IV.

Aus dem pharmakologischen Institut der Universität Marburg.

Findet im Körper eine Zerstörung von Adrenalin durch Jod statt?

Von

Professor Dr. med. Ernst Frey,

Assistent am Institut.

Anlässlich einer Besprechung der Reaktion von Jod und Adrenalin gibt Hoffmann (1) der Ansicht Ausdruck, die Wirkung des Jods bei Erkrankungen, die mit den Drüsen mit innerer Sekretion in Verbindung gebracht werden, beruhen auf einer Jod-Adrenalinbindung. Wenn diese Ansicht richtig ist, d. h. wenn im Körper bei der Eingabe von Jod dieses in Verbindung mit dem ständig von den Nebennieren in den Kreislauf abgesonderten Adrenalin tritt und letzteres vernichtet, so würde die Wirkung des Jods als ein Mangel an Adrenalin aufgefaßt werden müssen. Auf diese Weise wäre es möglich, sich ein klares Bild von den Wirkungen des Jods zu machen; es würden die Stoffwechselwirkungen des Jods als Ausfall der Nebennierensekretion oder als Überwiegen antagonistischer Drüsen erscheinen; — die beim Kranken so oft erwähnte, im Tierexperiment (2) immer vermißte Spannungsherabsetzung der Arterien würde als Fortfall des Adrenalins aufgefaßt werden können, der besonders — oder überhaupt erst — dann hervortritt, wenn eine Mehrabsonderung von Adrenalin statt hat. Und es wäre, wenn es auf dauerndes Abfangen des Adrenalins ankäme, zweckmäßig, ständig kleine Mengen von Jod dem Körper zuzuführen, etwa in Form eines Depots einer organischen, langsam Jod abspaltenden Verbindung, um sicherer die dauernd gelieferten Adrenalinmengen zu vernichten, als es bei der schnellen Ausscheidung der Jodsalze durch diese geschehen könnte.

Aber noch von einem anderen Gesichtspunkte wäre die Jod-Adrenalinbindung von Wichtigkeit: man könnte auf diese Weise

nachweisen, ob im Körper aus den Jodiden eine Abspaltung von Jod eintritt, was bekanntlich immer noch eine offene Frage ist.

Es war daher von Interesse, die Frage experimentell zu prüfen, ob nach Einverleibung von Jod und Jodsalzen die Injektion von Adrenalin unwirksam wird.

Es fragte sich, welche Versuchsanordnung man am zweckmäßigsten zur Demonstration der Jod-Adrenalinbindung wählen soll. Man kann einmal prüfen, ob eine vor der Jodgabe gerade wirksame Dosis von Adrenalin nach der Jodzufuhr noch ebenso wirksam ist; man hat dann wohl am ehesten eine Vernichtung der kleinen Menge Adrenalin durch das Jod enthaltende Blut zu erwarten. Nach den Arbeiten von Straub (3) ist aber die einmalige Injektion von Adrenalin in strengem Sinne eine genaue Dosierung nicht, da bei diesem einen Reiz darstellenden Körper die Einverleibungsgeschwindigkeit eine ausschlaggebende Rolle spielt; man muß also, wie dies Kretschmer (4) auf Veranlassung von Straub tat, eine bestimmte Menge Adrenalin mit gleichbleibender Geschwindigkeit in die Vene infundieren. Ich habe die Jod-Adrenalinbindung nach beiden Methoden untersucht, einmal die grade wirksame Adrenalinosis, die eben eine deutliche Blutdruckerhöhung veranlaßte, bestimmt und dann nach Zufuhr von Jod-Jodnatriumlösung in mehreren Injektionen die Wirksamkeit derselben Adrenalinmenge beobachtet. In anderen Versuchen benützte ich die Anordnung von Kretschmer: aus einer Bürette floß durch eine Kapillare die Adrenalinlösung unter dem Druck einer mit Manometer versehenen Flasche mit gleicher Geschwindigkeit in die Vene, und es wurde der Effekt dieses Einlaufes vor und nach einer Jodgabe beobachtet oder während des Einlaufes der Adrenalinlösung Jod gegeben, als Injektion oder gleichfalls als Einlauf. Damit würde man die Kreislaufwirkung des Jods in eingehenderer Weise studieren, einmal bei normalem Blutdruck, das andere Mal bei künstlich gesteigertem. Denn bei normalem Blutdruck ist eine tonusvermindernde Wirkung von Jodsalzen wenigstens immer vermißt worden. Außerdem habe ich auch an Stelle der Injektionen von Jod solche von Jodnatrium ohne freies Jod gesetzt; denn es könnte ja gerade die Abspaltung von Jod aus den Salzen sich wirksamer erweisen als freies Jod, wenn Jod in statu nascendi dem Adrenalin begegnete, oder es könnte das Salz an bestimmte Stellen dringen, dort Jod abspalten, die vielleicht dem Jod als solchem unzugänglich wären, wenn freilich auch scheinbar die Verhältnisse umgekehrt liegen, oder endlich, es könnte das injizierte Jod im Blute rasch gebunden werden und nur bei der langsam vor sich gehenden Abspaltung in einer Adrenalinlösung die

