

ÜBERSICHTEN.

DIE PHYSIOLOGISCHE BEDEUTUNG DES SCROTUM.*

Von

Prof. Dr. HERMANN KNAUS, Graz.

Wenn wir in der Tier- und Pflanzenwelt die Vorgänge verfolgen, die zur Fortpflanzung und Erhaltung alles Lebenden führen, so erfüllt uns der Aufwand an Mittel, welche die Natur zur Schaffung eines einzelnen Lebewesens bereitstellt, mit Staunen und Bewunderung. Dieser Reichtum in der Erzeugung von fortpflanzungsfähigem Material bei den Pflanzen kommt schon in der verschwenderisch großen Blütenzahl, aber noch mehr im zahlenmäßigen Verhältnis zwischen Blüte und Pollenkörper zur Geltung: so bilden Pflanzen mit sog. geschlossenen Blüten etwa 243000 Pollenkörper und solche mit offenen Blüten bis zu 3654000 Pollenkörper für je eine Blüte. Diese bereits bemerkenswerten Zahlen in der Heranbildung von Geschlechtszellen erfahren bei den Säugern und beim Menschen eine noch weitere Steigerung. Obwohl im fortpflanzungsfähigen Alter der Frau kaum 500 Graafsche Eibläschen zu voller Entwicklung gelangen, werden in den Ovarien des Mädchens ungefähr 72000 Primärfollikel angelegt. Und einer ausgereiften Eizelle stehen nicht weniger als 848463750 Spermatozoen gegenüber, wenn man berücksichtigt, daß LODE die Leistungsfähigkeit der Spermatogenese des Mannes in der Zeit vom 25. bis 55. Lebensjahr auf 339385500000 Samenfäden berechnet hat.

Mit diesen ungeheuren Zahlen in der Produktion von Keimzellen sichert die Natur auf eine Weise die Erhaltung der Art. Die zweite Einrichtung, die offenbar demselben Zwecke dient, besteht in der vor äußerer Schädigung möglichst geschützten Lagerung der Geschlechtsdrüsen im Inneren des Organismus. So liegt bei allen Wirbeltieren und dem Menschen das Zentrum der Geschlechtsfunktion, die Hypophyse, an der sichersten Stelle der Schädelbasis, und die männliche und weibliche Geschlechtsdrüse bis herauf zu den Vögeln wohl verwahrt in der Tiefe der Bauchhöhle. Nur die Säuger und der Mensch verzichten fast ausnahmslos für den männlichen Partner auf diese örtliche Sicherung der Keimdrüsen und lassen die Hoden aus der größten Schutz darbietenden Bauchhöhle heraustreten an eine relativ sehr exponierte Stelle der Körperoberfläche. Diesem Verzicht auf Sicherung der männlichen Geschlechtsdrüsen vor äußerer Gewaltwirkung muß, wenn dies auch im Sinne zielbewußten Strebens der Natur nach möglichster Vermehrung der Lebewesen verstanden sein soll, eine tiefere Bedeutung zukommen.

Der englische Chirurg GRIFFITH hat als erster den Descensus testicularum als Voraussetzung für die normale Entwicklung und Funktion des Hodens richtig erkannt. Er konnte im Wege des experimentellen Kryptorchismus an Hunden zeigen, daß der kryptorchide Hoden nicht infolge mangelhafter embryonaler Entwicklung klein und atrophisch ist, sondern daß die unphysiologischen Bedingungen einer abnormen Umgebung den Hoden in seinem Wachstum hemmen. Mit diesen unphysiologischen Bedingungen meinte GRIFFITH den Druck der Bauchorgane auf den Hoden und das so häufige Verwachsen des Netzes oder mesenteriiellen Fettes mit der Tunica albuginea oder dem Samenstrang.

Dieser Erklärung für die Atrophie des Bauchhodens trat CREW mit der Feststellung entgegen, daß es nichts anderes

als die relativ hohe Temperatur der Bauchhöhle wäre, welche den Hoden auf eine embryonale Entwicklungsstufe herabzwingt; erst die kühlere Temperatur im Scrotum bedinge die weitere Differenzierung des Keimepithels bis zur Spermato-genese. Der Amerikaner C. MOORE schloß sich dieser Auffassung von der schädigenden Einwirkung der Bauchhöhlenwärme auf den Hoden an und ging nunmehr mit seinen Schülern an eine große Reihe verschiedenster Untersuchungen, um damit das Verhalten des Hodens gegenüber höheren Temperaturen näher zu studieren. So liegen heute darüber Arbeiten mit vollkommen übereinstimmenden Ergebnissen von CREW, aus der Mooreschen Schule und dem Japaner FUKUI vor, die sich in der folgenden Darstellung kurz zusammenfassen lassen.

