(Aus der dermatologischen Klinik und dem physiologischen Institute
der deutschen Universität in Prag.)

Zur Physiologie der Tunica dartos.

Von

Dr. **S. Lieben.**

(Mit 13 Textfiguren und Tafel IX.)

I.

Die Art und Dauer von Kontraktionen glatter Muskulatur sind vorwiegend an Objekten studiert, welche der Untersuchung verhältnismässig schwer zugänglich sind. Es liegt dies hauptsächlich daran, dass der tierische Organismus nur wenige Stellen aufweist, wo glatte Muskulatur in parallelen Zügen angeordnet ist; und nur von solchen Stellen vermag man Kontraktionen einwandfrei graphisch zu verzeichnen. Paul Schultz¹⁾ untersuchte den Froschmagen, aus dem er ein ringförmiges Stück ausschnitt; Sertoli²⁾ benützte den Retractor penis des Hundes, Lewandowsky³⁾ die Membrana nictitans der Katze zu solchen Versuchen.

Ein sehr geeignetes Objekt für denselben Zweck ist die Tunica dartos des Skrotums; denn man kann die Kontraktionen dieser Muskulatur sowohl beim Menschen als auch beim Tiere bequem beobachten und verzeichnen.

Die Tunica dartos gehört zur Cutis oder zur Subcutis; Eberth⁴⁾ beschreibt in seiner „Anatomie der männlichen Geschlechtsorgane“

1) Paul Schultz, Zur Physiologie der längsgestreiften (glatten) Muskulatur der Wirbeltiere. Du Bois' Arch. 1903 Supplbd.

2) Sertoli, Contribution à la physiologie générale des muscles lisses. Arch. Italienn. de Biol. t. 3.

3) Lewandowsky, Der Kontraktionsverlauf eines glatten Muskels vom Warmblütler bei Reizung seines Nerven. Du Bois' Arch. 1899 S. 352.

4) K. Eberth, Die männlichen Geschlechtsorgane. Handb. d. Anatom. Bd. 7 H. 2 S. 264 ff.

die Tunica dartos als eine aus zwei Schichten bestehende glatte Muskelhaut. Die äussere Schicht ist sehr zart, liegt der Haut des Skrotums eng an und hat Fasern, die nach verschiedenen Richtungen angeordnet sind. Die innere, weit mächtigere Muskelschicht ist von der Haut leicht in Lamellen abhebbar und besteht aus Muskelfasern, die zum grössten Teile in der Richtung vom Anus zur Peniswurzel orientiert sind.

In der Gegend der Raphe scroti schlägt sich die Tunica dartos jeder Skrotalhälfte auf die bindegewebige Scheidewand des Skrotums hinüber; somit liegt jeder Hoden in einem eigenen Sacke von glatter Muskulatur.

Da es demnach bei diesem Organe eine Hauptrichtung der glatten Faserzüge gibt, so ist es nicht sehr schwer, Kontraktionen dieser Faserzüge graphisch zu verzeichnen. Man bedarf dazu im wesentlichen einer fixen Klemme, welche den Hodensack in der Nähe der Peniswurzel breit fasst, und einer am unteren Pole des Hodensackes angreifenden schwebenden Klemme, welche durch Fäden mit einem Schreibhebel verbunden ist. Man registriert so die Kontraktionen der vorderen Skrotalwand. Es erwies sich bei diesen Versuchen zweckmässig, jede Seite des Skrotums für sich mit je einem Schreibhebel zu verbinden, da im weiteren Verlaufe sich Unterschiede in der Schnelligkeit und Intensität der Kontraktionen auf beiden Seiten ergaben.

Die Versuchsanordnung gestaltet sich beim Menschen folgendermassen: Eine fixe Klemme fasst den Hodensack eines auf dem Rücken liegenden Mannes in der Mitte der Raphe knapp unterhalb der Peniswurzel; am unteren Ende jeder Skrotalhälfte wird je eine leichte Klemme angebracht (am besten eignen sich stumpfe Kravattenhalter). In alle drei Klemmen muss nebst der Haut auch die deutlich tastbare Muskellage mit einbezogen werden; mittels ein wenig eingelegter Watte können die Klemmen genügend fest angezogen werden, ohne dass bei der Versuchsperson irgendwelche grössere Beschwerden auftreten. Von jeder der beiden unteren Klemmen geht eine straffe Fadenverbindung über Rollen zu je einem der zu Füssen der Versuchsperson aufgestellten Schreibhebel. Die Anordnung ist im wesentlichen von dem Suspensionsverfahren bei der Registrierung von Herzkontraktionen hergenommen. Die Rollen sind an den Schreibhebeln so angebracht, dass die Schreibspitze des einen Hebels hinauf, die des anderen hinuntergezogen wird. Bei Kon-

