nach innen, die Drehung geschieht um denselben Punkt. Beim activen Erheben der Arme bringt das ineinander greifende Spiel der betheiligten Muskeln eine noch complicirtere Bewegung zu Stande. Es bleibt kein Punkt der Scapula an Ort und Stelle, weil sie en masse zuerst etwas nach innen, dann stärker nach aussen rückt, wenn die Serratuswirkung in den Vordergrund tritt. Die Drehaxe geht zunächst durch die Mitte der Spina, so dass eine Hebelbewegung eines gleichschenkligen Hebels vorliegt; weiterhin kommt der Drehpunkt dem Acromion näher, im letzten Theil der Bewegung läuft die Axe durch das Collum. Der innere obere Winkel rückt zunächst 1 cm nach innen durch Adduction der ganzen Scapula, von  $140^{\circ}$  Elevation an nach aussen. Dabei wird er zugleich, weil der Drehpunkt lateralwärts liegt, gesenkt. Bei horizontaler Armhaltung steht er 1 cm, bei  $160^{\circ}$  2 cm, bei Verticalstellung 4 cm tiefer als in Ruhe. Aus der letzten Zahl ersieht man, dass seine Senkung zuletzt rascher zunimmt. Das rührt daher, weil der Drehpunkt ganz aussen im Collum liegt, der innere Hebelarm der Spina länger geworden ist, also die Excursion seines Endpunktes zunimmt

Aus letzterem Grunde wird auch die Distanz des innern obern Winkels von der Medianlinie zuletzt wieder etwas grösser. Von dieser Veränderung der Stellung kann man sich ausser durch Palpation leicht durch Durchleuchtung mittelst Röntgen-Strahlen überzeugen. Betreffend aller Maassangaben bemerke ich, dass sie den aus sechs verschiedenen Beobachtungen gezogenen Mittelwerthen entsprechen. Die Stellung der Schulterblätter, der Zeitpunkt, wann dieselben zu rotiren beginnen, auch das Maass der Drehung sind nicht bei allen Menschen gleich.

Den Hauptantheil an der Drehung hat die stärkere, convergirende, am Angulus ansetzende Portion des Serratus, welche den unteren Winkel nach aussen zieht. Ihre Ursprungszacken treten an der seitlichen Thoraxwand zwischen Pectoralis- und Latissimuswand deutlich hervor. Ausserdem wird der äussere Winkel durch die elevatorische Cucullarportion nach innen gezogen. Aber selbst wenn dieser Muskel, wie im vorliegenden Falle B., hypertrophirt ist, vermag er den Ausfall des Serratus nicht zu ersetzen. Umgekehrt kann aber auch bei Trapeziuslähmung der Arm nicht völlig und mit gleicher Kraft bis zur Senkrechten erhoben werden, weil die Pfanne nicht genügend nach aufwärts gedreht wird. Doch ist die Störung der Armbewegungen bei Cucullarislähmung geringer und wohl mehr durch die mangelhafte Fixation der Scapula bedingt. — Je weiter der Arm erhoben wird, um so weiter erfolgt die Drehung. Bei horizontal erhobenen Armen ist die Distanz des inneren oberen Winkels von der Wirbelsäule um die Hälfte kleiner, diejenige des unteren Winkels um  $\frac{2}{3}$  grösser geworden, als sie in Ruhestellung war. Jetzt steht die äussere Kante vertical. Bei weiterem Erheben wird nun der obere Winkel der Wirbelsäule nicht mehr genähert, der untere aber kommt immer weiter nach aussen. Bei verticaler Erhebung ist er mal so weit von der Wirbelsäule entfernt, als in Ruhelage und steht jetzt genau in der mittleren Seitenlinie des Thorax. Zugleich wird durch den Serratus die Schulter gehoben, weil die Drehung des Angulus bei einem bestimmten Dehnungsgrad des Rhomboideus und Levator scapulae durch diese Muskeln gehemmt wird. Der Angulus rückt in Folge dessen statt nach aussen immer mehr nach aussen oben. Bei der Drehung wird von vornherein der untere Winkel fest an den Thorax herangezogen; er gleitet so dicht auf der Brustwand, dass er nicht mehr zu sehen und nur schwer zu fühlen ist. Ausser dem Serratus, Cucullaris und Rhomboideus hält noch der obere Rand des Latissimus, welcher den Angulus deckt, diesen gegen den Brustkorb angedrückt. Denn bei reinen Latissimuslähmungen steht der Schulterblattwinkel ebenfalls flügel förmig vom Thorax ab (Seeligmüller, Eulenburg). Die Fläche der Schulterblattpfanne, welche in Ruhestellung



nach aussen und oben zeigt, in einem nach oben offenen Winkel von  $30^\circ$  mit der sagittalen Verticalebene, bildet mit dieser bei horizontaler Erhebung der Arme einen Winkel von  $60^\circ$ , bei verticaler Erhebung zeigt sie fast genau nach oben (Röntgen-Durchleuchtung).

Bei  $\frac{1}{2}$  R. Elevation bildet der Humerus mit der Spina scapulae einen nach unten offenen Winkel von  $120^\circ$ , bei horizontaler Armhaltung einen solchen von  $135^\circ$ , bei  $115^\circ$  Elevation steht er in der Verlängerungslinie der oberen Scapulakante, bei  $160^\circ$  in Verlängerung der Spina. Bei verticaler Erhebung bildet die Axe des Humerus mit der Spina scapulae einen nach oben innen offenen Winkel von  $150^\circ$ . Früher glaubte man, wie gesagt, die Drehung der Scapula allein brächte den Arm um  $90^\circ$  höher, von der Wagerechten zur Senkrechten. Das ist nicht richtig: zunächst hebt die Drehung schon viel früher an, wie ich gezeigt habe; ausserdem bringt sie ihn nur um  $45^\circ$  höher. Die übrigen  $45^\circ$  kommen auf die bis zum Schluss der Winkelung an Intensität zunehmende Wirkung des Deltoideus. Man sieht deutlich, dass dieser beim Uebergang von der horizontalen zur verticalen Erhebung kürzer und dicker wird. Erst gegen Schluss der Bewegung treten zwischen Acromion und Caput humeri zwei tiefe Hautfalten auf in Folge stärkerer Winkelung des Arms gegen das Schulterblatt. Die Wirkung des Deltoideus ist also derartig, dass sie bei Beginn der Elevation anhebt und gleichmässig bis zum Schluss anhält. Wäre sie, wie fast allgemein angenommen wurde, bei horizontaler Erhebung bereits abgeschlossen, so müsste dieser Winkel von der horizontalen bis zur verticalen Erhebung constant bleiben. Das ist keineswegs der Fall.

Die obere, von der Clavicula und dem Manubrium sterni entspringende Portion des Pectoralis major trägt bei den meisten Leuten zur Erhebung des Arms gar nichts bei, bei einzelnen in geringem Maasse, und zwar beim Erheben über die Horizontale hinaus. Bei Widerstandsbewegungen tritt sie dann stets deutlich in Function. Ein und dasselbe Muskelbündel ist hier zugleich Heber und Senker des Arms je nach seiner Stellung und dem Zusammenwirken mit anderen Muskeln. Es hebt den Arm von der Horizontalen zur Verticalen und senkt ihn umgekehrt von der Wagerechten abwärts. Beim Senken des Arms ist jedoch der untere Theil des Pectoralis wirksamer (s. u.). Vom Deltoideus ist nicht ein und dieselbe Portion Heber und Senker, sondern das innerste spinale Bündel des hinteren Drittels mit den längsten Fasern dient allein zum Senken, die anderen Portionen allein zum Heben des Arms. — Auch der Biceps trägt, wenn der Arm durch den Triceps im Ellenbogengelenk fest gestreckt gehalten wird, zur Erhebung bis zum

Schluss bei, sowohl in supinirter, als in pronirter Haltung. Der Coracobrachialis ist nicht thätig.