Bindung eintreten. Bei allen diesen Versuchen mit intravenösen Injektionen käme immer nur die Kreislaufwirkung in Betracht. Um aber verschiedene Resorptionsbedingungen zur Anschauung zu bringen, habe ich auch subkutan Adrenalin gegeben und benützte als Indikator der Wirksamkeit die Zuckerausscheidung im Harn bei Tieren, die eine Jodgabe in den Magen erhalten hatten. Endlich habe ich noch geprüft, ob die pupillenerweiternde Eigenschaft des Adrenalins an dem Bulbus von Fröschen zu beobachten ist, die vorher Jod erhalten hatten oder ob in Jodnatriumlösung die Wirkung des Adrenalins schwächer sei als in Kochsalzlösung.

Ich gehe nun zur Besprechung der Versuche über, die im Anhang folgen sollen.

Jod und Adrenalin hinsichtlich des Blutdruckes.

Versuch 1.

Die Wirksamkeit von 0,005 mg Adrenalin bleibt trotz hoher Gaben von Jod-Jodnatrium erhalten; auch die Wirkung eines Adrenalineinlaufes wird durch vorherige oder gleichzeitige Jodzufuhr nicht beeinflusst; am Schluß erweist sich 0,001 mg Adrenalin noch wirksam. Ebenso wenig zeigt sich die »Rückkehrzeit« (Kretschmer) verändert, d. h. das Absinken des Druckes nach dem Einlauf verläuft zeitlich unbeeinflusst durch die Jodgaben.

Versuch 2.

Um eine deutliche Blutdrucksteigerung hervorzurufen, mußte 0,005 bis 0,01 mg Adrenalin gegeben werden. Nach der Jodgabe bleibt diese Menge wirksam, nur bei einer späteren Injektion versagt sie einmal. Dabei könnte es sich darum handeln, daß bei den Injektionen aller Lösungen in dieselbe Ohrvene sich lokal, etwa durch ein Gerinnsel, daß die Jodlösung veranlaßte, eine Jod-Adrenalinbindung vollzogen hätte. Doch war die Adrenalingabe vorher und nachher wirksam, trotzdem sie alle nach der Jodinjektion erfolgten. Es handelt sich also um einen Ausnahmefall, der sich durch Änderung der Injektionsstelle wohl hätte vermeiden lassen. Ich habe daher in anderen Versuchen die Injektionsstellen der beiden Stoffe räumlich getrennt.

Versuch 3.