traktionen des ganzen Hodensackes werden daher jedesmal je zwei in bezug auf eine mittlere Abszisse mehr weniger symmetrische Kurven gewonnen. Es bedeutet in allen Figuren des Textes und auf Tafel IX in den oberen Kurven eine Erhebung der Kurvenlinie eine Kontraktion, eine Senkung eine Erschlaffung. Bei den unteren Kurven haben Hebung und Senkung die umgekehrte Bedeutung. Behufs einer Kontrolle der beiden Arten der Schreibung erschien es vorteilhaft, bei den Versuchen abwechselnd die rechte und die linke Skrotalhälfte mit dem hinauf- bzw. hinunterschreibenden Hebel zu verbinden. Dort wo es auf einen Unterschied zwischen den beiden Seiten ankommt, wird in der Kurvenerklärung ausdrücklich darauf verwiesen werden.

II.

Die Resultate, welche die mit diesen Mitteln am Menschen angestellten Versuche ergaben, sind von zweierlei Art. Sie beziehen sich auf Kontraktionen, welche spontan auftreten und auf solche, welche nach irgendeiner Reizung registriert werden. Letztere wiederum sind zu sondern in direkte und reflektorisch erzeugte Reizungen.

Lässt man die Versuchsperson, deren Tunica dartos beiderseits mit je einem Schreibhebel in der beschriebenen Weise verbunden ist, ruhig liegen, so gewahrt man alsbald spontan auftretende Kontraktionen. Dieselben treten gewöhnlich auf beiden Seiten gleichzeitig, manchmal auf der einen Seite etwas früher auf. Häufigkeit und Intensität der Spontankontraktionen wechselten von Fall zu Fall (siehe Fig. 1). Ein besonders häufiges Auftreten der Spontankontraktionen deutet darauf hin, dass vielleicht ein sensibles Nervenstämmchen mit in die Klemme gefasst wurde, wie denn überhaupt der fortwährende Reiz durch die Klemmen für die sonst nicht beobachteten Spontankontraktionen der Tunica dartos die Hauptursache abgeben dürften. Die Kontraktion der Muskulatur nach Reizung der Körperoberfläche erfolgt, wie oben erwähnt, entweder direkt oder reflektorisch.

Eine diesbezügliche Trennung in der Deutung kann am Menschen wohl kaum gewonnen werden; sie ergibt sich aus den später zu beschreibenden Tierversuchen, aus welchen sich auch oft wichtige Anhaltspunkte für die am Menschen angestellten Versuche ergaben. Ein Umstand tritt auch bei den letzteren recht deutlich hervor, und zwar die ziemlich weitgehende Unabhängigkeit der beiden Skrotal-

hälften voneinander, wenn Reize nur von einer Körperhälfte ausgelöst werden. — Die Stärke der Kontraktionen und die Schnelligkeit ihres Eintrittes bei den einzelnen Individuen hängt von sehr variablen Faktoren ab: so vor allem von dem Grade der Ausbildung der Tunica dartos, von der Dicke und Elastizität der Skrotalhaut, welche

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

bei jeder Kontraktion der darunterliegenden Muskelhaut mitgezogen und erst in Falten gelegt werden muss, bevor sich eine Verkürzung graphisch darstellen kann. Von sehr grosser Bedeutung scheint auch die allgemeine nervöse Veranlagung eines Individuums zu sein, da bei Lebhaftigkeit aller übrigen Sehnen- und Hautreflexe auch die Skrotalreflexe sehr lebhaft ausfallen.

Bei solchen für diese Versuche recht geeigneten Personen genügt die mechanische Berührung bestimmter Körperstellen mit einem Wattebausch, um den Skrotalreflex auszulösen. Andere Reize, nach welchen Kontraktionen der Tun. dartos auftreten, sind thermische, z. B. örtliche Applikation von Äther oder warmem Wasser, und elektrische, und zwar leichte faradische mit Einzelschlägen oder tetanisch ausgeführte Hautreizungen an denselben Stellen, wo auch einfache mechanische Reizung wirksam ist. Reize, welche beide Körperhälften gleichzeitig treffen, lösen auch beiderseits Kontraktionen aus, welche gleichzeitig oder mit geringem Zeitintervalle erfolgen. Wird der Oberkörper der Versuchsperson auf- oder zugedeckt, so erfolgt jedesmal prompt eine Kontraktion beider Skrotalhälften; wird die Nackengegend elektrisch oder mechanisch gereizt, so kommt es zu einer beiderseitigen gleichzeitigen Kontraktion; ebenso wenn eine Stelle der Mundhöhle oder der Zunge plötzlich mit Äther abgekühlt wird.