Die Untersuchungen dehnen sich zunächst auf eine große Anzahl von Tieren aus, der Maus, Ratte, Meerschweinchen, Kaninchen, Hund, Schaf, Ziege, Stier und Pferd angehören. Die Überwärmung der im Scrotum liegenden Hoden kann, wie aus den Arbeiten der genannten Autoren hervorgeht, auf mannigfache Art erreicht werden, z. B. durch Nahbestrahlung mit einer elektrischen Lampe und durch Heißluft- oder Warmwasserbäder des Scrotum, durch Auflegen von warmem Paraffin mit hohem Schmelzpunkt (50°) oder heißen Leinsamenkompressen auf das Scrotum. Ganz unabhängig aber von der Methode, mittels welcher übermäßige Wärme dem Hoden zugeführt wird, ist der Effekt dieser Behandlung: in jedem Falle beginnen schon am 1. Tage degenerative Veränderungen im Hodenparenchym aufzutreten, die in erster Linie die Spermatozyten, dann die Spermatoziden und zuletzt die Spermatogonien erfassen und in 1–2 Wochen zu einer fast vollständigen Vernichtung des Keimepithels führen. Die Größe dieses Schadens am spezifischen Hodengewebe steht begreiflicherweise im geraden Verhältnis zur Höhe der Wärme und der Dauer ihrer Anwendung. Dies geht in anschaulicher Weise aus den Untersuchungen von FUKUI hervor, die zeigen, daß beim Kaninchen ein Heißluftbad des Scrotum bei 40° in 200 Stunden, bei 41° in 100 Stunden, bei 42° in 72 Stunden und bei 43° in 32 Stunden diese typische Hodendegeneration verursacht. Noch wirksamer als trockene Wärme ist die feuchte, z. B. in Form eines Warmwasserbades angewendete Wärme, die bei 44–45° schon in 3 Stunden, bei 45–46° in 1 Stunde, bei 46–47° in 1/2 Stunde und bei 47–49° nach 20 Minuten Hodendegeneration auslöst. Entsprechend dem Ausmaße der Zerstörung kommt es früher oder später wieder zu regenerativen Vorgängen, die von den noch erhaltenen Spermatogonien ausgehen und die nach etwa 6 Monaten mit einem nahezu vollkommenen Wiederaufbau des Keimepithels mit normaler Spermato-genese enden.

Es ist aber, wie MOORE und OSLUND, und CREW gezeigt haben, gar nicht notwendig, übermäßige Wärme anzuwenden, um den Hoden zu der geschilderten Degeneration zu bringen, sondern es genügt hierzu schon, wenn man dem Scrotum die Möglichkeit nimmt, seine eigene Wärme nach außen hin abzugeben, was durch Einhüllen des Hodensackes in einen möglichst wärme- und wasserdichten Beutel erreicht wird. Auch bei diesen Tieren (Schaf, Ziege, Schwein) kommt es nach mehreren Wochen zur Vernichtung des Hodenparenchym und dadurch zur Sterilität.

Diese Beobachtungen lassen auf das deutlichste erkennen, daß der Hoden nicht einmal die Wärme des eigenen Körpers verträgt, sondern zu seiner normalen Entwicklung und Funktion eine kühlere Temperatur beansprucht, die er anscheinend nur im Scrotum finden kann. Und in der Tat herrscht im

* Nach einem in der Wiener Biologischen Gesellschaft gehaltenen Vortrag.

Scrotum, wie vergleichende Temperaturmessungen von MOORE und QUICK, CREW, HAMMOND und ASDELL, und ROEMMELE an Ratten, Meerschweinchen, Kaninchen und Stieren ergeben haben, eine um $2,5-10^{\circ}$ tiefere Temperatur als in der Bauchhöhle. Damit ist endgültig bewiesen, daß das Scrotum ein die Wärme lokal regulierendes Organ darstellt, dem die Aufgabe zukommt, einer Erwärmung der Testes bis zur Körpertemperatur entgegenzuarbeiten. Zu diesem Zwecke ist das Scrotum mit besonderen anatomischen Eigentümlichkeiten ausgestattet. Der vollkommene Fettmangel seines Unterhautzellgewebes begünstigt den Zutritt der gewöhnlich tieferen Außentemperatur bis knapp an die Testes heran. Ferner sorgt seine Tunica dartos mit ihrer außerordentlichen Temperaturempfindlichkeit auch bei Schwankungen der Außenwärme für eine möglichst konstante Untertemperatur im Scrotum, indem sie bald durch Erschlaffung eine bedeutende Oberflächenvergrößerung, bald durch straffe Kontraktion eine auffallende Schrumpfung des Scrotum und damit eine entsprechend größere oder geringere Wärmeabgabe bewirkt. Beachten wir nur einmal die Größe und Schlaffheit des menschlichen Scrotum bei hoher Außentemperatur und Überwärmung des Körpers, und seinen Zustand im kalten Wasser während eines Freibades, so wird uns sofort seine Funktion völlig klar.