B. kann den linken Arm seitwärts bis  $130^{\circ}$ , den rechten bis  $90^{\circ}$  erheben. Dabei beobachtet man, dass die Schulterblätter nicht an Ort und Stelle fixirt, sondern nach der Medianlinie zusammengezogen werden (Fig. 2). Beide Serrati sind vollständig gelähmt, ihre Antagonisten

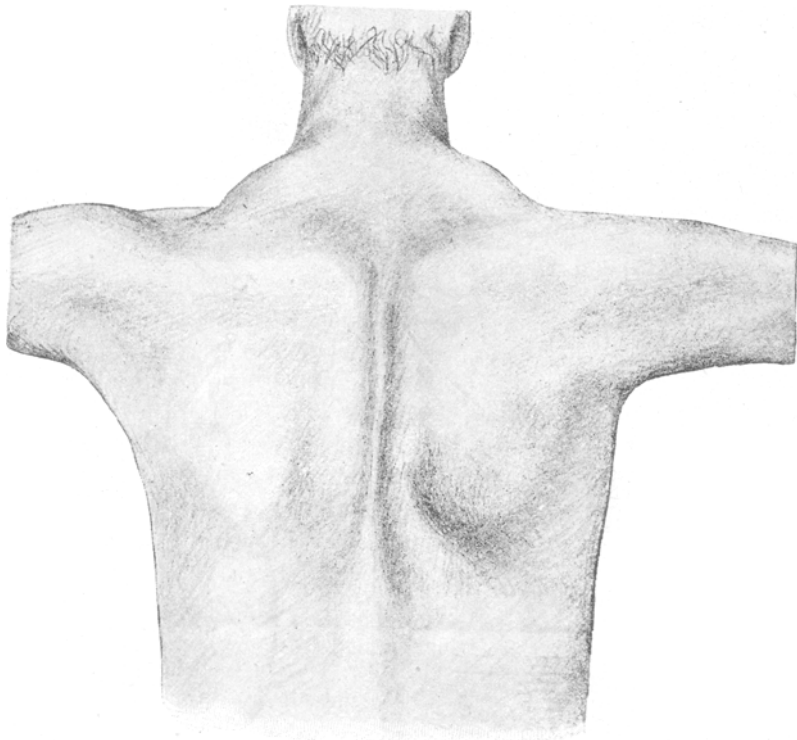


Fig. 2. Arme activ seitwärts bis zur Horizontalen erhoben.

ziehen die Basen zusammen. Zuerst rücken mehr die Anguli zusammen, so dass sie schon bei  $\frac{1}{2}$  R. Elevation nur noch durch zwei, eine tiefe Falte zwischen sich lassende Hautwülste von einander getrennt sind. Bis dahin bleiben sie 5 cm vom Thorax entfernt. Bei  $60^{\circ}$  stehen auch die oberen Winkel dicht zusammen. Die Scapulabewegung ist aber ebenso wie die Erhebung der Arme rechts und links verschieden, weil rechts ausser dem Serratus noch der Deltoideus gelähmt ist. Der rechte Angulus wird schon bei Elevation über  $\frac{1}{2}$  R. hinaus etwas nach aussen gedreht, der linke erst bei  $60^{\circ}$ . Bei horizontal erhobenen Armen steht

der rechte Angulus  $1\frac{1}{2}$  cm weiter von der Medianlinie entfernt als der linke ( $5\frac{1}{2}$  und 4 cm). Bei  $60^\circ$  ist die Hautfalte zwischen den zusammengeschobenen Schulterblättern am tiefsten, von da ab verflacht und verbreitert sie sich von unten nach oben allmählig, ebenso wie sie von unten nach oben im Beginn der Erhebung aufgetreten war. Bei der Schlussstellung steht der rechte Angulus  $5\frac{1}{2}$ , der linke  $6\frac{1}{2}$  cm von der Medianlinie. Die Anguli sind zugleich mit ihrer Drehung näher an den Thorax herangekommen und stehen nur noch rechts  $2\frac{1}{2}$ , links  $1\frac{1}{2}$  cm von ihm ab. Dass diese Drehung der Schulterblätter nicht auf einer Serratuswirkung beruht, und warum sie links weiter als rechts erfolgt, werde ich auseinandersetzen, wenn ich das Erheben der Arme an sich besprochen habe. Rechts ist der Deltamuskel völlig gelähmt, auch in seinen vorderen Fasern; die Bewegung besorgt die hypertrophische und stark vorspringende obere Portion des Pectoralis, daneben hilft der hypertrophirte Supraspinatus mit (Fig. 3). Es gilt allgemein,

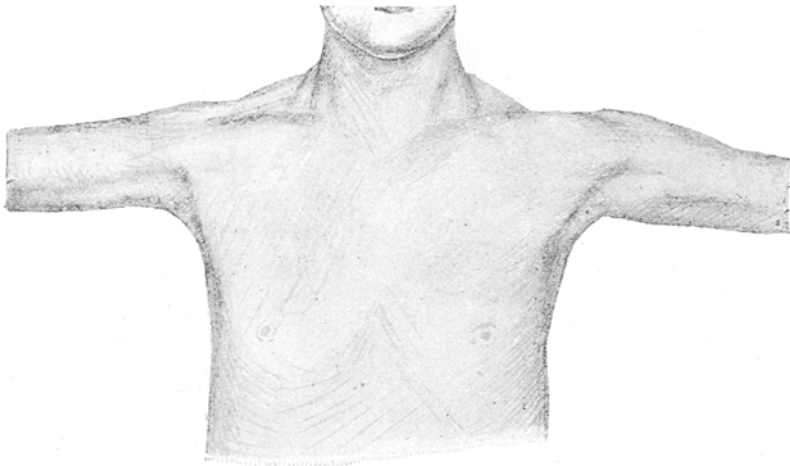


Fig. 3. Arme activ seitwärts bis zur Horizontalen erhoben.

und auch Duchenne und Bernhardt behaupten es, dass Leute mit Deltoideuslähmung den Arm fast gar nicht erheben, nicht allein essen, die Hand nicht auf die andere Schulter legen können. Die vordersten Fasern, welche noch Aeste von den Nn. thoracici bekämen, sollten bei Lähmung des N. axillaris sich zwar noch zusammenziehen, aber auch mit Hülfe des M. coracobrachialis den Arm nur eine Spur nach vorn in die Höhe bringen. Dass der Pectoralis theilweise den Deltoideus ersetzen kann, erwähnt auch Duchenne nicht, der doch seine elevatorische Function an anderer Stelle betont.

Bei B. wirkt der Pectoralis am stärksten, wenn er den Arm im Schultergelenk nach aussen dreht (supinirt), weil dann seine Fasern relativ länger sind. Wird der Mann nicht darauf aufmerksam gemacht, so erfolgt deshalb gleich im Anfang des Erhebens ein Auswärtsrollen des Arms. In supinirter Stellung kann er bis 90°, in pronirter nur bis 80° erheben. Die starke Hypertrophie des M. infrapinatus und teres minor lässt sich jedoch durch diese stärkere Inanspruchnahme nicht erklären. Sie ist älteren Datums und hängt vielleicht mit der früheren Beschäftigung des Mannes (B. ist von Beruf Tischler) zusammen. Bis  $\frac{1}{2}$  R. Elevation wird die Scapula nicht rotirt. Das weitere Erheben wird durch geringe Drehung des Angulus nach aussen erleichtert. Linkerseits ist der Deltoideus kräftig entwickelt und die Winkelung des Humerus gegen die Pfanne erfolgt durch ihn und den Supraspinatus regelrecht. Weil jedoch die Drehung der Scapula viel geringer ist als in der Norm, die ganze Basis derselben der Medianlinie dauernd näher steht, wird der Deltoideus früher als normal erschöpft. Schon gleich beim Erheben über die Wagerechte treten die Hautfalten zwischen Acromion und Humeruskopf auf, welche sich sonst erst nahe der verticalen Armstellung zeigen. Bei 130° ist die Deltoideuskraft am Ende. Die Möglichkeit, das linke Schulterblatt weiter zu drehen als das rechte, ist nur auf den verschiedenen Effect der Pectoraliswirkung, bedingt durch das Fehlen des rechten Deltoideus, zu beziehen: der Serratus ist beiderseits völlig gelähmt. Zunächst besorgen die Cucullares mit ihrer elevatorischen Portion die Drehung. Diese sind aber rechts und links gleich kräftig entwickelt, also liegt die Differenz anderswo begründet. Nehmen wir an, der Humerus sei zur Scapula durch den Deltoideus und Supraspinatus am Schluss ihrer Wirkung in einem bestimmten Winkel festgestellt, und es trete jetzt die Claviculaportion des Pectoralis in Thätigkeit. Dann wird diese zugleich mit dem Arm die Scapula heranziehen, d. h. ihren Angulus nach aussen oben drehen. Dabei kommt der Winkel, weil er mehr unter den oberen Rand des Latissimus tritt, näher an den Thorax heran. Ausserdem nähert der Cucullaris den untern Winkel dem Brustkorb, denn er steht bei Lähmung dieses Muskels weit ab. Die Fixation des Schultergelenks durch Deltoideus und Supraspinatus ist nicht buchstäblich zu nehmen, denn thatsächlich verändert sich dieser Winkel fortwährend, weil bis zum Schluss des Erhebens, auch wenn die Scapula schon gedreht wird, die Winkelung durch den Deltoideus andauert. Drehung der Scapula durch Cucullaris und Pectoralis gehen während des letzten Theils der Erhebung gleichzeitig mit Winkelung des Arms durch Deltoideus, Supraspinatus und Pectoralis vor sich. Der

Pectoralis winkelt zunächst den Arm, zuletzt dreht er mittelbar die Scapula.