In Fig. 3 des Textes wird bei der Marke der Oberkörper der Versuchsperson in einem Zuge aufgedeckt, in Fig. 2 ein Tropfen Äther auf die Zunge gebracht. In beiden Figuren steht die Schreibspitze des unteren der rechten Seite angehörenden Hebels 2 mm vor den beiden anderen Schreibspitzen, wodurch der scheinbare Zeitunterschied in der Kurvenerhebung erklärt ist. Die Kurve hat in beiden Figuren einen sehr steilen Anstieg, ein Hinweis auf die besonders prompt erfolgenden Kontraktionen nach diesen Reizen. Deutlich unterschieden von dieser beiderseits gleichzeitigen Reaktion ist das Resultat von Versuchen, welche nur eine Körperhälfte betreffen.

Reizt man z. B. die Skrotalhaut der einen Seite durch Berühren mit Watte, so erfolgt nach einer kurzen Latenzzeit eine Kontraktion der glatten Muskulatur auf derselben Seite. Nach einem merklichen Intervalle zeigt auch der Schreibhebel der Gegenseite einen Ausschlag. Den gleichen Erfolg erzielt man, wenn man irgendeine Stelle aus der nächsten Umgebung, die Leistengegend, den Oberschenkel, den Penis, das Perineum berührt.

Recht merkwürdig erscheint es, dass auch von sehr entlegenen Orten, von der Fusssohle sowie vom äusseren Gehörgange, durch mechanische Berührung Skrotalreflexe ausgelöst werden können, welche sich in der Reihenfolge der Kontraktionen ebenso verhalten; d. h. es kontrahiert sich nach Reizung z. B. des linken Gehörganges zuerst das linke Skrotum und dann erst das rechte.

Fig. 4 des Textes stellt eine Kurve nach Berührung der linken Skrotalhälfte dar, Fig. 5 eine solche nach linksseitiger Sohlenreizung. Fig. 2 der Tafel stellt Kurven nach beiderseitiger Berührung des Gehörganges dar. In allen diesen Kurven bezieht sich die obere Kurvenhälfte auf die linke Seite; die Hebelspitzen stehen genau übereinander.

Es ist nicht meine Absicht, alle Stellen aufzuzählen, von denen aus eine Kontraktion der Tun. dartos zu erzielen ist; dies ist in zusammenfassenden Aufsätzen¹⁾ schon mehrfach geschehen. Doch möchte ich darauf verweisen, dass die graphische Methode der Unter-

Fig. 4.

Fig. 5.

suchung insofern genauere Resultate liefert, als solche Kontraktionen, die zu geringfügig sind, als dass sie mit dem Auge wahrgenommen würden, durch die Verzeichnung deutlicher zum Ausdrucke kommen.

Ausser auf mechanischem Wege gelang es mir auch durch elektrische Reizung der verschiedenen Hautpartien Kontraktionen zu erzielen, und zwar schon mit schwachen, von der Versuchsperson

1) Launelonge, Sur l'appareil musculaire annexé au testicule et sur ses fonctions. Arch. de Phys. 1868. — Finkelnburg, Neurologische Beobachtungen und Untersuchungen bei der Rückenmarksanästhesie mittelst Cocain und Stovain. Münchner med. Wochenschr. Bd. 53 S. 397. — Curschmann, Schmerz und Blutdruck. Münchner med. Wochenschr. 1907 Nr. 42. Curschmann, in Therapie der Gegenwart Oktoberheft 1906. — Schönborn, Bemerkungen zur klinischen Beobachtung der Haut- und Sehnenreflexe der unteren Körperhälfte. Deutsche Zeitschr. f. Nervenheilk. Bd. 21 S. 273.

selbst kaum empfundenen Strömen. Alle bisher beschriebenen Reizungserfolge müssen zweifellos als reflektorische gelten, da ja stets nur sensible Endigungen gereizt wurden, worauf dann die Antwort der motorischen Nerven erfolgte. Etwas anders verhält es sich vielleicht bei lokal am Skrotum selbst ausgeführten Versuchen. Wird nämlich der Hodensack selbst durch passend angebrachte Elektroden mit konstantem oder faradischem Strome gereizt, so erfolgt stets prompt eine sehr starke Kontraktion. Dasselbe geschieht beim Betupfen des Skrotums mit Äther (siehe Tafelfig. 3). Inwieweit hier eine direkte Einwirkung auf die Muskulatur im Spiele sein kann, lässt sich am Menschen nicht bestimmen, geht aber aus den Tierexperimenten sicher hervor.

III.