Nach allen diesen Tatsachen ist es ohne weiteres verständlich, daß sich der Hoden bei angeborenem Kryptorchismus unter dem schädigenden Einfluß der relativ zu hohen Bauchhöhlentemperatur auch nach der Pubertät nicht weiter entwickeln kann und daß der bereits funktionstüchtige Hoden eines geschlechtsreifen Säugers nach seiner Verlagerung aus dem Scrotum zurück in die Bauchhöhle anatomisch und funktionell wieder kryptorchiden Charakter annimmt. MOORE, CREW u. a. haben in der Tat gezeigt, daß das Parenchym des experimentell kryptorchiden Hodens bereits innerhalb der ersten 6 Tage nach seiner Verlagerung in die Bauchhöhle schwerste degenerative Veränderungen erleidet, die in den folgenden Wochen zu einer fast vollständigen Auflösung und Abstoßung des Keimepithels führen. Daß diese Vernichtung des Keimepithels ausschließlich durch die Bauchhöhlentemperatur bedingt wird, ist noch durch folgende Versuche außer Zweifel gestellt. Werden die aus dem Scrotum in die Bauchhöhle heraufgezogenen Hoden möglichst weit voneinander an der Innenseite der vorderen Bauchwand fixiert und wird nun, wie es FUKUI und CREW getan haben, nach Verschluss des Bauchschnittes die Hautstelle über dem einen Hoden rasiert und durch Chloräthyl-, Äther- oder Alkoholspray dauernd kalt gehalten, so wird in dem darunter liegenden Hoden, vor allem in den der Bauchwand anliegenden Partien des Organs, die Wärmeschädigung weitgehend unterdrückt, während sie im benachbarten Hoden ihren bekannten raschen Verlauf nimmt. Oder, wird ein durch die Bauchhöhlentemperatur zur Degeneration gebrachter Hoden wieder zurück in das Scrotum verpflanzt, so beginnt alsbald die Regeneration seines Keimepithels, das sich, wenn der Hoden nicht zu lange in der Bauchhöhle gelegen und dadurch alle Spermatozonen verloren hatte, in allen Schichten neu aufbaut und in wenigen Monaten wieder befruchtungsfähige Spermatozonen liefert.

Wenn wir die bisher angeführten Untersuchungen und deren Ergebnisse überblicken, so können wir von ihnen sagen, daß sie unser Verständnis für die funktionellen Eigentümlichkeiten des männlichen Geschlechtsapparates in vielen Belangen wesentlich gefördert haben. Wir sind uns nunmehr darüber klar, warum der kryptorchide Hoden in seiner Entwicklung stillsteht und Individuen mit doppelseitigem Bauchhoden steril sein müssen. Es ist das Scrotum fernerhin nicht mehr als ein indifferenter Hautsack zu betrachten, sondern seine große physiologische Bedeutung besonders von chirurgischer Seite gebührend zu würdigen. So ist die Resektion des Hodensackes, wie sie heute noch z. B. wegen Varicocele geübt wird, mit Rücksicht auf die Unersetzbarkeit der funktionell einzigartigen Scrotalhaut im fortpflanzungsfähigen Alter des Mannes fallenzulassen. Außerdem ist nach dem Verhalten des Hodens bei experimenteller Verlagerung in die Bauchhöhle

und späterer Rückverlagerung in das Scrotum zu erwarten, daß die Orchidopexie auch nach dem Pubertätsalter Aussicht auf Erfolg hat, wenn es damit tatsächlich gelingt, den kryptorchiden Hoden ohne Schädigung des Samenstranges tief genug in das Scrotum herein zu lokalisieren. Und endlich wird man sich künftighin bei allen Versuchen der Hodentransplantation daran erinnern müssen, daß das spezifische Hodengewebe an keinem anderen Orte als nur im kühlen Milieu des Scrotum gedeihen kann.