Das linke Schulterblatt wird von  $60^\circ$  Elevation ab gedreht, und zwar zunächst nur durch den Cucullaris. Erst bei  $90^\circ$  contrahirt sich die Clavicularportion des Pectoralis und trägt zur weiteren Drehung bei. Dieser Umstand ermöglicht jenseits  $90^\circ$  noch eine ziemlich bedeutende Leistung des Pectoralis. Er dreht aber nicht nur mittelbar die Scapula nach aussen, sondern unterstützt auch den Deltoideus in der Winkelung des Arms. Denn die Differenz in der Drehung beider Scapulae ist zu unbedeutend, um die Thatsache zu erklären, dass der linke Arm  $40^\circ$  weiter als der rechte erhoben wird.  $50^\circ$  fehlen links an verticaler Erhebung. Diese sind das Maass der ausfallenden Serratusthätigkeit. Ersetzt man letztere durch passives Herumschieben des Angulus nach aussen, so kann B. den linken Arm bis zur Senkrechten, den rechten bis  $140^\circ$  erheben. Die rechts fehlenden  $40^\circ$  sind das Maass der ausfallenden Deltoideusfunction. Die Schultern erscheinen bei wagerecht erhobenen Armen schmaler, weil die Acromien weiter als in der Norm medianwärts zurück sind, und die Schlüsselbeine schräger von vorn innen nach hinten aussen verlaufen. Der Drehpunkt der Scapulae liegt dem innern obern Winkel näher als in der Norm.

### 3. Erheben der Arme nach vorn in sagittalen Ebenen.

Führt ein Gesunder diese Bewegung aus, so werden im Gegensatz zum Seitwärtsheben die Schulterblätter fast von vornherein gedreht und ausserdem nach aussen verschoben. Der obere innere Winkel wird nicht nach innen gezogen, seine Differenz von der Wirbelsäule wird vielmehr durch Abduction der ganzen Scapula zunächst grösser und beträgt bei horizontaler Erhebung 2 cm mehr als in Ruhestellung. Der Angulus aber steht jetzt schon fast in der hinteren Axillarlinie, 7 cm weiter von der Medianlinie als in Ruhestellung und 2 cm weiter als bei seitwärts horizontal erhobenen Armen (15 : 13 cm). Zugleich mit dieser Abduction und Drehung des Angulus nach aussen werden die Schulterblätter aufgerichtet und mit ihren spinalen Rändern etwas vom Thorax abgehoben. Dieses geschieht durch Drehung um eine durchs Collum gedachte Verticale. Jenseits der Wagerechten kommt der Angulus nur noch wenig ( $1\frac{1}{2}$  cm) weiter nach aussen, der innere obere Winkel aber wird unter gleichzeitiger Senkung um 4 cm wesentlich der Wirbelsäule genähert, weil die oberen Theile der Schulterblätter durch die Cucullares und Rhomboidei zusammengezogen werden. Somit kommt, während der Angulus dem Zuge des Serratus nach aussen folgt, die Basis immer schiefer zu liegen. Bei verticaler Erhebung stehen infolgedessen —

was ja natürlich ist — die Scapulae ebenso, als wenn die Arme seitwärts so weit elevirt wären. Bei  $\frac{1}{2}$  R. Erhebung bildet die Spina scapulae mit der Humerusachse einen nach unten offenen Winkel von  $125^\circ$ , bei 1 R. einen solchen von  $160^\circ$ . Bei 2 R. ist der Winkel nach innen oben offen und beträgt  $150^\circ$ . Folgende Muskeln sind thätig: Die Verschiebung des Schulterblattes nach aussen und Drehung des Angulus besorgt der Serratus. Der spinale Rand wird vom Thorax abgehoben durch den Zug der am Processus coracoideus ansetzenden Muskeln (Coracobrachialis, kurzer Bicepskopf, Pectoralis minor) und besonders indirect durch den Pectoralis major vermittelt des Humerus. Wenn der Serratus gesund ist, wirkt derselbe mit dem Trapezium und Romboideus dieser Abhebung so energisch entgegen, dass der spinale Schulterblattrand nur ganz wenig vom Brustkorb absteht. Die Adduction des oberen Theils der Scapula en masse im letzten Theil der Bewegung besorgen Cucullaris und Rhomboideus, welche bis dahin nur zur Fixation contrahirt waren, um einer zu starken Abduction durch den Serratus und Rotation um die verticale Achse entgegen zu treten. Weil der Angulus durch den Serratus festgehalten wird, muss der innere obere Winkel zugleich durch die Adduction tiefer treten. Die Scapula macht also beim Vorwärtsheben eine complicirte Bewegung. Sie wird um zwei Achsen gedreht, erstens wie beim Seitwärtsheben um eine auf der Schulterblatfläche senkrecht stehende. Diese verläuft hier aber nicht sagittal, weil die Scapula zweitens um das durchs Collum gezogene Lot rotirt. Ferner wird die Scapula zuerst in ganzer Fläche abducirt, zuletzt ihr oberer Theil stark adducirt.

Das Erheben der Arme geschieht erstens durch das vordere und mittlere Drittel des Deltoideus; seine hintere Portion ist erschlafft. Schon bei  $\frac{1}{3}$  R. Elevation fängt die Clavicularportion des Pectoralis major, im Gegensatz zum Seitwärtsheben, an sich zu contrahiren. Durch diese Hülfe des Pectoralis kann der Arm bei Plexusläsion noch ganz gut nach vorn gehoben werden, wenn er beim Seitwärtsheben bereits um  $\frac{1}{2}$  R. zurückbleibt. Die Contraction beider Muskeln nimmt bis zum Schluss der Bewegung zu; ganz kurz vor der verticalen Stellung (bei  $170^\circ$ ) erschlafft der Pectoralis wieder, und der Arm wird dann nur durch den Deltoideus gehalten. Bei Widerstandsbewegung wirken ausserdem bei steif gestrecktem Ellenbogengelenk der Biceps und im Gegensatz zum Seitwärtsheben auch der Coracobrachialis mit. Allein bringt der Coracobrachialis den Arm nur sehr schwach nach vorn und innen. Beim Vorwärtsheben ist dagegen der Supraspinatus nicht als Hebemuskel, sondern nur als actives Ligament thätig, um den Kopf gegen die Pfanne zu halten. —

B. kann den linken Arm bis  $120^{\circ}$ , den rechten bis  $80^{\circ}$  nach vorn erheben. Dabei beobachtet man folgendes: Die Schulterblätter bleiben bis zu horizontaler Erhebung der Arme annähernd an ihrer Stelle, werden aber mit ihren Basen in ganzer Ausdehnung so weit vom Thorax abgehoben, wie in Ruhestellung nur die Anguli abstehen. Es bildet sich eine 5 cm tiefe, 14 cm breite Grube zwischen den innern Kanten, in welche man eine Faust hineinlegen kann (Fig. 4). Nach Duchenne

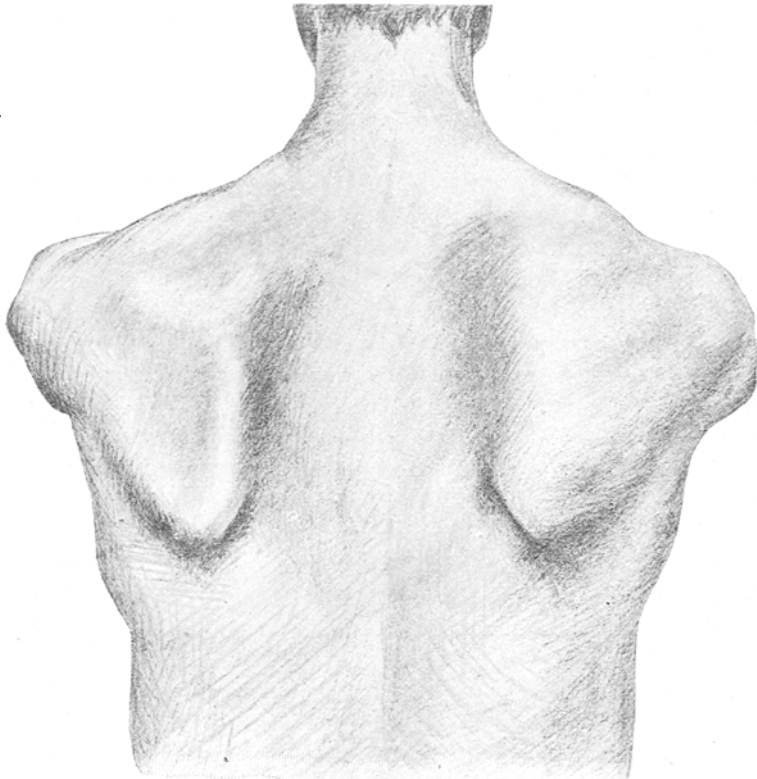


Fig. 4. Arme activ nach vorn bis zur Horizontalen erhoben.