Hier erfolgten die Injektionen im ersten Teil des Versuches alle in die Ohrvene, im zweiten Teil wurde die Jodlösung in die Ohrvene, die Adrenalinlösung in die Vena jugularis gegeben; dabei zeigte sich, daß die Injektionen von Adrenalin wirksamer waren, wenn sie in die zentralere Vene erfolgten, wenn sie also schneller in den Kreislauf einbrachen. So war vor jeder Jodgabe der Erfolg von Adrenalin einmal von nur minimalem Erfolg, wenn die Injektion in die Ohrvene erfolgte. Auch nach der Jodgabe erwies sich 0,002 und 0,004 mg Adrenalin, in die Ohrvene, recht wenig wirksam. Es scheint dabei, daß die Anzahl Kubikzentimeter

Flüssigkeit, in welcher die Adrenalinmenge gelöst ist, von großer Bedeutung ist, indem bei größerer Flüssigkeitsmenge auch ein besseres und schnelleres Eindringen in den Kreislauf garantiert wird. Ich habe daher immer die Anzahl von Kubikzentimetern notiert, die die betreffende Menge Adrenalin enthielten, damit man diesen Punkt an Hand der Protokolle verfolgen kann. Im zweiten Teil des Versuches, in welchem Jod und Adrenalin an getrennten Stellen injiziert wurden, erwies sich 0,001 mg immer stark wirksam; also im Kreislauf selbst hat niemals eine Abschwächung der Adrenalinwirksamkeit durch das vorhergegebene Jod stattgefunden.

Versuch 4.

Auch hier wurden die beiden Lösungen in verschiedene Venen injiziert. Es blieb trotz der Jodgabe die kleine Menge von 0,0005 mg Adrenalin in allen Fällen deutlich wirksam.

Aus diesen Versuchen geht wohl mit Sicherheit hervor, daß von einem Unwirksamwerden einer Adrenalininjektion durch eine vorherige Jodgabe nicht gesprochen werden kann. Nur einmal von 45 Injektionen blieb der Erfolg der Adrenalinzufuhr aus; dabei wurde die Adrenalinmenge in 1 cem Flüssigkeit gelöst in dieselbe Ohrvene gegeben wie die Jodlösung, und zwar bei einem Tier, bei welchem auch vor der Jodzufuhr die gleichen Adrenalinmengen sich als schwach wirksam erwiesen. Vermeidet man das lokale Zusammentreffen der beiden Lösungen, so ist eine Abschwächung oder ein Unwirksamwerden der der Jodgabe folgenden Adrenalininjektionen nicht zu beobachten. Auch wenn man Adrenalin in Form eines Einlaufes mit konstanter Geschwindigkeit gibt, wird die Wirkung des Adrenalins nicht durch vorherige oder gleichzeitige Jodgaben beeinflusst. Man kann also aus diesen Versuchen schließen, daß im zirkulierenden Blut eine Jod-Adrenalinbindung nicht stattfindet. Offenbar wird das Jod so schnell von anderen Bestandteilen des Blutes mit Beschlag belegt, daß für die Reaktion mit Adrenalin nichts übrig bleibt; oder die Affinität anderer Blutbestandteile zum Jod ist größer als die des Adrenalins zum Jod.

Jodnatrium und Adrenalin hinsichtlich des Blutdruckes.

Aus den oben angeführten Gründen habe ich noch eine Reihe von Versuchen unternommen, in denen die Wirksamkeit des Adrenalins nach Gaben von Jodnatrium geprüft wurden. Ich habe diese Versuche auch deswegen angeschlossen, um im zirkulierenden Blute größerer Mengen Jodsatz während der Adrenalininjektion sicher zu sein, da sich herausgestellt hatte, daß vielleicht durch das Injizieren von freiem Jod durch Gerinnelbildung ein lokales Festlegen auch

der Jodsalzlösung stattfinden könnte, die ja immer als Lösungsmittel für das Jod gedient hatte. Weil es sich bei der Zufuhr von Jodsalzen immer um eine Abspaltung von Jod handeln müßte, da eine Jodsalzlösung ohne freies Jod die Rotfärbung mit Adrenalin nicht gibt, habe ich auch längere Zeit nach der Jodnatriumeingabe verstreichen lassen und ab und zu die Wirksamkeit von Adrenalin geprüft. Ferner wurde nach 4tägiger innerer Jodnatriumzufuhr ein analoger Versuch angestellt.