Durch einen glücklichen Zufall wurde ich in die Lage versetzt, auch am Menschen über das Auftreten von einseitigen Kontraktionen

Fig. 6.

Fig. 7.

der glatten Hodensackmuskulatur Studien anzustellen. Ein Fall von hochgradiger Hypospadie des gesamten Genitales wies eine vollkommene Trennung des Hodensackes in zwei Theile auf. Bei diesem Manne war schon durch direkte Inspektion zu bemerken, dass nach Reizungen von Stellen einer Körperhälfte nur die gleichseitige Tunica dartos sich kontrahierte, während die andere vollkommen schlaff blieb. Die Anwendung der graphischen Methode bei diesem Manne hatte denn auch den erwarteten Erfolg. Man konnte, zunächst ohne zu reizen, Spontankontraktionen jeder Seite für sich registrieren (siehe Fig. 6).

Bei mechanischer Hautreizung der einen Körperhälfte erfolgte stets nur eine Kontraktion der gleichseitigen Tunica dartos; die

andere Seite zeigte nicht die mindeste Bewegung (Fig. 7). Dieser Erfolg wurde auch dann verzeichnet, wenn der Ort des Reizes vom Skrotum sehr weit entfernt war, also wenn z. B. an der Ohrmuschel oder an der Sohle gereizt wurde (Fig. 4 der Tafel).

Wurden dagegen Reize angewendet, welche beide Teile gleichzeitig beeinflussen konnten, wie Auf- und Zudecken der Bauchhaut, so erfolgte prompt eine beiderseitige Kontraktion (siehe Fig. 8).

In Fig. 6 des Textes ist eine Spontankontraktion der rechten Skrotalhälfte allein verzeichnet, während die linke (untere) schlaff bleibt, in Fig. 7 der Erfolg der mechanischen Berührung des linken Oberschenkels. Die Zacke, welche gleichzeitig auf der oberen Kurve

Fig. 8.

entsteht, bedeutet einen gekreuzten Cremasterreflex. Diese Kontraktionsform der quergestreiften Cremastermuskulatur kehrt auch auf anderen Kurven, und zwar stets vor dem Kontraktionsbeginne der glatten Muskulatur, wieder.

Die Schlussfolgerungen, welche sich aus diesem Falle ergeben, will ich erst zusammen mit den Schlüssen aus meinen Tierexperimenten besprechen.

IV.

Zu den Tierexperimenten eigneten sich Hunde, welche kurarisiert und künstlich geatmet den Versuchsbedingungen am besten entsprachen. Es gelang leicht, je nach den Umständen des betreffenden Versuches sowohl in Rücken- als in Bauchlage des Tieres gute

Kurven zu zeichnen. Die Versuchsanordnung im übrigen war dieselbe wie beim Menschen.

Ebenso wie bei letzterem zeigen sich nach dem Fassen des Hodensackes in die Klemmen spontane Kontraktionen, deren Auf-

treten man hier besser noch als beim Menschen durch Änderung der Bedingungen variieren konnte. Sie treten beim Fassen bestimmter Hautpartien mittelst der Klemmen häufiger und stärker auf als beim Fassen anderer Partien, was, wie schon erwähnt wurde, vielleicht mit der kontinuierlichen Reizung sensibler Nerven im ersten Falle zusammenhängt. Bei mechanischer, thermischer und elektrischer Reizung verschiedener Hautstellen des Hundes kommt es ebenso wie beim Menschen zur Kontraktion der Tunica dartos; auch hier fällt es auf, dass Reizungen von sehr entfernten Stellen, so Berührung der Beine, des äusseren Gehörganges, Reizung der Lippen und der Zunge mit dem elektrischen Strome oder mit Äther Kontraktionen der Tunica dartos zur Folge haben. Eine Einseitigkeit der Kontraktion bzw. eine Differenz im Kontraktionsbeginne kann bei diesem Tiere nicht ohne weiteres wahrgenommen werden. Das Skrotum des Hundes ist sehr straff

über beiden Hoden angespannt. Deshalb pflanzt sich ein Zug, welchen die Haut der einen Seite durch Kontraktion ihrer Muskulatur erfährt, sehr rasch auf die andere Seite fort, und es müssen so kleine zeitliche Intervalle, wie wir sie beim Menschen sahen, verschwinden.