soll dieses nur bei gleichzeitiger Trapezius- und Rhomboideusatrophie eintreten; sonst bilde sich nur eine seichte Rinne. Wenn man jedoch bedenkt, dass nur der Zug des Serratus nach vorn wirkt, der des Cucullaris und Rhomboideus lediglich medianwärts, so ist es verständlich, dass der Ausfall des Serratus allein diese pathologische Schulterblattstellung bedingen kann, wie das im vorliegenden Falle thatsächlich der

Fall ist. Die Kraft der Muskeln, welche die Schulterblätter vom Thorax abheben, ist grösser als die anpressende Kraft des Cucullaris und Rhomboideus. Im Einzelnen betrachtet fällt links bis zur horizontalen Erhebung der Arme die normale Drehung der Scapula ganz aus. Nur der obere Winkel wird, entgegen der Norm, etwas nach innen gezogen, sodass die Basis jetzt vertical steht. Ausserdem wird er vom Thorax abgehoben, sodass die Basis in ganzer Länge 5 cm absteht. Erst jenseits der Horizontalen erfolgt eine geringe Drehung: der obere innere Winkel ist am Schluss der Bewegung um  $2\frac{1}{2}$  cm nach innen (Distanz  $4\frac{1}{2}$  cm), der Angulus um  $2\frac{1}{2}$  cm nach aussen gedreht (Distanz  $10\frac{1}{2}$  cm) und dem Thorax völlig genähert. Es überwiegt im Gegensatz zur Regel die Drehung der Scapula um die verticale Achse. Dieselbe ist deshalb so viel bedeutender, die Abhebung des spinalen Randes so auffallend, weil das Schulterblatt nicht durch den nach vorn gerichteten Zug des Serratus an den Thorax angepresst gehalten wird. Die Wirkung der am Proc. coracoideus ansetzenden Muskeln allein erklärt dies weite Abstehen des ganzen spinalen Randes nicht. Es ist vielmehr hauptsächlich dem Pectoralis major zuzuschreiben. Wenn Humerus und Scapula wieder gewissermassen als ein im Schultergelenk festgestelltes Ganzes angesehen werden, so muss mit der Erhebung des Arms nach vorn der obere Theil des Schulterblattes um eine horizontale frontale Achse nach hinten abgekippt werden. Dieses wird beim Gesunden durch den Zug des Serratus verhindert. Bei B. ist es linkerseits so stark, dass schliesslich der Angulus dem Thorax völlig anliegt, während der obere innere Winkel noch weit absteht. Die geringe Drehung um eine horizontale sagittale Achse ist zunächst dem Cucullaris zuzuschreiben; zum Schluss wird der Angulus noch etwas durch den Pectoralis unmittelbar nach aussen gedreht. Letzterer besorgt ebenfalls hauptsächlich die Drehung um die verticale Achse.

Die rechte Scapula wird mit ihrem spinalen Rande vom Thorax abgehoben und ihr oberer Theil nach hinten gekippt, sodass die Basis am Schluss der Bewegung bei  $80^\circ$  in ganzer Länge 5 cm vom Brustkorb entfernt ist. Eine Drehung um die sagittale Achse findet nur in soweit statt, dass der in Ruhestellung etwas schräg von aussen oben nach innen unten verlaufende spinale Rand vertical zu stehen kommt (Cucullariswirkung). Der untere Winkel behält seine Lage bei (Distanz 8 cm), er wird nicht nach aussen gedreht und nicht dem Thorax genähert. Denn die Kraft des Pectoralis ist schon verbraucht, weil dieser ausser der Drehung der Scapula um die verticale und frontale horizontale Achse noch den gelähmten Deltamuskel zu ersetzen hat. Links vermag er noch eine Drehung des Angulus nach aussen und Annäherung des-



selben an den Brustkorb herbeizuführen. Diese Annäherung wird durch den oberen Rand des Latissimus vervollständigt. Der Unterschied zwischen links und rechts ist wieder wie beim Seitwärtsheben nur im Fehlen des Deltoideus und in der dadurch bedingten früheren und vielseitigeren Inanspruchnahme des Pectoralis major der rechten Seite begründet.

Der rechte Arm wird durch die hypertrophische Clavicularportion des Pectoralis major nach vorn gehoben (Fig. 3). Bei  $80^{\circ}$  ist ihre

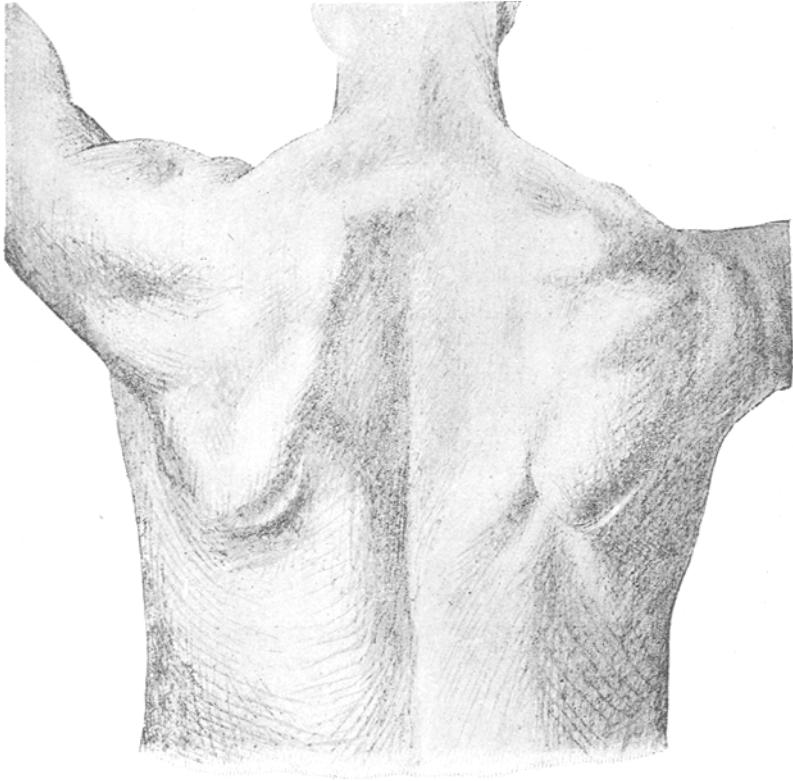


Fig. 5. Arme activ schräg nach vorn ad maximum erhoben.

Kraft erschöpft, und sie kann keine Drehung der Scapula mehr herbeiführen. Der linke Arm wird wie beim Gesunden durch den Deltoideus heraufgewinkelt. Die Clavicularportion des letzteren contrahirt sich gleich im Beginn der Bewegung. Die Möglichkeit, den linken Arm um  $40^{\circ}$  weiter als den rechten zu erheben, zeigt wieder das Maass der Deltoideuswirkung an. Ersetzt man links den ausfallenden Serratus

durch passives Herumschieben des Angulus nach aussen, so kann B. den Arm bis zur Verticalen erheben. Auch bei B. lässt dann zum Schluss die Contraction des Pectoralis nach. Auf den Ausfall des Serratus kommen also 60°. Ersetzt man ebenso rechts den Serratus passiv, so kommt der Arm bis 140° in die Höhe. Die fehlenden 40° entsprechen dem Ausfall des Deltoideus.

4. Das Erheben der Arme schräg nach vorn in einer verticalen Ebene, welche in der Mitte zwischen der verticalen Frontal- und Sagittalebene liegt, ist ein Mittelding zwischen den beiden vorher beschriebenen Bewegungen. In dieser Ebene geht das Erheben der Arme auch beim Gesunden am natürlichsten und leichtesten von statten. Die Drehung der Schulterblätter erfolgt schon bald nach Beginn, sie werden der Mittellinie kaum genähert. In der Winkelung des Humerus unterstützt aber der Pectoralis den Deltoideus bedeutend weniger, als beim Erheben nach vorn: Bei  $\frac{1}{2}$  R. Elevation fängt seine Claviculaportion zunächst der Mohrenheim'schen Grube an sich wenig zu contrahiren. Die Contraction nimmt zu, hört aber bei 110° Elevation wieder völlig auf. Der Deltoideus wirkt allein weiter, wird zusehends kürzer und dicker, zwischen Acromion und Gelenkkopf tritt die Hautfalte auf. Beim Seitwärtsheben hilft also der Pectoralis meist garnicht mit, je mehr die Arme nach vorn erhoben werden, um so mehr unterstützt er den Deltoideus, weil dessen hintere Portion immer weniger, nach vorn garnicht zum Erheben der Arme beitragen kann.