Nachdem die außerordentliche Wärmeempfindlichkeit des spezifischen Hodengewebes einwandfrei festgestellt ist, bleibt noch zu erforschen, ob auch das Produkt des Keimepithels, nämlich die Samenzelle, durch die Bauchhöhlenwärme in kurzer Zeit vernichtet wird. Um diese Frage entscheiden zu können, müssen wir uns vorerst über das Verhalten der Spermatozoen im scrotal gelagerten Hoden und Nebenhoden im klaren sein. Es besteht heute kein Zweifel mehr darüber, daß sich die Spermatozoen schon im Hoden bewegen und aus eigenem Antrieb gegen den Flimmerstrom des Wandepithels durch das Gangsystem des Hodenhylus und des Nebenhodens bis in den Nebenhodenschweif wandern, wo sie in großen Massen aufgestaut und durch besondere Einrichtungen am Leben erhalten werden. VAN DER STRICHT hat als erster die Bedeutung des Nebenhodens als unbedingt notwendiges Speicher- und Konservierungsorgan hervorgehoben, in dem die Spermatozoen erst die für die Befruchtung erforderliche Reife erlangen sollen. Auf der Wanderung durch die mehrere Meter langen Wege im Hoden und Nebenhodenkopf gewinnen nämlich die Spermatozoen, offenbar durch das allmähliche Schwinden einer intracellulär bedingten Bewegungshemmung, ständig an Beweglichkeit und werden nach Erreichen ihrer vollen Bewegungsfähigkeit im Nebenhodenschweif durch dessen spezifisches Sekret und durch ungünstige Atmungsverhältnisse, um deren Erforschung sich vor allem REDENZ und V. LANZ verdient gemacht haben, wieder weitgehend ruhiggestellt. Auf diese Weise wird die den Spermatozoen innewohnende Bewegungsenergie möglichst geschont und für den Zeitpunkt ihrer eigentlichen Bestimmung gespart. Nur so ist es auch erklärlich, daß sich die Spermatozoen wochenlang im Nebenhoden befruchtungsfähig erhalten. HAMMOND und ASDELL haben nämlich an Kaninchen den Nachweis erbracht, daß die Spermatozoen des Nebenhodenschweifes bis zum 20. Tage nach Durchtrennung des Isthmus epididymidis voll befruchtungsfähig bleiben; erst nach diesem Zeitpunkt beginnt die Fruchtbarkeit der Tiere mit isoliertem Nebenhodenschweif zu sinken, fällt bis zum 30. Tage auf 36% und bis zum 40. Tage auf 20% ab, um mit diesem Tage vollkommen zu erlöschen. Dagegen weisen die Spermatozoen unter denselben Bedingungen noch bis zum 60. Tage einen gewissen Grad von Beweglichkeit auf. Die Untersuchungen von YOUNG, MOORE und BENOIT kommen zu ähnlichen Ergebnissen: für das Meerschweinchen wird die Dauer der Befruchtungsfähigkeit der isolierten Nebenhodenschweif-spermatozoen mit 25-30 Tagen, die Dauer ihrer Beweglichkeit mit 50-70 Tagen, für die Ratte mit 30 Tagen und für die Maus mit 60 Tagen Beweglichkeit angegeben. Es ist hiermit soweit Klarheit geschaffen, daß die Spermatozoen nach ihrer Loslösung vom Keimepithel im Nebenhoden, dem spezifischen Konservierungsorgan der Samenfäden, mehrere Wochen hindurch befruchtungsfähig bleiben, wofür das Organ an seinem, ihm physiologisch zugewiesenen Platze im Scrotum liegt.

Was geschieht aber mit den Spermatozoen, wenn sie im Nebenhodenschweif der Bauchhöhlenwärme ausgesetzt werden? Die Antwort auf diese Frage scheint mir deshalb besonders wichtig, weil sie einen Rückschluß auf die Dauer der Befruchtungsfähigkeit der Spermatozoen in den weiblichen Genitalorganen zuläßt, wo die Samenfäden ja auch dem Einflusse der Bauchhöhlenwärme unterliegen; zur Lösung dieser Frage habe ich die folgenden Untersuchungen angestellt. Nach einem wenige Zentimeter langen Bauchschnitt über der Symphyse werden die Hoden durch den Leistenkanal, der beim Kaninchen immer offen steht, in die Bauchhöhle heraufgedrückt und dann soweit hervorgezogen, daß man den ganz