Wird das Skrotum des Hundes sagittal in der Raphe zerschnitten, so gelingt es oft, die beiden Skrotalhälften auch bezüglich ihrer

Funktion in sehr vollkommener Weise voneinander zu trennen, so dass man deutlich gesonderte Kontraktionen der rechten und der linken Hälfte verzeichnen kann. Durch Zufall gelangte ich in den Besitz eines Hundes, der sich bezüglich seines äusseren Genitales ähnlich verhielt wie der oben beschriebene Fall von menschlicher Hypospadie. Auch hier lag jedes Testikel in einem gesonderten, mit relativ stark entwickelter Muskulatur versehenen Sacke, und die beiden Skrotalhälften zeigten auch beim Tiere vollkommene Unabhängigkeit voneinander, ohne dass eine Verletzung gesetzt werden musste. Fig. 9 zeigt spontane Kontraktionen der beiden Hälften, welche ganz unabhängig voneinander erfolgen. Fig. 10 zeigt den Erfolg einer linksseitigen elektrischen Reizung des Skrotums.

Die nächste Frage, welche sich nunmehr darbietet, ist die nach der Versorgung der Tunica dartos durch Nerven. Langley¹⁾ berichtet, dass das Skrotum nach Reizung des Bauchstranges des Sympathicus, ferner nach Reizung des Ramus comm. von der 1. und 2. Sakralwurzel sich kontrahiert. Damit war der Weg für weitere Untersuchungen gegeben. Mit Hilfe der graphischen Methode lässt sich vor allem nachweisen, dass die Muskulatur des unverletzten Skrotums sich normalerweise in einem Tonus befindet, welcher langsam

Fig. 10.

verschwindet, wenn man beide Sympathici durchschneidet. Nach Durchschneidung eines Sympathicus allein sinkt der Tonus auf derselben Seite rascher und vollständiger als auf der Gegenseite. Wird das Skrotum halbiert und jetzt ein Sympathicusstrang durchtrennt, so ergibt sich ein viel rascheres Absinken des Tonus auf derselben Seite, während sich der Tonus der Gegenseite nicht ändert. In Fig. 1 der Tafel ist das Absinken des Tonus eines unverletzten Skrotums nach Sektion des rechten und dann des linken Sympathicus dargestellt. Dass nach der Durchschneidung des rechten Sympathicus auch die linke Hälfte zu erschlaffen beginnt und dass nach Durchschneidung des linken Sympathicus die rechte Hälfte noch mehr erschlafft, bewirken zum grossen Teile die ungünstigen

1) Langley and Anderson, The innervation of the Pelvic and adjoining viscera. Journ. of Physiol. vol. 20.

Verhältnisse, welche das unverletzte Hundeskrotum der gesonderten Registrierung jeder Hälfte bereitet; inwiefern andere Umstände daran beteiligt sind, soll die weitere Erörterung lehren.

Der Erfolg der Sympathicusreizung ist dem der Durchtrennung homolog. Bei unverletztem Hodensacke bringt eine elektrische Reizung jedes Bauchsympathicus die gesamte Muskulatur der Tunica dartos zu einer sehr raschen und starken Kontraktion (Fig. 11), während am zerschnittenen Skrotum nach Reizung jedes Sympathicus nur eine einseitige Kontraktion erfolgt (Fig. 12).

Die Durchtrennung bzw. Reizung des Bauchstranges des Sympathicus ist nur dann von dem entsprechenden Erfolge begleitet,

Fig. 11.

Fig. 12.

wenn an seinem unteren Teile operiert wird. In der Höhe des Zusammenfließens der beiden Venae iliacae kann stets ein sicherer Erfolg von der Reizung bzw. Durchtrennung erwartet werden. Es ist zu diesem Zwecke notwendig, die Bauchhöhle weit zu öffnen, die Intestina emporhalten zu lassen und dann stumpf bis auf die Sympathici mit ihren Rami communicantes vorzugehen. Man findet, dass die Reizung des Sympathicus und der Rami communicantes von den beiden ersten Sakralsegmenten stets Kontraktionen der Tunica dartos auszulösen imstande ist, dagegen Reizung des Ramus communicans zum 5. Lendenmarksegment sowie der höheren Rami communicantes keinen Erfolg mehr gibt. In weiterer Verfolgung des nervösen Apparates der Tunica dartos ist es von Wichtigkeit, die Wurzeln der einzelnen Rückenmarksegmente zu prüfen. Auch hier ergibt sich in Bestätigung der Versuche Langley's, dass die Reizung der 1. und 2. vorderen Sakralwurzel den stärksten Erfolg bezüglich der

Kontraktion der Tunica dartos hat, während Reizungen höherer Wurzeln nicht von solchem Erfolge sind. Die elektrische Reizung des durchschnittenen Rückenmarks selbst ergibt ebenfalls eine Kontraktion der glatten Muskulatur des Skrotums.