Auch B. vermag die Arme in dieser Richtung am besten zu erheben, den linken bis 135°, den rechten bis 95°. Dabei nähern sich die Schulterblätter so weit, dass ihre spinalen Ränder bei wagerecht gehaltenen Armen eine 7—8 cm breite, 4 cm tiefe Rinne zwischen sich begrenzen. Bei weiterem Erheben weichen die Anguli auseinander, die Rinne verbreitert und verflacht sich von unten her. Im einzelnen betrachtet wird das linke Schulterblatt mehr als beim Gesunden der Mittellinie genähert und mit seiner Basis vertical gestellt. Bei horizontalen Armen steht es 4 cm von der Wirbelsäule entfernt. Hauptsächlich ist dann der obere Theil nach hinten übergekippt, der innere obere Winkel steht 4 cm vom Thorax ab, der Angulus 3 cm. Jenseits der horizontalen Erhebung wird das Schulterblatt so weit gedreht, dass der obere innere Winkel 3, der untere 9 cm von der Wirbelsäule entfernt ist. Der untere Winkel wird also mehr nach aussen, als der obere nach innen gedreht. Ausserdem kommt hierbei der bei horizontaler Erhebung noch 3 cm vom Thorax abstehende Angulus bis auf 1 cm an diesen heran, der obere Winkel bleibt 4 cm von ihm entfernt. Der spinale Rand der Scapula und die Humerusachse bilden bei horizontaler

Erhebung einen Winkel von 1 R., bei maximaler Erhebung einen solchen von 110°, also nur 20° mehr. Der Arm kann aber 45° über die Horizontale erhoben werden, 20° kommen davon also auf weitere Winkelung des Humerus, 25° auf Drehung der Scapula. Diese wird, wie oben beschrieben, durch den Cucullaris und besonders den Pectoralis major bewirkt.

Die Basis des rechten Schulterblattes steht bei 60° Elevation noch vertical, bei horizontaler Erhebung im Gegensatz zu links bereits etwas schräg von oben innen nach unten aussen, der obere Winkel 3, der der untere 6 cm von der Wirbelsäule entfernt. Am Schluss der Erhebung bei 95° ist die Drehung so viel weiter gekommen, dass der obere Winkel 2, der untere 7 cm von der Wirbelsäule absteht. Letzterer bleibt 2 cm vom Thorax entfernt, der obere 4 cm.

Der linke Arm wird zunächst durch die vorderen zwei Drittel des Deltoideus gehoben. Von  $\frac{1}{3}$  R. Elevation an bis zum Schluss bei 135° unterstützt ihn der obere Theil des Pectoralis, und zwar mehr als dies beim Gesunden der Fall ist. Dabei wird der Arm im Schultergelenk supinirt. Ohne Supination kann der Arm nur bis 125° erhoben werden.

Der rechte Arm wird, ebenfalls im Schultergelenk nach aussen rotirt, nur von der hypertrophischen Clavicularportion des Pectoralis gehoben, bei pronirtem Arm nur bis 80°.

Folgende Tabelle veranschaulicht die verschiedenen Stellungen der Scapulae, und sind aus derselben ihre Bewegungsgrössen und -arten abzulesen.

| Armhaltung            | Abstand von der Wirbelsäule |                 |                  |                 | Abstand vom Thorax |        |                 |                 |
|-----------------------|-----------------------------|-----------------|------------------|-----------------|--------------------|--------|-----------------|-----------------|
|                       | Oberer                      |                 | unter. Winkel    |                 | Oberer             |        | unt. Winkel     |                 |
|                       | links                       | rechts          | links            | rechts          | links              | rechts | links           | rechts          |
| Ruhestellung . . .    | 7 $\frac{3}{4}$             | 7 $\frac{3}{4}$ | 8                | 8               | 3                  | 3      | 3               | 5 cm            |
| Seitwärtsheben:       |                             |                 |                  |                 |                    |        |                 |                 |
| horizontal . .        | 3                           | 3               | 4                | 5 $\frac{1}{2}$ | 3                  | 3      | 3               | 2 $\frac{1}{2}$ |
| maximal . .           | (130°) 2 $\frac{1}{2}$      | (90°) 3         | 6 $\frac{1}{2}$  | 5 $\frac{1}{2}$ | 3                  | 3      | 1 $\frac{1}{2}$ | 2 $\frac{1}{2}$ |
| Vorwärtsheben:        |                             |                 |                  |                 |                    |        |                 |                 |
| horizontal . .        | 7                           | —               | 8                | —               | 5                  | —      | 5               | —               |
| maximal . .           | (120°) 4 $\frac{1}{2}$      | (80°) 7         | 10 $\frac{1}{2}$ | 8               | 5                  | 5      | 0               | 5               |
| Schräg vorwärtsheben: |                             |                 |                  |                 |                    |        |                 |                 |
| horizontal . .        | 4                           | 3               | 5                | 6               | 4                  | 4      | 3               | 3               |
| maximal . .           | (135°) 3                    | (95°) 2         | 9                | 7               | 4                  | 4      | 1               | 2               |

5. Bei Adduction der seitwärts horizontal erhobenen Arme an die Medianebene bis zu gerader Streckung nach vorn werden beim Gesunden gleich im Beginn die Schulterblätter en masse etwas nach aussen gezogen und gedreht. Der untere Winkel macht eine grössere Excursion als der obere, sodass die Basis am Schluss schräger steht. Das ist reine Wirkung des ganzen Serratus. Seine untere convergirende am Angulus ansetzende Portion ist am stärksten, daher ihre Wirkung am grössten. Der obere an der ganzen Basis ansetzende Theil zieht die ganze Scapula nach aussen. Die oberen zwei Drittel des Cucullaris sind contrahirt, um die Scapula hochzuhalten entgegen dem Zug des Serratus. Zuletzt werden ausserdem die spinalen Ränder ein wenig vom Thorax abgehoben, d. h. die Schulterblätter werden um eine verticale, durch das Collum scapulae gedachte Achse gedreht. Diese Bewegung besorgen die am Proc. coracoideus ansetzenden Muskeln und der Pectoralis major bei gleichzeitiger Serratuscontraction. Die Armbewegung wird durch den clavicularen Theil des Deltoideus und besonders in der zweiten Hälfte der Bewegung durch den Pectoralis ausgeführt; bei Widerstandsbewegung tritt der ganze Pectoralis in Function; ausserdem der Biceps und besonders Coracobrachialis.

Diese Bewegung zeigt bei B. am deutlichsten den Ausfall der Serrati. Die Schulterblätter werden nicht nach aussen gezogen und nicht um eine sagittale Horizontalaxe, sondern nur um die verticale Axe gedreht. Im Beginn stehen die spinalen Ränder dicht am Thorax und ganz nahe zusammen, nur durch zwei Hautwülste 6 cm von einander gehalten. Allmähig rücken sie auseinander, indem sie sich vom Thorax abheben und so eine ganz tiefe breite Grube zwischen sich entstehen lassen. Sie bleiben dauernd vertical. Am Schluss der Bewegung sind sie zwar 14 cm von einander entfernt; die Zunahme der Differenz um 8 cm ist aber weniger durch Seitwärtsschieben der Schulterblätter als durch Rotation um die verticale Collumaxe bedingt. Im Beginn bildet der Humerus mit der Scapulafläche einen Winkel von 2 R., am Schluss einen solchen von  $1\frac{1}{2}$  R. Nur die Hälfte der Bewegung kommt also auf Winklung des Arms im Schultergelenk in horizontaler Ebene nach vorn, die andere Hälfte auf Drehung des Humerus mit der Scapula zusammen. Die betheiligten Muskeln sind die am Proc. coracoideus ansetzenden und die Claviculaportion des Pectoralis, indem Humerus und Scapula wieder als ein im Winkel von  $1\frac{1}{2}$  R. festgestelltes Ganzes — cum grano salis — zu betrachten sind. Weil der Pectoralis nicht nur wie beim Gesunden den Arm zu winkeln hat, sondern zum Theil wenigstens den Serratus ersetzt, ist er in grösserer Breite und viel stärker contrahirt. Zumal ist das auf der rechten Seite der Fall,

wo er ausserdem noch für die ausfallende Clavicularportion des Deltoideus eintritt. Links geschieht die Winkelung des Arms wie beim Gesunden; weil die Scapulapfanne weiter als in der Norm nach vorn zeigt, ist die Adduction des linken Arms um  $20^{\circ}$  weiter als beim Gesunden möglich. Die spinalen Ränder werden deshalb so weit vom Thorax abgehoben, weil sie nicht durch die Serrati angezogen gehalten werden. In dieser Beziehung sind die am Proc. coracoideus ansetzenden Muskeln und die Clavicularportion des Pectoralis Antagonisten des Serratus.