Versuch 5.

Sofort wie auch nach 2 Stunden nach der Injektion von 1 g Jodnatrium erwies sich 0,005 mg Adrenalin wirksam.

Versuch 6.

Die kleine Dosis von 0,0005 mg war vor und nach der Jodsalzinjektion von einer Steigerung des Blutdruckes gefolgt. Während eines Dauerlaufes von Adrenalinlösung setzt eine Jodsalzgabe nur während der Injektion wie beim normalen Tier den Blutdruck etwas herab, der sich sofort wieder auf die alte Höhe hebt.

Versuch 7.

Bei einem Hund verlief ein Einlauf von Adrenalinlösung vor und nach 2 g Jodnatrium in gleicher Weise.

Versuch 8.

Hier wurden am selben Tier zehn Einläufe von Adrenalinlösung in genau der gleichen Weise vorgenommen, und zwar so, daß auf einem großen Schleifenkymographion immer zwei Einläufe hintereinander verzeichnet wurden, die folgenden dann darüber, so daß jedesmal die Zeiten des Anfangs und Schlusses des Einlaufes genau übereinander fielen. Einmal wurde während eines Einlaufes, dann auch zwischen zweien Jodsalz gegeben. Aus dem Protokoll, noch besser aber aus der Kurve, geht die absolute Gleichheit des Verlaufes, des Anstiegs, der Dauer und des Abfalls der Blutdrucksteigerung deutlich hervor, so daß also die Jodgaben das Bild der mit so großer Regelmäßigkeit verlaufenden Erhöhung des Blutdruckes durch einen Adrenalineinlauf (Kretschmer) nicht veränderten.

Versuch 9.

Auch in diesem Versuch beeinflußte weder die vorherige Jodsalzgabe noch die gleichzeitige den Erfolg eines Einlaufes von Adrenalin.

Versuch 10.

Wenn man die Jodsalzgabe ebenfalls in Form eines Einlaufes gibt, und nun nicht die Jodsalzinjektion auf den Adrenalineinlauf, sondern den jetzt kürzer dauernden Adrenalineinlauf auf den länger dauernden Jodsalz-

einlauf darauf setzt, so bleibt die blutdrucksteigernde Wirkung des Adrenalins wie normal erhalten, und auch der Anstieg des Blutdruckes wird nicht verzögert.

Versuch 11.

Vier Tage vor dem Versuch hatte das Tier je 1 g NaJ innerlich erhalten und kurz vorher noch eine solche Gabe. Trotzdem verlief ein zweimaliger Einlauf von Adrenalinlösung in durchaus typischer Weise.

Immer also erwies sich Adrenalin nach Jodnatriumzufuhr wirksam, und zwar in quantitativ gleicher Weise wie vor der Jodsalzgabe oder wie am normalen Tier. Auch durch Variieren der Versuchsbedingungen — Vergleich der Wirkung der Adrenalininjektion vor und nach der Jodsalzzufuhr, Vergleich des Verlaufes eines Adrenalineinlaufes vor und nach einer Jodsalzgabe, Einfluß der Jodsalinjektion während eines Adrenalineinlaufes, Einfluß eines Adrenalineinlaufes während eines Dauereinlaufes von Jodnatrium, Beobachtung der Wirkung eines Adrenalineinlaufes am Hund nach Jodnatrium, Beobachtung der Adrenalinwirkung nach 4 Tage langer Jodnatriumzufuhr — konnte ein Einfluß der Jodsalzzufuhr auf die Wirksamkeit des Adrenalins nicht konstatiert werden.

Ebenso wie durch Jodzufuhr das Adrenalin nicht unwirksam wird, hat auch Jodnatrium einen Einfluß auf die Adrenalinwirkung nicht.