Es ist von Interesse zu untersuchen, ob sich eine solche Kontraktion auch von der Grosshirnrinde aus hervorrufen lässt. Und in der Tat gelingt es durch elektrische Reizung vieler Stellen der Grosshirnrinde, Kontraktion der Tunica dartos hervorzurufen. Eine zirkumskripte Stelle, deren Reizung besonders augenfällig von Kontraktion der Tunica dartos gefolgt wäre, so dass man gewissermaßen an eine zentrale Projektion dieser Muskulatur denken könnte, lässt sich nicht finden. Es verhält sich die Tunica dartos in diesem Punkte so wie die übrige glatte Muskulatur des Säugetieres überhaupt, für welche schon öfters Kontraktionen nach Rindenreizung beschrieben wurde. Eine Kontraktion tritt wohl nach Reizung der Grosshirnrinde ein, jedoch nicht nach Art der quergestreiften Muskeln, für welche ganz genau umschriebene Rindenbezirke gefunden sind. Denn während man bei den quergestreiften Muskeln wohl annehmen muss, dass durch die Reizung einer Rindenpartie Elemente getroffen werden, welche mit motorischen Nervenfasern nur eines bestimmten Muskels oder einer Muskelgruppe in zentrifugaler Richtung zusammenhängen, lässt sich eine ähnliche Annahme für die glatte Muskulatur und speziell für die Tunica dartos keineswegs rechtfertigen. Die Vielzahl der Stellen an der Hirnrinde, durch deren Reizung sich glatte Muskulatur kontrahiert, spricht vor allem dagegen, dass bestimmte Teile dieser Muskulatur auf einfache Weise mit Rindenzentren zusammenhängen, ganz abgesehen davon; dass es bis jetzt noch nicht gelungen ist, nach Durchschneidung von sympathischen Nervenfasern Degeneration bis in die Nähe der Hirnrinde zu verfolgen. Es ist daher ziemlich schwierig, das Phänomen der Kontraktion glatter Muskulatur nach Rindenreizung überhaupt zu erklären. Vielleicht kann man bei der experimentellen Rindenreizung sowie beim Affekt an Sensationen denken, deren Erregungsvorgang nach den Rückenmarks- oder Sympathicuszentren getragen wird, wo nach Art eines Reflexes die Umsetzung auf eine motorische Sympathicusbahn erfolgt ähnlich, wie dies Kreibich¹⁾ für den Affekt bei den Vasomotoren der Haut annimmt. (Ein experimenteller Beleg für den psychischen

1) Kreibich, Die angioneurotische Entzündung. Perles, Wien.

Reflex?) Doch ist es hier nicht meine Absicht, diese Frage des näheren zu besprechen. Es müssen erst weitere Untersuchungen vorwiegend anatomischer Art zu ihrer Klärung beitragen. Es gelang mir nicht, bei der Reizung der Hirnrinde eine Einseitigkeit der Kontraktion festzustellen. Bei Reizung der Rückenmarkswurzeln ist dagegen mit ziemlicher Regelmässigkeit eine einseitige Kontraktion der Tunica dartos des zerschnittenen Skrotums zu konstatieren; ebenso, wie bereits erwähnt, bei Reizung der Rami communicantes und der Sympathici selbst. Man kann sich demnach von dem Verlaufe der Nerven, welche die Tunica dartos versorgen, folgendes Bild machen: Alle Nervenfasern gehören dem sympathischen Systeme

Fig. 13.

an. Sie gelangen aus dem Rückenmarke durch die Rami communicantes in die beiden Bauchstränge und begeben sich von dort, wahrscheinlich ohne dass nochmals ein Faseraustausch stattfindet, in je eine Skrotalhälfte. Es erhält demnach jede Skrotalhälfte vorwiegend Fasern aus dem gleichseitigen Sympathicus. Der weitere Verlauf der Fasern im Rückenmarke und ihr mutmaasslicher Beginn lassen sich derzeit kaum sicher ermitteln.

Bezüglich der Abhängigkeit von verschiedenen anderen Faktoren, wie Blutbeschaffenheit, Herzschlag, äussere Temperatur usw., verhält sich die Tunica dartos so wie jede glatte Muskulatur.

Ändert man die Zusammensetzung der Blutgase durch Erstickenlassen des Tieres, so kontrahiert sich die Tunica dartos; wird der Herzschlag durch periphere oder zentrale Vagusreizung am Halse

verlangsamt, so erzielt man denselben Erfolg. Recht merkwürdig ist, dass die Tunica dartos, wie schon Langley angibt, nach intravenöser Adrenalininjektion erschlafft, im Gegensatz zu den meisten anderen sympathisch versorgten Muskeln (Fig. 13).

Die Kontraktionen der Tunica dartos nach Applikation von Kälte und grosser Wärme, sowie die Erschlaffung in gleichmässiger Zimmertemperatur sind allgemein bekannt und wurden bei den Versuchen am Menschen erwähnt.