dünnen Isthmus epididymidis doppelt unterbinden und durchtrennen kann. Hierauf werden beide Testes an der seitlichen Bauchwand so fixiert, daß sie nicht mehr durch den Leistenkanal in das Scrotum zurückschlüpfen können und auch der Nebenhodenschweif sicher über dem inneren Leistenring zu liegen kommt. Die Kaninchen erholen sich nach diesem Eingriffe sehr schnell und sind schon nach 24 Stunden wieder sprungbereit. Diese Tiere mit isoliertem kryptorchiden Nebenhodenschweif zeigen in den ersten 48 Stunden nach der Operation eine unveränderte Fruchtbarkeit; aber schon am 3. Tage sinkt diese auf 50%, am 4. Tage auf 33% herab und endet am 5. Tage post operationem mit einer absoluten Sterilität. Daraus ersehen wir, daß nicht nur das Keimepithel, sondern auch die Spermatozoen unter der Einwirkung der Bauchhöhlenwärme, selbst wenn sie in dem ganz auf ihre Konservierung eingerichteten Speicherorgan leben, solchen Schaden erleiden, daß sie in wenigen Tagen ihre Befruchtungsfähigkeit verlieren. Untersucht man gleichzeitig ihre Motilität, was an einem der Vagina nach der Kopulation entnommenen Tropfen des Ejaculates leicht möglich ist, so kann man feststellen, daß sie ihre Bewegungsfähigkeit viel später, und zwar erst am 12. Tage nach der Operation, vollständig einbüßen. Daraus geht zunächst einwandfrei hervor, daß wir zwischen Befruchtungs- und Bewegungsfähigkeit der Spermatozoen strenge zu unterscheiden haben; Beweglichkeit an sich ist also kein Kriterium für die Befruchtungsfähigkeit der Samenzelle. Bei der gleichzeitig die Befruchtungs- und Bewegungsfähigkeit prüfenden Untersuchung der Spermatozoen von Kaninchen mit isoliertem kryptorchidem Nebenhodenschweif läßt sich aber weiter mit Sicherheit entscheiden, daß doch eine bestimmte Beziehung zwischen Beweglichkeit und Befruchtungsfähigkeit der Spermatozoen besteht: denn nur die sehr lebhaft sich fortbewegenden Samenfasern erweisen sich auch als befruchtungsfähig. Es kommt demnach die Befruchtungsfähigkeit der Spermatozoen in einer intensiven Fortbewegung zum Ausdruck, welche die kleine und ganz selbständige Samenzelle aus folgenden Gründen nur beschränkte Zeit zu leisten imstande sein kann.

Vor der Loslösung des Spermatozoen aus dem Zellverband des Keimepithels wird dasselbe mit einer bestimmten potentiellen Bewegungsenergie ausgestattet, die nach den Untersuchungen von PETER und REDENZ ihren Sitz im Verbindungsstück der Samenzelle hat. Die Umwandlung dieser potentiellen in kinetische Energie, d. i. Bewegung, geht offenbar im Wege eines fermentativen Prozesses im Innern der Zelle vor sich, dessen Ablauf von gewissen chemischen und thermischen Bedingungen beherrscht wird. Nachdem die den Samenfasern innewohnende Kraftquelle von begrenzter Ergiebigkeit ist, muß der Ablauf dieses fermentativen Prozesses in der Zelle möglichst unterdrückt werden, damit sich die Spermatozoen nicht durch sinnlose Bewegungen schon im Hoden und Nebenhoden vorzeitig erschöpfen. Es wurde bereits erwähnt, daß sich das allmähliche Heranreifen der Spermatozoen auf deren Wanderung aus den Hodenkanälchen bis in den Nebenhodenschweif in einer deutlichen Zunahme ihrer Beweglichkeit geltend macht, die sich, wie wir später sehen werden, nur durch ein fortschreitendes Versiegen einer Bewegungshemmung, die in der Zelle selbst gelegen sein muß, erklären läßt. Diesem Fortfall einer intracellulär bedingten Bewegungshemmung wirken, wenn die maximal bewegungsfähigen Spermatozoen in den Nebenhodenschweif eintreten, äußere Einflüsse entgegen — das sind die hohe H-Ionenkonzentration seines spezifischen Sekretes, der durch die große Dichte der Spermatozoen hervorgerufene Sauerstoffmangel und Kohlensäureüberschuß im Nebenhodenschweif — und erhalten so einen beträchtlichen Vorrat an potentieller Energie in der Samenzelle. Zu diesen bewegungshemmenden Faktoren im Nebenhodenschweif kommt nun noch die kühle Temperatur des Scrotum, die unter dem thermalen Optimum, d. i. die Bauchhöhlenwärme, für den Ablauf des fermentativen Prozesses in der Samenzelle liegt, diesen daher zurückhält und dadurch energiesparend wirkt. Geraten jedoch die im Nebenhodenschweif wohl konservierten Spermatozoen unter den Einfluß der Bauchhöhlenwärme, wie dies beim experimen-

tellen Kryptorchismus der Fall ist, dann beginnt trotz der übrigen ungünstigen Verhältnisse der fermentative Prozeß in der Samenzelle rascher zu laufen und führt, nachdem der Vorrat an potentieller Energie in zu starken Bewegungen frühzeitig vergeudet wird, in wenigen Tagen zu einer solchen Verminderung der Bewegungsfähigkeit, daß die Dauer der Befruchtungsfähigkeit der Nebenhodenschweifpermatozoen von 40 Tage auf 4 Tage herabstürzt.