Vielleicht ist es von Wichtigkeit, zu erwähnen, daß diese Protokolle nicht ein Auszug aus den angestellten Versuchen, sondern in lückenloser Folge wiedergegeben sind, weil nur so der Leser sich ein Bild von einer etwaigen Gesetzmäßigkeit machen kann. Nur ein Versuch mit Injektion von Jodkalilösung, welcher der Kaliwirkung wegen aus anderen Gründen vorgenommen wurde, konnte wohl in Wegfall kommen.

Jod und subkutane Adrenalingaben hinsichtlich der Glykosurie.

Wegen der verschiedenen Resorptionsbedingungen wurde die glykosurische Wirkung von subkutan gegebenem Adrenalin nach innerlicher Einführung von Jod-Jodnatriumlösung geprüft. In einem quantitativ durchgeführten Versuch erhielt das Tier erst Jod-Jodnatrium, dann Adrenalin; darauf wurde die Zuckerausscheidung nach Kochsalzlösung innerlich und Adrenalin subkutan untersucht. Sie war das zweite Mal geringer, offenbar wegen des geringeren Vorrats. Jedenfalls hebt eine vorherige Jodgabe die zuckertreibende Wirkung des Adrenalins nicht auf. Drei andere Versuche, in welchen nur qualitativ die Zuckerausscheidung verfolgt wurde, verliefen ebenso: trotz der vorherigen Jodgabe war die subkutane Adrenalininjektion von Zuckerausscheidung gefolgt.

Jodnatrium und Adrenalin hinsichtlich der pupillen- erweiternden Wirkung am Froschauge.

Die Pupillen von Froschaugen erweiterten sich in derselben Weise, ob die Frösche vorher Jodnatrium erhalten hatten oder nicht. $\frac{1}{2}$ Stunde nach einer Jodnatriuminjektion in den Rückenlymphsack wurden drei Frösche getötet und die Bulbi in Adrenalinlösungen gelegt: die mit Jod vorbehandelten Pupillen erweiterten sich in derselben Adrenalin-konzentration als die Pupillen der Kontrollfrösche.

Gleichkonzentrierte Adrenalinlösungen wurden das eine Mal mit 0,6%iger Kochsalzlösung, das andere Mal mit 2%iger Jodnatrium-lösung hergestellt und die Bulbi von Fröschen in diese Lösungen gebracht: in den Lösungen der beiden Salze erweiterten sich die Pupillen in ganz gleicher Weise, was Intensität und Zeit betrifft.

Also heben Jodsalze die pupillenerweiternde Eigenschaft der Adrenalinlösungen nicht auf.

In welcher Konzentration hebt Jod die Wirksamkeit des Adrenalins im Serum auf?

Wie schon oben erwähnt, scheint es, als ob andere Blutbestandteile das injizierte Jod mit Beschlag belegen, so daß für die Zerstörung des Adrenalins nichts mehr übrig bleibt. Da einerseits eine Adrenalinlösung durch Jodzusatz unwirksam wird, andererseits im kreisenden Blut eine solche Zerstörung sich nicht hat nachweisen lassen, so muß es gelingen, in vitro so viel Jod zu einer Lösung von Adrenalin in Serum zuzusetzen, daß trotz Bindung desselben an Serumbestandteile noch ein Überschuß für die Adrenalinzerstörung übrigbleibt. Ich verwendete zu diesem Versuch Adrenalinlösung 1:100000, in welche ich Froschbulbi brachte. Zunächst erwies sich ein Zusatz von Jod zu einer wässrigen Adrenalinlösung als wirksam, indem die pupillenerweiternde Eigenschaft des Adrenalins aufgehoben wurde. In Serum dagegen waren recht erhebliche Mengen von Jod erforderlich, um die Wirksamkeit des Adrenalins zu hemmen. So genügte ein Zusatz von 0,2 ccm 0,5%igem Jod zu 10 ccm Serum nicht, um das Adrenalin zu zerstören; dies würde etwa bei 100 ccm Blut des Kaninchens einer Menge injiziertem Jod von 10 ccm 0,1%iger Jod-lösung entsprechen. Erst ein Zusatz von zwei Tropfen 5%iger Jod-