V.

Dem oben aufgestellten Satze, dass jede Skrotalhälfte nur von dem gleichseitigen Sympathicus versorgt wird, scheint eine der früher angeführten Tatsachen zu widersprechen. Bei unverletztem Skrotum bringt nämlich Reizung eines Sympathicus beide Seiten der Skrotalmuskulatur zur Kontraktion (Fig. 11). Dieser Widerspruch wird sofort hinfällig, wenn man bedenkt, dass die Zerschneidung des Skrotums in der Raphe bei demselben Tiere zur Folge hat, dass jede Skrotalhälfte nur nach Reizung des gleichseitigen Bauchstranges zur Kontraktion gebracht werden kann. Die Operation, welche diesen Umschwung in den Reizerfolgen bewirkt hat, besteht in einem längs der Raphe geführten Schnitte durch die Haut und Tunica dartos. Es ist wenig wahrscheinlich, dass durch diesen Schnitt grössere Äste des Sympathicus, welche etwa zur anderen Seite verlaufen, mitgetroffen werden; auch dürfte ein bedeutender Faseraustausch der Sympathici kaum soweit in der Peripherie erfolgen. Vielmehr muss die Durchschneidung der Muskelfasern selbst zur Erklärung herangezogen werden. Die Muskulatur schlägt sich, wie eingangs beschrieben wurde, in der Gegend der Raphe von beiden Seiten auf das Septum hinüber. Wird die eine Hälfte des Skrotums zur Kontraktion gebracht, so pflanzt sich die Erregung, wie dies für die glatte Muskulatur charakteristisch ist, wurmförmig über die ganze Lage der Muskulatur fort und greift in der Gegend der Raphe und im Septum auf die Muskulatur der anderen Seite über, die sich jetzt auch zu kontrahieren beginnt. Fehlt aber die Verbindung zwischen den beiden Muskelsäcken, so kann die Erregung nicht hinübergreifen, und es bleibt bei einer einseitigen Kontraktion.

Für die Richtigkeit dieser Anschauung möchte ich folgende Beweise anführen:

1. Reizt man bei unverletztem Skrotum den einen Bauchstrang, so erfolgt zwar eine Reaktion auf beiden Seiten, jedoch auf der entgegengesetzten Seite merklich später als auf der operierten Seite.

2. Dieselbe Erscheinung ist sowohl beim Menschen als auch beim Tiere bei allen anderen Arten der Reizung zu beobachten. Eine derartige Verzögerung der Kontraktion auf der Gegenseite, welche so regelmässig auftritt, kann kaum anders erklärt werden, als durch Übergreifen der Erregung von Muskel zu Muskel.

3. Durchschneidet man bei unverletztem Skrotum einen Bauchsympathicus, so sinkt der Muskeltonus auf derselben Seite zwar nicht so vollständig wie bei zerschnittenem Skrotum, doch ist die Erschlaffung immerhin eine so bedeutende, wie sie bei erhaltener Nervenfunktion etwa von der anderen Seite her nicht eintreten könnte.

Für die Richtigkeit dieser Ausführungen sprechen ferner die beiden Fälle von Hypospadie bei Mensch und Tier. Der Bildungsfehler ist in beiden Fällen daher ausgegangen, dass sich die Hautfalten von beiden Seiten nicht vereinigten; jedoch die inneren Organe, also auch Muskeln und Nerven der Tunica dartos, sind so angelegt und ausgebildet wie in normalem Zustande. Und doch zeigt die ganz ausserordentlich stark ausgebildete Muskulatur der beiden Hälften eine vollkommene Selbständigkeit, welche sogar so weit geht, dass die Spontankontraktionen der beiden Seiten ganz unabhängig voneinander erfolgen, also neuerdings ein Beweis, dass die beiden Hälften anatomisch wie funktionell gesondert innerviert werden.

VI.

Bezüglich der an Menschen und Tieren gewonnenen Kurven wäre noch zu überlegen, welche Arten von Kontraktionen als direkte und welche als reflektorisch bedingte zu deuten wären. Am sichersten kann man über diese Frage Aufschluss erhalten, wenn man beim Tiere nach beiderseitiger Sympathicusdurchschneidung alle bereits wirksam gewesenen Reize wiederholt. Da ergibt sich nun, wie leicht vorherzusehen ist, dass alle mechanischen und elektrischen Reizungen am ganzen Körper keine Wirkung mehr haben, dass also diese Wirkung sonst reflektorisch bedingt sein muss; direkte elektrische Reizung, starke Abkühlung und Erwärmung dagegen sind noch wirksam, trotzdem die Nervenbahn durchschnitten ist, sind also auch sonst als direkter Muskelreiz anzusehen. Auch beim Menschen kann man zwischen direkten und reflektorischen Reizungen sehr genau

unterscheiden, wenn man die Latenzzeiten zwischen Reiz und Kontraktionsbeginne berücksichtigt. Fig. 5 auf Tafel IX zeigt die Unterschiede in den Latenzzeiten sehr deutlich. Die Latenzzeit der glatten Muskulatur beträgt bei direkter Reizung z. B. durch Abkühlen mit Äther $\frac{1}{2}$ —1 Sekunde, bei reflektorisch erfolgter Reizung, z. B. des äusseren Gehörganges, 3—6 Sekunden.