Daß der Energievorrat, den die Samenzelle seit ihrer Loslösung vom Keimepithel mit sich führt, ein begrenzter ist, und nicht etwa auf ihrer Wanderung durch den Nebenhoden neuerlich eine Anreicherung erfährt, sondern im Gegenteil durch die schon dort zunehmende Beweglichkeit der Spermatozoen nach und nach verringert wird, erhellt aus dem Ergebnis folgenden Versuches. Wird der intakte Hoden und Nebenhoden, also ohne Durchtrennung des Isthmus epididymidis, in die Bauchhöhle verlagert, so bleiben die Spermatozoen maximal 7 Tage befruchtungsfähig und 14 Tage beweglich. Die in diesem Falle um 3 Tage längere Befruchtungsfähigkeit der Spermatozoen findet ihre Erklärung in dem Umstand, daß die jüngeren Samenfasern aus dem Hoden und Nebenhodenskopf, die scheinbar thermostabiler sind als die Nebenhodenschweifpermatozoen, in den ersten Tagen nach der Verlagerung des Hodens in die Bauchhöhle noch in den Nebenhodenschweif herabwandern können und dort mit einem noch größeren Vorrat an potentieller Energie anlangen, als ihn die schon längere Zeit im Nebenhodenschweif aufgespeicherten Spermatozoen besitzen. Sie sind demnach weniger verbraucht und behalten, wenn sie der Einwirkung der Bauchhöhlenwärme ausgesetzt werden, ihre intensive Fortbewegungsfähigkeit länger als die bereits älteren, der Erschöpfung näheren Samenfasern des Nebenhodenschweifes. Es bedürfen daher die älteren und thermolabileren Nebenhodenschweifpermatozoen zur Erhaltung ihrer Befruchtungsfähigkeit auch im Scrotum einer kühleren Temperatur als die jüngeren Spermatozoen im Nebenhodenskopf. Dieser Forderung wird offensichtlich in der topographischen Anordnung von Nebenhodenskopf und -schweif Rechnung getragen, indem der Nebenhodenschweif im tiefsten und kühlestem Raum des Scrotum allen anderen Teilen des Hodens und Nebenhodens vorgelagert ist.

Aus den Ergebnissen dieser vergleichenden Untersuchungen von Spermatozoen aus den proximalen und distalen Abschnitten des Hodens bzw. Nebenhodens wird ersichtlich, daß die Samenfasern auf ihrer Wanderung aus den Hodenkanälchen bis in den Nebenhodenschweif nicht im wahren Sinne des Wortes reifen, sondern anfangs von einer in ihnen selbst liegenden Bewegungshemmung allmählich befreit und dadurch immer beweglicher werden, gleichzeitig, wenn auch durch die besonderen Verhältnisse im Nebenhodenschweif sehr langsam, aber schon an Bewegungsenergie verlieren und damit zu altern beginnen. Es herrscht daher ein ständiger Nachschub von jüngeren Spermatozoen in den Nebenhodenschweif, aus dem die ältesten durch das Vas deferens abgeführt und, sofern sie von dort nicht per ejaculationem entleert werden, oder, wie OSLUND angibt, gelegentlich in die Harnröhre übertreten, in den bereits in der Bauchhöhle verlaufenden Partien des Samenleiters aufgelöst werden. Dieser Zerfall der alten und zum Teil schon abgestorbenen Spermatozoen wird, wie YOUNG und SIMEONE annehmen, durch die Einwirkung der Bauchhöhlenwärme, der sie im distalen Anteil des Samenleiters ausgesetzt sind, gefördert und entweder durch Phagozytose (MORGENSTERN, NEMILOFF, WEGELIN) oder durch Resorption in der Samenblase (KÖNIGSTEIN) vollendet. Daß übrigens die Samenblase kein Speicherorgan für befruchtungsfähige Spermatozoen sein kann und daher diesen Namen mit Unrecht trägt, ist schon durch ihre intraabdominelle Lage entschieden; es dürfte ihr vielmehr die Aufgabe obliegen, die zerfallenden Spermatozoen aus dem Samenleiter aufzunehmen und durch ihr Sekret das Volumen des Ejaculates zu vermehren.