lösung zu 7,5 ccm Serum-Adrenalinlösung hob die Wirkung des Adrenalins auf, aber vielleicht noch nicht völlig. Dies würde auf 100 ccm Blut einer Menge von 66 ccm 0,1%iger Jodlösung entsprechen, die gegeben werden müßte, um das Adrenalin zu zerstören. Nach diesen Versuchen liegen also die Jodmengen, welche auch im Serum eine Adrenalinzerstörung zustande brächten, noch höher als die von mir angewandten Mengen, die schon recht erheblich über medikamentöse Dosen hinausgreifen.

Also würde eine Zerstörung des Adrenalins im zirkulierenden Blut erst durch ganz enorme Jodmengen zu erreichen sein.

Es hebt also die Zufuhr von Jod und Jodsalzen bei vielfacher Modifikation der Versuchsanordnung die Wirksamkeit von Adrenalin nicht auf. Man muß daher von der Ansicht, Jod wirke durch Zerstörung des Adrenalins, Abstand nehmen. Daß Jod in irgendeiner Weise in das Getriebe der Drüsen mit innerer Sekretion eingreift, ist wahrscheinlich, entweder durch Beeinflussung der Schilddrüse oder der Nebennieren selbst (Venulet und Dmitrowsky 5); aber die Erscheinungen, die wir nach Jodzufuhr auftreten sehen, sind doch keineswegs so durchsichtig, daß wir sie auf Mehrleistung oder Ausfall einer bestimmten Drüsenfunktion zurückführen könnten. Zu einer Zerstörung des Adrenalins im Serum kommt es erst bei so hohen Konzentrationen an Jod, daß sie therapeutisch nicht in Betracht kommen.

Zusammenfassung.

Es hat sich also experimentell eine Jod-Adrenalinbindung, kenntlich am Unwirksamwerden einer sonst wirksamen Adrenalinmenge — auf Blutdruck, Glykosurie oder Froschpupille —, nach Zufuhr von Jod oder Jodsalzen nicht nachweisen lassen. Jod kann also nicht durch Adrenalinzerstörung wirken.

Die Unterfrage, ob sich eine Jodabspaltung aus Jodsalzen etwa an der Bindung des Adrenalins im Körperkreislauf zeigt und nachweisen läßt, erledigt sich dahin, daß die Methode zum Nachweis freien Jodes nicht geeignet ist, da selbst freies Jod im Kreislauf das Adrenalin nicht bindet.

Im Serum wird erst durch hohe Jodkonzentrationen das Adrenalin zerstört.

Versuch 1.

Kaninchen, ♀, 1550 g; 2 g Urethan intravenös. Injektionen in die Ohrvene. Einlauf in die Vena jugularis.