Zum Schlusse seien noch einige Bemerkungen über die mutmaassliche Funktion der Tunica dartos angeführt. Mutmaasslich deshalb, weil die wirkliche Bedeutung dieser Muskulatur sich nur durch phylogenetische Untersuchungen ergeben dürfte. Die glatte Muskulatur des Skrotums hat vermöge ihres Tonus einen grossen Anteil daran, dass der an seinen Gefässen gleichsam aufgehängte Hoden an denselben nicht übermässig ziehe; es wird durch den Muskeltonus der Tunica dartos einer Stauung in den Blutgefässen des Hodens, also einer Varicocele, vorgebeugt. In der Tat findet man bei den meisten Fällen von Varicocele eine schlaffe, schlecht kontraktile Tunica dartos. Auch ist mir ein Fall bekannt, bei welchem die Tunica dartos im Sommer so weit erschlafft, dass die Venen des Plexus pampiniformis stark anschwellen, während derselbe Mann im Winter, wenn das Skrotum infolge der Kälte viel mehr kontrahiert ist, ganz frei von Beschwerden ist.

Des weiteren gehört es vielleicht zu den Funktionen der Skrotalmuskulatur, den Inhalt des Hodensackes gegenüber dem grossen Überdrucke, welchen das Abdomen besonders bei nicht vollkommen geschlossenen Leistenkanälen ausübt, unter einem gewissen Drucke zu halten, so dass der Ausbildung von Skrotalhernien und Hydrocelen entgegengearbeitet wird.

Schliesslich wäre auch die ausserordentlich prompte Reaktion der Tunica dartos nach Kältereizen so zu verwerten, dass dadurch die Skrotalwand verdickt und in ihr die Blut- und Lymphzirkulation angeregt wird, so dass das Testikel selbst vor dem Auskühlen bewahrt wird.

Fassen wir zum Schlusse die wichtigsten Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zusammen, so ergibt sich:

1. Die Kontraktionen der Tunica dartos sind bei Mensch und Tier leicht graphisch darzustellen.
2. Die Tunica dartos kontrahiert sich spontan, nach direkten und nach reflektorisch wirkenden Reizen.

3. Die Tunica dartos wird vom Sympathicus, und zwar in der Weise innerviert, dass jede Skrotalhälfte ihre Nerven aus dem gleichseitigen Bauchstrange bezieht.

4. Die Übertragung der Erregung von einer gereizten auf die andere nicht gereizte Seite erfolgt also nicht durch Nerven, sondern höchstwahrscheinlich durch Muskeln.

5. Die Tunica dartos vermag dem Entstehen von Varicocelen, Hydrocelen und Skrotalhernien entgegenzuwirken.

Zum Schlusse sei es mir gestattet, Herrn Privatdozenten Dr. Kahn, der mir vielfach Anregung und Anleitung zu vorliegender Arbeit gab, meinen Dank abzustatten.

Tafelerklärung.

Fig. 1. Kurve vom curarinisierten Hunde. Reizung des linken Sympathicus bewirkt beiderseits eine Kontraktion. Nach Durchschneidung des rechten Sympathicus sinkt der Tonus rechts (obere Kurve) viel rascher als links. Nach Durchschneidung des linken Sympathicus sinkt der Tonus auch links vollständig ab.

Fig. 2. Kurve vom normalen Menschen. Kontraktion nach Berühren des linken und dann des rechten Ohres. Die obere Kurve entspricht der linken Skrotalhälfte. Man beachte den Unterschied im Beginne der Kurven.

Fig. 3. Kurve vom normalen Menschen. Kontraktion nach lokaler Applikation von Äther.

Fig. 4. Kurve von dem Manne mit Hypospadie des Genitales. Reizung des rechten und dann des linken Ohres durch Berühren. Die obere Kurve stammt von der rechten Seite.

Fig. 5. Latenzzeiten beim normalen Menschen: 1. Berühren des Hodensackes; 2. Aufdecken des Bauches; 3. Berühren der Ohrmuschel; 4. Applikation von Äther.