6. Bei der umgekehrten Abductionsbewegung, Bewegung der horizontal nach vorn gehobenen Arme bis in die frontale Ebene, werden beim Gesunden die Schulterblätter durch die adductorische Cucullarportion und die Rhomboidei zunächst wieder mit dem Angulus nach innen gedreht und dann einander en masse genähert. Der Arm wird bei freier Bewegung nur durch das hintere Drittel des Deltoideus, bei Widerstandsbewegung ausserdem durch den Supra- und Infraspinatus, Teres major und minor, Latissimus und das Caput longum des Triceps nach hinten gebracht. Zugleich sind hierbei die Fixationsmuskeln der Scapula viel stärker contrahirt als bei freier Bewegung.

Bei B. werden die spinalen Ränder in verticaler Stellung zusammengedreht und rücken viel weiter, als beim Gesunden zusammen, weil sie nicht durch die Serrati nach aussen gehalten werden. Die tiefe Grube zwischen ihnen verschwindet vollständig. Es sind dieselben Muskeln thätig. Der rechts ausfallende Deltoideus wird durch die übrigen Muskeln, besonders den hypertrophirten Infraspinatus und Teres major völlig ersetzt.

7. Nach rückwärts kann ein Gesunder die Arme nur bis  $\frac{1}{2}$  R. erheben. Die Schulterblätter werden durch die elevatorischen und adductorischen Portionen der Cucullares, die Rhomboidei, Levatores angulorum am Thorax hinaufgeschoben und von vornherein einander etwas genähert. Ausserdem wird ihre obere Hälfte durch die am Processus coracoideus ansetzenden Muskeln nach vorn übergekippt, so dass sich die Anguli vom Thorax entfernen. Der Arm wird durch das ganze hintere Deltoideusdrittel, besonders aber durch den Latissimus und Teres major nach hinten gebracht. Das vordere und mittlere Deltoideusdrittel ist erschlafft. Bei Widerstandsbewegung tritt das Caput longum des Triceps hinzu. Duchenne meint, dass der Deltoideus hierbei am wichtigsten sei, dass Leute mit Deltoideuslähmung nicht an ihrem Rücken manipuliren könnten. Deshalb vindicirt er ihm die sonst dem Latissimus beigelegte Bezeichnung Ani scalptor. Jedoch kann B. beide Arme, auch den rechten, ebenso weit wie ein Gesunder nach hinten erheben,

die rechte Hand in's Kreuz und auf die linke Gesässhälfte legen. Der rechte Deltoideus wird, besonders durch den kräftigen Teres major, vollständig entbehrlich. Bei B. werden nur die Schulterblätter mehr als in der Norm einander genähert.

8. Das Senken der senkrecht erhobenen Arme nach der Seite herunter geschieht, wenn kein Widerstand entgegensteht, einfach so, dass die beim Heben thätigen Muskeln langsam in ihrer Contraction nachlassen. Nach Duchenne können auch Leute, deren Pectoralis und Latissimus ganz geschwunden sind, den Arm leicht, geschickt und rasch senken. Bei Widerstand tritt hauptsächlich der untere Theil des Latissimus in Thätigkeit, ferner in geringem Maasse der Teres major, wenn der untere Scapulawinkel durch den Rhomboideus fixirt ist. Diese beiden bilden dann sozusagen einen Muskel. Teres und Latissimus senken den Arm ein wenig nach hinten innen, ihn einwärts rotirend. Dazu kommt jenseits der Horizontalen der Pectoralis major, am meisten mit seinem unteren Theil. Die Kraft des Pectoralis steht jedoch bei dieser Bewegung hinter der des Latissimus zurück. Auch das hinterste Bündel des Deltoideus ist dauernd mitbetheiligt, besonders wenn der Arm nach hinten aussen gesenkt wird. Aber seine Wirkung ist nicht bedeutend. Schliesslich helfen noch der Subscapularis, Infraspinatus, Teres major und minor, Coracobrachialis und der lange Tricepskopf mit. Letzterer hält besonders den Humeruskopf, welcher sonst durch Latissimus und Pectoralis nach unten subluxirt wurde, fest gegen die Pfanne. Duchenne schreibt dem Coracobrachialis eine ähnliche Wirkung zu.

Auch nach vorn herunter werden die Arme gegen Widerstand wesentlich durch die Latissimi gesenkt. Im Uebrigen sind dieselben Muskeln thätig mit Ausnahme des Deltoideus. Die unteren Schulterblattwinkel werden, besonders in der ersten Hälfte der Bewegung, durch die Rhomboidei und besonders die adductorische und unterste Portion des Trapezius nach innen gezogen. Diese Muskeln bleiben aber bis zum Schluss contrahirt, weil sie in der letzten Hälfte der Bewegung zusammen mit dem Serratus, welchem sie in der ersten Hälfte entgegen wirkten, das Schulterblatt fixiren müssen. Beim Säbelhieb tritt mehr der Pectoralis in Thätigkeit, weil diese Bewegung ausser dem Senken zugleich eine Adduction bedeutet.

Bei B. fällt die kräftige Contraction des hypertrophischen rechten Pectoralis auf, und zwar auch beim Senken der Arme nach der Seite herunter. Ausserdem werden die Schulterblätter zum Schluss durch Cucullares und Rhomboidei wegen des Ausfalls des Serrati einander

viel mehr (bis auf 6 cm) genähert. Das Fehlen des rechten Deltoideus ruft keine Störung dieser Bewegung hervor.

9. Bei der Bewegung „Schultern zusammen“ werden die Schulterblätter durch die spinale Hälfte des mittleren und durch das untere Drittel der Cucullares sowie die Rhomboidei einander in gerader Richtung nach innen genähert. Ausserdem aber werden die Oberarme und mittelbar die Schulterblätter durch die Latissimi nach hinten innen gezogen. Nach Duchenne ist in Folge dessen diese Bewegung noch bei vollständiger Atrophie des Cucullaris und Rhomboideus möglich. Der Latissimus senkt dabei zugleich die Schulter, während Cucullaris und Rhomboideus sie erheben. Die Latissimi sind hier am wirksamsten, sie ziehen die Schultern ein, bringen die Brust heraus, richten den Rumpf gerade. Durch sie erhält der Soldat seine stramme Haltung. Zugleich sind die Auswärtsroller des Humerus contrahirt, um den Latissimus am Einwärtsrollen zu hindern. Denn dann muss er um so kräftiger Humerus und Scapula nach hinten unten innen bringen. In Wirklichkeit kommt somit meist eine leichte Auswärtsdrehung des Arms im Schultergelenk zu Stande.

B. führt diese Bewegung ebenso, und zwar sehr kräftig aus. Auch er benutzt die Latissimi von vornherein mit. Wäre, wie in Duchenne's 20 Fällen von Serratuslähmung, das untere Drittel der Cucullares gelähmt, so würden die Schulterblätter durch die Rhomboidei schräg nach innen oben gebracht mit stärkerer Drehung des unteren Winkels nach innen. Das ist nicht der Fall.

10. B. kann den rechten Arm auf die linke Schulter legen und umgekehrt, er kann die Arme gut über der Brust kreuzen. Nach Bernhardt soll das bei Serratuslähmung nur schwer möglich sein. Duchenne sagt, dass nicht, wie man früher glaubte, der obere Theil des Pectoralis, sondern die vordere Portion des Deltoideus es ermögliche, die Hand auf die entgegengesetzte Schulter zu legen und die Arme über der Brust zu kreuzen. Der Fall B. beweist, dass der Pectoralis hierin den Deltoideus völlig ersetzen kann, wie er ihn theilweise beim Erheben des Arms vertritt. Ein Gesunder führt diese Bewegung durch die vordere Deltoideusportion, den oberen Theil des Pectoralis und Serratus aus. B. kann sich allein an- und ausziehen; er hebt bei gerade herabhängenden Armen die Schultern kräftig durch den oberen Theil der mittleren Portion des Trapezius, die Rhomboidei und das obere Drittel des Pectoralis in die Höhe. Auch beim Gesunden wird diese Bewegung so ohne Mitwirkung des Serratus ausgeführt. Dieser ist deshalb beim Heben von Lasten ohne Bedeutung. Nur mit grösster Mühe jedoch und langsam vermag der Mann die Fingerspitzen der rechten Hand auf den

gerade gehaltenen Kopf zu legen. Er kann die Arme nur mit geringer Kraft nach vorn stossen, weil hierbei Pectoralis und Serratus zusammen wirken müssen. Die Kraft, mit welcher der Arm gehoben wird, ist im Vergleich mit einem sonst gleich kräftigen, gesunden Menschen links um etwa  $\frac{1}{3}$ , rechts um  $\frac{2}{3}$  herabgesetzt. Nach abwärts werden beide Arme so kräftig wie von einem Gesunden gesenkt. Die Kraft des rechten Ober- und Vorderarms ist nur halb so gross, wie die des linken. Das Empfindungsvermögen ist an beiden Schultern und Oberarmen wie überhaupt regelrecht.