Mit diesen Untersuchungen über die Wärmeempfindlichkeit der Spermatozoen erscheint die Auffassung von der physiologischen Bedeutung des Scrotum als spezifisch wärmeregulierendes Organ, wie sie zuerst von CREW ausgesprochen und

später von MOORE experimentell bewiesen wurde, aufs neue bestätigt und gefestigt. Wie alle biologischen Vorgänge durch Kälte unterdrückt oder verzögert werden, so wird auch der fermentative Prozeß in der Samenzelle durch die kühle Temperatur im Scrotum gehemmt und damit die potentielle Energie erhalten, welche die Spermatozoen für den Befruchtungsvorgang unbedingt notwendig haben. Denn nach der Ejaculation des Samens in das weibliche Genitale setzt durch die intensiven Bewegungen der Spermatozoen, die durch die Verdünnung des Spermas mit den alkalisch reagierenden Sekreten der akzessorischen männlichen Geschlechtsdrüsen und durch die Bauchhöhlenwärme ausgelöst werden, ein rascher Verbrauch des Energievorrates ein, der, wie aus den Untersuchungen von HAMMOND und ASDELL am Kaninchen in überzeugender Weise hervorgeht, bereits nach 30 Stunden den Verlust der Befruchtungsfähigkeit der Spermatozoen zur Folge hat. Der stufenweise Abfall in der Dauer der Befruchtungsfähigkeit der Spermatozoen im isolierten, scrotal gelagerten (40 Tage) und im kryptorchiden Nebenhodenschweif (4 Tage) und endlich in den weiblichen Genitalorganen (30 Stunden) gibt uns ein anschauliches Bild von der großen Bedeutung, welche der Temperatur und den chemischen Verhältnissen für die Konservierung der Spermatozoen zukommt.

Die Zusammenhänge von Art und Zweck der Einrichtungen in der Samenzelle liegen nunmehr klar vor uns und beleuchten den tiefen Sinn der extraabdominalen Lagerung des Hodens.

Literatur: BENOIT, Archives d'Anat. 5 (1926). — CREW, J. of Anat. 56 (1922) — Proc. roy. Soc. Edinburgh 46 (1926) — Verh. d. i. Internat. Kongr. f. Sexualforsch. Berlin, Experimentalforsch. u. Biol. 1 (1927). — FUKUI, Jap. med. World 3 (1923) — Acta Scholae Med. Kioto 6 (1923). — GRIFFITH, J. of Anat. 27 (1893); 28 (1894). — HAMMOND and ASDELL, Brit. J. exper. Biol. 4 (1926). — KNAUS, Klin. Wschr. 1932, Nr 1 — Arch. Gynäk. 151 (1932) — Arch. di Sci. biol. (Internat. Kongr. f. Physiol., Rom 1932). — KÖNIGSTEIN, Pflügers Arch. 114 (1906). — v. LANZ, Anat. Anz. 58 (1924) — Pflügers Arch. 222 (1929) — Klin. Wschr. 1930, Nr 41. — LOSE, Pflügers Arch. 50 (1891). — MOORE, Science (N. Y.) 59 (1924) — Endocrinology 8 (1924) — Amer. J. Anat. 34 (1924) — Amer. J. Physiol. 77 (1926) — Biol. Bull. 51 (1926) — J. of exper. Zool. 50 (1928). — MOORE and OSLUND, Amer. J. Physiol. 67 (1924). — MOORE and QUICK, J. of Physiol. 68 (1924). — MORGENSTERN, Virchows Arch. 250 (1924). — NEMILOFF, Z. Anat. 79 (1926). — OSLUND, J. amer. med. Assoc. 90 (1928). — PETER, Anat. Anz. 15 (1899). — REDENZ, Würzburg. Abh. 4 (1926). — ROEMMELE, Zool. Jb. 44 (1928). — VAN DER STRICHT, C. r. Soc. Biol. Paris 45 (1893). — WEGELIN, Beitr. path. Anat. 69 (1921). — YOUNG, J. of exper. Zool. 49 (1927) — Physiologic. Zool. 2 (1929) — J. Morph. a. Physiol. 47 (1929); 48 (1929). — YOUNG and SIMEONE, Proc. Soc. exper. Biol. a. Med. 27 (1930).

ORIGINALIEN.

ÜBER BUDAY- UND FRIEDLÄNDER-BACILLEN-SEPSIS.

Von

C. HEGLER und H. NATHAN.

Aus der I. Medizinischen (Prof. C. HEGLER) und der I. Chirurgischen Abteilung (Prof. T. RINGEL) sowie dem Pathologischen Institut (Prof. F. WOHLWILL) des Allgemeinen Krankenhauses Hamburg-St. Georg.