Nach Min.	Blutdruck mm Hg	Bemerkungen	Nach Min.	Blutdruck mm Hg	Bemerkungen
0	94		18	82	
$\frac{1}{4}$	93	} 0,005 mg Adrenalin in 5 ccm	19	82	
$\frac{1}{2}$	109		20	82	
$\frac{3}{4}$	99		$21\frac{1}{2}$	84	
1	114		$21\frac{3}{4}$	83	
$1\frac{1}{4}$	108		22	83	Beginn d. Einlaufes: 0,0000066 g Adrenalin pro Min. = 0,4 ccm einer Lösung von 5 mg: 300
$1\frac{1}{2}$	90		$22\frac{1}{4}$	91	
$1\frac{3}{4}$	86		$22\frac{1}{2}$	100	
2	84	} 0,005 mg Adrenalin in 5 ccm	$22\frac{3}{4}$	99	
$2\frac{1}{4}$	104		23	98	
$2\frac{1}{2}$	108		$23\frac{1}{4}$	98	
$2\frac{3}{4}$	102		$23\frac{1}{2}$	98	
3	94		$23\frac{3}{4}$	98	
$3\frac{1}{4}$	88		24	98	Schluß d. Einlaufes
$3\frac{1}{2}$	88		$24\frac{1}{4}$	98	
$3\frac{3}{4}$	82		$24\frac{1}{2}$	84	
4	86		$24\frac{3}{4}$	81	
$4\frac{1}{4}$	94	} 5 ccm 1% NaJ und 0,1% J	25	80	
$4\frac{1}{2}$	96		$25\frac{1}{4}$	77	
$4\frac{3}{4}$	96		$25\frac{1}{2}$	76	
5	91		$25\frac{3}{4}$	74	
$5\frac{1}{4}$	89		26	72	
$5\frac{1}{2}$	92		$26\frac{1}{4}$	76	
$5\frac{3}{4}$	92		$26\frac{1}{2}$	76	Beginn d. Einlaufes: 0,0000066 g Adrenalin pro Min. = 0,4 ccm einer Lösung von 5 mg: 300
6	96	} 0,005 mg Adrenalin in 5 ccm	$26\frac{3}{4}$	90	
$6\frac{1}{4}$	104		27	90	
$6\frac{1}{2}$	106		$27\frac{1}{4}$	92	
$6\frac{3}{4}$	106		$27\frac{1}{2}$	96	
7	100		$27\frac{3}{4}$	96	
$7\frac{1}{4}$	94		28	96	} 5 ccm 0,1% J und 1% JNa in die Ohrvene
$7\frac{1}{2}$	88		$28\frac{1}{4}$	96	
$7\frac{3}{4}$	84		$28\frac{1}{2}$	96	
8	84	} 0,005 mg Adrenalin in 5 ccm	$28\frac{3}{4}$	93	
$8\frac{1}{4}$	104		29	95	Schluß d. Einlaufes
$8\frac{1}{2}$	104		$29\frac{1}{4}$	95	
$8\frac{3}{4}$	96		$29\frac{1}{2}$	81	
9	82		$29\frac{3}{4}$	74	
$9\frac{1}{4}$	82		30	71	
$9\frac{1}{2}$	86		$30\frac{1}{4}$	68	
$9\frac{3}{4}$	86		$30\frac{1}{2}$	67	
10	86		$30\frac{3}{4}$	69	

Fortsetzung von Versuch 1.

Nach Min.	Blutdruck mm Hg	Bemerkungen	Nach Min.	Blutdruck mm Hg	Bemerkungen
31	72		38 ¹ / ₄	68	
33	66		38 ¹ / ₂	62	
33 ¹ / ₄	66		38 ³ / ₄	62	
33 ¹ / ₂	64	0,005 mg Adrenalin in 5 ccm	39	62	0,001 mg Adrenalin in 1 ccm
33 ³ / ₄	64		39 ¹ / ₆	80	
34	96		39 ¹ / ₄	70	
34 ¹ / ₄	90		39 ¹ / ₂	63	
34 ¹ / ₂	81		39 ³ / ₄	60	
34 ³ / ₄	70		40	50	
35	62		40 ¹ / ₄	52	5 ccm 0,1% J und 1% JNa
35 ¹ / ₄	60		40 ¹ / ₂	58	
35 ¹ / ₂	54		40 ³ / ₄	62	
35 ³ / ₄	58		41	59	0,001 mg Adrenalin in 1 ccm
36	58		41 ¹ / ₁₀	73	
36 ¹ / ₄	59		41 ¹ / ₄	64	
36 ¹ / ₂	59		41 ¹ / ₂	64	
36 ³ / ₄	58		41 ³ / ₄	66	
37	59		42	66	0,001 mg Adrenalin in 1 ccm
37 ¹ / ₄	60		42 ¹ / ₁₀	79	
37 ¹ / ₂	58	0,005 mg Adrenalin in 5 ccm	42 ¹ / ₄	68	
37 ³ / ₄	84		42 ¹ / ₂	68	
38	76		42 ³ / ₄	67	

Versuch 2.