11. Passiv sind beide Schultergelenke frei beweglich, nicht gelockert; im rechten treten bei ausgiebigen Bewegungen leichte Schmerzen auf. Diese erklären sich aus Affection des die Kapsel und Sehnen-scheide des Biceps versorgenden Aeste der Nerv. axillaris. Wenn der Arm activ seitwärts gehoben wird, hebt sich besonders bei Elevation über die Wagerechte hinaus leicht unwillkürlich die Schulter mit. Das muss man vermeiden lassen, um Fehlern aus dem Wege zu gehen. Bei passivem Heben steht die Scapula weiter vom Thorax ab, weil sie nicht durch die feststellenden Muskeln angezogen gehalten wird. Im Uebrigen ist die Stellung ihrer Basis zur Wirbelsäule bei activem und passivem Erheben bis  $\frac{1}{2}$  R. gleich; sie ist 1 cm nach innen gerückt, activ durch Zug des Cucullaris und Rhomboideus, passiv durch Druck des Humerus gegen die Pfanne. Bei passiver Bewegung wird bei weiterem Erheben das Schulterblatt erst später, nämlich bei  $80^\circ$  gedreht. Bei verticaler Erhebung aber steht der Angulus fast ebenso weit nach aussen, wie bei selbstständiger Action. Die passive Drehung erfolgt durch Dehnung des unteren Kapseltheils, nicht durch Anstossen des Tuberculum majus an's Acromion. Dass bei activer Bewegung eine gleiche, mittelbare Drehung des Schulterblatts durch Zug des gehobenen Humerus an der Gelenkkapsel neben seiner unmittelbaren Rotation durch die an demselben inserirenden Muskeln statthat, ist gewiss. Doch lässt sich das Maass dieser indirecten Drehung nicht abschätzen.

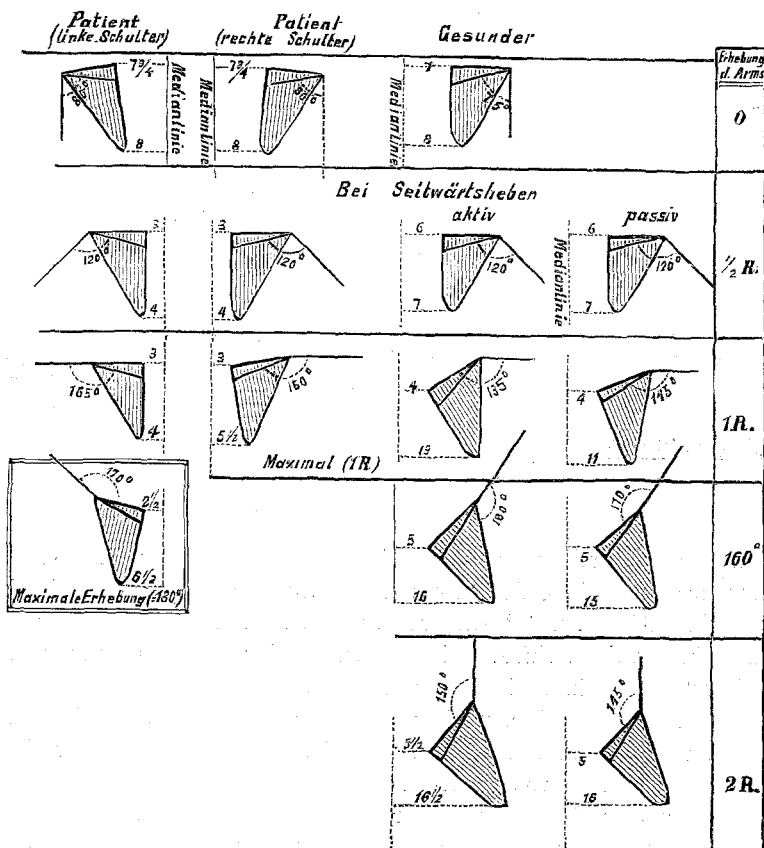
Bei passivem Erheben nach vorn werden die Schulterblätter durch Druck des Humerus gegen die Pfanne mit dem oberen Theil nach hinten übergekippt; ihr spinaler Rand steht weiter vom Thorax ab als bei activer Bewegung. Die Drehung erfolgt wesentlich später, nämlich erst bei  $80^\circ$ , bei activem Erheben fast sofort.

Aus folgenden zwei Tabellen ist die Stellung der Scapula und ihre Distanz von der Wirbelsäule in den verschiedenen Elevationswinkeln bei activ und passiv nach der Seite und nach vorn gehobenen Armen beim Gesunden und dem Patienten im Beginn der Behandlung abzulesen und zu vergleichen. Bei passiver Bewegung verhielt sich, wie



gesagt, die Schulterblattstellung bei B. wie beim Gesunden. Die eingezeichneten Maasse sind am Lebenden genommen.

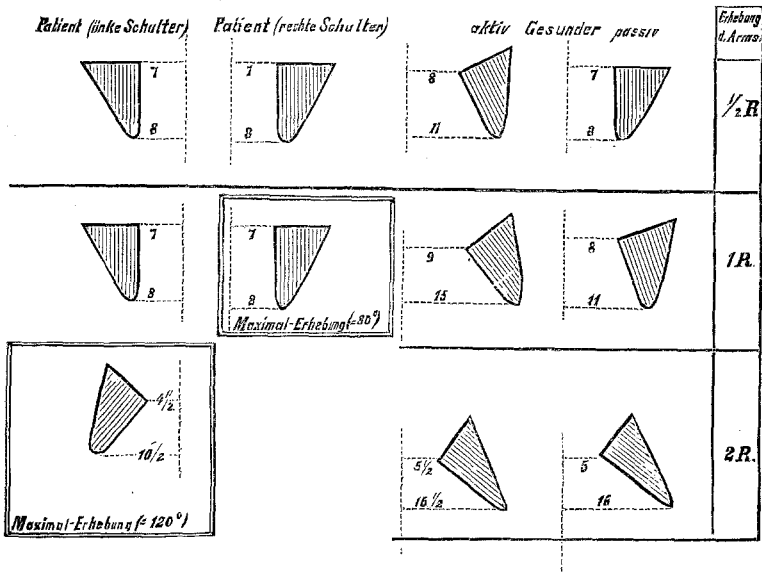
In Ruhestellung.



(Die zweite Tabelle siehe umseitig.)

Die elektrische Erregbarkeit beider Sägemuskeln ist bei B. völlig erloschen, sowohl bei directer als bei indirecter Reizung vom N. thoracicus longus mit faradischem als mit galvanischem Strom. Vom rechten Deltamuskel ziehen sich bei directer faradischer Reizung nur einzelne Bündel bei bipolarer Untersuchung schwach zusammen. Bei directer galvanischer Reizung treten erst bei einer Stromstärke von 8 M.-A. träge Zuckungen auf. Faradische Reizung vom Nerven aus, vom Erb'schen

## Beim Vorwärtsheben.



Punkt und N. axillaris ruft schon bei 10 cm RA. Zuckung hervor, bei indirecter Anwendung des galvanischen Stroms zieht sich der Muskel schon bei  $2\frac{1}{2}$  bzw. 3 M.-A. gut zusammen. Das Wenden des Stroms macht keinen Unterschied. Die übrigen Schulter- und Armmuskeln sind rechts und links gleich gut erregbar.

Die Behandlung bestand in täglichem Elektrisieren der Muskeln und Nerven mit dem faradischen und galvanischen Strom, Massage und Bewegungsübungen an verschiedenen Armbewegungsapparaten.