Für den Ablauf und die Ausbreitung einer septischen Allgemeininfektion kann die Eigenart des Erregers bestimmend sein. Es gibt Keime, die eine ausgesprochene Neigung zur Bildung von Tochterherden haben; dabei kommt es bei einzelnen Infektionen zu Metastasen in der Lunge, bei anderen über den Lungenvenerherd zu Bildung von metastatischen Abscessen im Versorgungsgebiet des großen Kreislaufs. Die Beteiligung der einzelnen Organe an den septischen Prozessen ist eine verschiedenartige. Die Leber gehört erfahrungsgemäß zu den seltener von eitrigen Tochterherden betroffenen Organen (RECKLINGHAUSEN, QUINCKE, RÖSSLE, SUSSI, KOB- LER, KAUFMANN, STERNBERG, NATHAN u. a.). Nur LUDA konnte das Vorkommen von Lebermetastasen verhältnismäßig häufig bei septischen Erkrankungen beobachten. Die geringe Empfänglichkeit der Leber kann möglicherweise mit der guten Entwicklung des reticulo-endothelialen Systems in diesem Organ in Zusammenhang stehen. Des weiteren ist es kennzeichnend, daß die Leber fast immer bei den gewöhnlichen Eitererregern als Filter wirkt, so daß es nicht mehr zur Keimauswanderung über die Lebervenen in den kleinen Kreislauf kommt. Wir haben auf diese Tatsache an anderer Stelle hingewiesen und gezeigt, daß für seltener Sepsiskeime diese Filterwirkung der Leber versagt (NATHAN).

Zwei Keimarten, die dadurch ausgezeichnet sind, daß sie eine besondere Neigung zur Bildung von Eiterherden in der Leber (Hepatophilie) besitzen und daß sie über die Lebervenen in den kleinen Kreislauf einbrechen, sind der *Bacillus anaerobius pyogenes* Buday und der *Bacillus mucosus pneumoniae Friedländer*. Im Krankenhaus St. Georg konnten wir eine Reihe dieser Erkrankungen beobachten.

BOGDAN als Kliniker und BUDAY als Pathologe und Bakteriologe beschrieben als erste die von dem *Bacillus anaerobius* hervorgerufene Sepsis. Es handelte sich um Krankheitsfälle, die in einem ungarischen Lazarett in Balassa Gyarmat bei Kriegsverwundeten mit Knochenverletzungen auftraten. Die Knochenwunden zeigten eine gute Heilungs-

tendenz; 2—3 Wochen lang fühlten die Patienten sich fast beschwerdefrei, dann stellte sich plötzlich ein hohes Fieber mit Schüttelfrost ein. Ohne daß an den verletzten Knochen oder an irgendeinem anderen Organ eine krankhafte Veränderung nachweisbar gewesen wäre, hielt die hohe Temperatur an, und Schüttelfröste traten weiterhin auf. Das Allgemeinbefinden zeigte keinerlei Störung. Allmählich bekamen die Patienten ein kränzlich blasses, leicht ikterisches Aussehen. Entzündliche Veränderungen an den Lungen, der Leber und an den Gelenken traten auf, und bei völligem Versagen jeglicher Therapie starben die Patienten. Schon während des Lebens konnte aus dem Blute auf anaeroben Nährböden ein Gram-negativer Bacillus gezüchtet werden, der eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Influenza- und dem Pestbacillus hatte. Dieser Bacillus war fein geformt, zeigte eine bipolare Färbung und bildete kurze Ketten. In älteren Kulturen konnten ausgesprochene Blähformen nachgewiesen werden. Beim Wachstum trat eine geringe Gasbildung ohne Geruch auf. Der durch die Bacillen hervorgerufene Eiter zeigte indessen, wenn auch nicht sehr ausgesprochen, eine Geruchsbildung. Bei der Sektion wurden Lungenherde, teils Abscesse, teils Nekrosen, nachgewiesen; auch in der Leber fanden sich zahlreiche Herde, die im wesentlichen Nekrosen und nur im geringen Grade Abscesse darstellten. Über den Ausbreitungsweg der Infektion konnten die Autoren nichts Bestimmtes aussagen. Sie hielten retrograde Embolien als Ursache der Leberabscesse für möglich. Ohne uns an dieser Stelle mit der Frage des Zustandekommens von Eiterherden auf dem rückläufigen Wege in die Organe auseinanderzusetzen, glauben wir im folgenden den von uns grundsätzlich angenommenen Weg der Ausbreitung septischer Prozesse auch bei der Buday-Bacilleninfektion nachweisen zu können.

Nachdem 1916 RUSZNYAK und BÉLA noch weitere ungarische Fälle veröffentlicht hatten, wurden die ersten Pat. in Deutschland 1925 im Krankenhaus St. Georg beobachtet. Sie wurden von HEGLER-JACOBSTHAL in der Biologischen Abteilung des Ärztlichen Vereins 1925 am 23. Juni vorgestellt, aber ihre Krankengeschichte wurde aus äußeren Gründen damals nicht veröffentlicht. Die beiden ersten Fälle unterscheiden sich von den Originalfällen durch ihre Anamnese und Einzelheiten des klinischen Verlaufes.

Fall 1: 19jähr. Tagmädchen. Hochfieberhafte Halsentzündung 5 Tage vor der Aufnahme. Anschließend Husten und Stiche beiderseits im unteren Lungenbereich. Bei der Aufnahme diffuse Rötung