Der erzielte Erfolg ist folgender: In der ersten Zeit besserte sich die directe faradische Erregbarkeit des rechten Deltoideus, am 13. März war er bei  $7\frac{1}{2}$  RA. zu reizen. Nach einigen Tagen begann er, sich beim Erheben des Arms auch selbstständig zusammen zu ziehen. Die Besserung der electrischen Erregbarkeit war jedoch von kurzer Dauer, sie hat seit dem 20. März wieder allmählich abgenommen. Die selbstständige Gebrauchsfähigkeit des Muskels hat sich trotzdem noch weiterhin gebessert. Die beiden Serrati sind nie elektrisch erregbar geworden und auch selbstständig nicht in Thätigkeit getreten. Die Besserung im Gebrauch beider Arme ist besonders darauf zurückzuführen, dass B. durch methodische Bewegungsübungen mehr und mehr gelernt hat, die beiden gelähmten Serrati und den geschwächten rechten Deltoideus durch

unbewusst zweckmässigen und kräftigeren Gebrauch anderer Muskeln zu ersetzen bzw. zu unterstützen. Dieses gelang ihm bei der Entlassung aus der Behandlung am 8. Mai 1899 so gut, dass er den rechten Arm nach der Seite bis zu  $105^{\circ}$ , bei Pronation bis zu  $90^{\circ}$ , nach vorn bis  $110^{\circ}$ , schräg nach vorn bis  $115^{\circ}$ , den linken seitwärts bis  $150^{\circ}$ , nach vorn bis  $160^{\circ}$ , schräg nach vorn bis  $170^{\circ}$  erheben, die rechte Hand ganz gut auf den Kopf legen konnte. Die Schulterblätter wurden dabei etwas weiter gedreht, ihre pathologische Stellung blieb wie früher. Der rechte Arm ist stärker geworden: Der Umfang der Oberarme in der Mitte betrug rechts  $28\frac{1}{2}$ , links 29 cm, der grösste Umfang der Vorderarme beiderseits  $27\frac{3}{4}$  cm. Entsprechend hatte auch die Kraft der Bewegungen zugenommen. Das Heben des linken Arms geschah etwa um  $\frac{1}{4}$  schwächer als bei einem sonst gleich kräftigen gesunden Menschen. Der rechte Arm blieb ungefähr um  $\frac{1}{3}$  schwächer als der linke. Das elektrische Verhalten des rechten Deltamuskels war zuletzt so, dass er indirect fast ebenso leicht wie der linke erregbar war. Directe faradische Reizung rief dagegen überhaupt keine deutliche Zuckung mehr hervor; die durch directe Galvanisation bei 14 M.-A. auftretenden Zuckungen waren träge. ASZ < KSZ. Es bestand also theilweise EaR. Der Deltoideus war selbstständig, wenn auch nur schwach, zu gebrauchen. Die Schmerzen im rechten Schultergelenk bei ausgiebigen passiven Bewegungen des Arms sind geschwunden; nur vorn aussen am Oberarm treten sie noch bei kräftigem Gebrauch des Arms und Druck auf die Ansatzstelle des Deltoideus auf. Die im allgemeinen bei Neuritis typhosa günstige Prognose hat in diesem Falle nicht zugetroffen. Der Umstand, dass die Serrati garnicht erregbar geworden waren, und die Erregbarkeit des rechten Deltoideus nach vorübergehender geringfügiger Besserung wieder nachliess, zeigte die Nutzlosigkeit einer Fortsetzung der elektrischen Behandlung an.

Isolirte Serratuslähmungen peripherischen Ursprungs, besonders doppelseitige, sind selten beobachtet. Duchenne und Remak fanden sie bei progressiver Muskelatrophie stets mit Paralysen der Cucullares oder anderer Schultermuskeln combinirt. Besonders oft waren die elevatorische und adductorische Partie dieses Muskels mit betroffen, welche den Serratus zu unterstützen bzw. bei Lähmung desselben z. Th. zu ersetzen vermögen. In meinem Falle handelt es sich um Lähmungen infolge Neuritis; dabei lässt sich einwandsfreier studiren, welche Erscheinungen der Ausfall des Serratus macht. Ueber die Rubestellung der Scapulae bei Serratuslähmung ist viel gestritten. Duchenne und Busch sind der Meinung, dass sie bei intactem Kappenmuskel normal bleibe. Berger sah dasselbe etwas gehoben, adducirt, nach

aussen rotirt und flügel förmig mit dem Angulus absteilen. Nach Eulenburg ist die Senkung des äusseren Winkels bisweilen so hochgradig, dass der äussere Rand nach unten gerichtet ist. Die meisten Autoren haben diesen Schrägstand der Scapula, Basis von oben aussen nach innen unten, gefunden. Von Bäumlcr, Bruns, Remak wird er wieder geleugnet, der Hochstand und die Adduction dagegen bestätigt. Im Falle B. fehlten letztere entschieden, es war nur Schrägstand und flügel förmiges Absteilen des Angulus vorhanden. Die Verschiedenartigkeit der Beobachtungen erklärt sich vielleicht aus der Dauer der Lähmung und daraus, ob die Antagonisten secundär sich contrahiren, oder wie in diesem Falle schlaff bleiben. Dann muss die Schwere des Arms nothwendig eine Drehung im Sinne des Uhrzeigers herbeiführen. — Allgemein wird angegeben, dass ein Erheben der Arme höchstens bis zur Horizontalen möglich, ein Kreuzen derselben über der Brust bei doppelseitiger Lähmung nicht ausführbar sei. B. hob den linken Arm zuletzt schräg nach vorn fast bis zur Senkrechten, obwohl sein Serratus dauernd gelähmt blieb. Die Kraft war nur um  $\frac{1}{4}$  herabgesetzt. Bell betrachtete den Serratus als Inspirationsmuskel und auch Duchenne vertheidigt diese Anschauung, dass der Rhomboideus und Serratus wie ein Muskel zu betrachten und im Stande seien, die Rippen zu heben. Die neueren Physiologen leugnen diese Eigenschaft; bei B. war jedenfalls von einer Störung der Inspiration auch bei tiefsten und angestrengtesten Athembewegungen nichts zu constatiren. Er konnte die Schulter kräftig nach oben bewegen, schwere Gegenstände gut auf der Schulter tragen. Duchenne weist hierbei mit Recht dem Pectoralis die Haupthätigkeit zu. Aber der Stoss des Arms nach vorn war auffallend schwach, wie das auch Bernhardt hervorhebt.

Betreffs des Deltoideus gilt fast allgemein die Anschauung, dass durch seine Lähmung die Erhebung des Arms unmöglich werde (Strümpell, Bernhardt). Am 1. März 1899 demonstrirte Kron in der Berliner medicinischen Gesellschaft eine 10jährige Patientin mit isolirter Deltoideuslähmung, bei welcher nach längerer Uebung für diesen Muskel die claviculare Pectoralisportion eintrat. Bei unserem Patienten geschah das ohne weiteres; durch methodische Uebungen aber hat er ihn so weit zu ersetzen gelernt, dass er den rechten Arm trotz ausserdem bestehender Serratusparalyse bis  $90^\circ$  nach der Seite erhob, zu einer Zeit, als der Deltoideus noch gar nicht functionirte. Als dieser am Schluss der Behandlung sich etwas activ zusammenzog, konnte der Mann den Arm schräg nach vorn sogar bis  $115^\circ$  erheben.

Das elektrische Verhalten des Deltoideus bietet nichts besonders Auffälliges. Dass der N. axillaris centralwärts gut erregbar war, seine

intramuskulären Endfasern nicht, erklärt sich aus einer Degeneration der letzteren. Nach dem bekannten Grundgesetz kann eine Nervenstelle noch gut für den Willen und den elektrischen Reiz leitungsfähig sein, wenn sie auch an localer Erregbarkeit eingebüsst hat. Die partielle EaR. zeigt ja sehr viele Varietäten.

Aus dem mitgetheilten Fall ist zu ersehen, in welchem Maasse ein Mensch durch Uebung gelähmte wichtige Muskeln durch andere zu ersetzen lernt. Das Fehlen des linken Serratus macht nur geringe Störung; aber auch rechts, wo die beiden wichtigsten Hebemuskeln des Arms gelähmt sind, kann der Arm bis über die Horizontale erhoben werden.

---

### Literatur.

- Duchenne, Physiologie der Bewegungen. Uebersetzt von Wernicke. Th. Fischer. Cassel und Berlin 1885.
- W. Busch, Ueber die Function des Serratus anticus major. Langenbeck's Archiv Bd. 4. S. 39—44. 1863.
- Bernhardt, Die Erkrankungen der peripherischen Nerven. Bd. XI. 1 von Nothnagel's spec. Pathol. und Ther. Wien. A. Hölder. 1895.
- Remak, Berliner klin. Wochenschr. 1893. No. 27.
- Bäumler, Deutsches Archiv f. klin. Med. 1880. Bd. 25. S. 305.
- Bruns, Neurol. Centralbl. 1893. No. 2 und 8.
- Eulenburg, Lehrbuch der functionellen Nervenkrankh. Berlin 1871.
- Eulenburg, Casuist. Mittheil. aus dem Gebiet der Orthopädie. Langenbeck's Archiv Bd. 4. 1863. S. 307.
- Kron, Berliner klin. Wochenschr. 1899. No. 12. S. 263.
- Seeligmüller, Dieses Archiv Bd. IX. S. 435.
-