Kaninchen, ♀, 2150 g; 2,5 g Urethan intravenös. Injektionen in die Ohrvene, Einlauf in die Vena jugularis.

Nach Min.	Blutdruck mm Hg	Bemerkungen	Nach Min.	Blutdruck mm Hg	Bemerkungen
0	104		3 ¹ / ₂	105	
¹ / ₄	104	0,001 mg Adrenalin in 1 ccm	3 ³ / ₄	105	
¹ / ₃	106		4	102	
¹ / ₂	103		4 ¹ / ₄	96	
³ / ₄	103		4 ¹ / ₂	96	
1	103	0,005 mg Adrenalin in 5 ccm	4 ³ / ₄	94	
1 ¹ / ₄	109		5	94	
1 ¹ / ₂	111		5 ¹ / ₄	94	
1 ³ / ₄	112		5 ¹ / ₂	92	
2	110		5 ³ / ₄	92	
2 ¹ / ₄	106		6	92	0,02 mg Adrenalin in 2 ccm
2 ¹ / ₂	102		6 ¹ / ₄	120	
2 ³ / ₄	100		6 ¹ / ₂	119	
3	99	0,005 mg Adrenalin in 5 ccm			
3 ¹ / ₄	105				

Fortsetzung von Versuch 2.

Nach Min.	Blutdruck mm Hg	Bemerkungen	Nach Min.	Blutdruck mm Hg	Bemerkungen
6 ³ / ₄	116		28 ¹ / ₄	112	
7	113		28 ¹ / ₂	106	
7 ¹ / ₄	106		28 ³ / ₄	102	
7 ¹ / ₂	98		29	94	
7 ³ / ₄	94		29 ¹ / ₄	96	
8	86	0,01 mg Adrenalin	29 ¹ / ₂	80	
8 ¹ / ₄	114	in 1 ccm	29 ³ / ₄	77	
8 ¹ / ₂	106		30	74	
8 ³ / ₄	100		31	71	0,01 mg Adrenalin
9	96		31 ¹ / ₄	109	in 1 ccm
9 ¹ / ₄	92		31 ¹ / ₂	104	
9 ¹ / ₂	90		31 ³ / ₄	104	
9 ³ / ₄	85		32	100	
10	85		32 ¹ / ₄	90	
11	82		32 ¹ / ₂	86	
11 ¹ / ₄	81		32 ³ / ₄	76	
11 ¹ / ₂	62	2,5 ccm 1 ⁰ / ₁₀ J und 10 ⁰ / ₁₀ JNa	33	75	
11 ³ / ₄	78		37 ¹ / ₂	77	
12	80		37 ³ / ₄	78	
12 ¹ / ₄	81		38	79	Beginn d. Einlaufes:
12 ¹ / ₂	83		38 ¹ / ₄	84	0,0000066 g Adre-
12 ³ / ₄	86		38 ¹ / ₂	92	nal in pro Min. =
13	86	0,01 mg Adrenalin	38 ³ / ₄	96	0,4 ccm d. Lösung
13 ¹ / ₄	111	in 1 ccm	39	99	5 mg: 300
13 ¹ / ₂	104		39 ¹ / ₄	100	
13 ³ / ₄	100		39 ¹ / ₂	101	
14	97		39 ³ / ₄	93	5 ccm 1 ⁰ / ₁₀ J und 10 ⁰ / ₁₀ JNa
14 ¹ / ₄	92		40	98	
14 ¹ / ₂	88		40 ¹ / ₄	94	
14 ³ / ₄	84		40 ¹ / ₂	100	
15	81		40 ³ / ₄	100	
25	82	0,01 mg Adrenalin	41	100	
25 ¹ / ₄	83	in 1 ccm	41 ¹ / ₄	100	
25 ¹ / ₂	86		41 ¹ / ₂	100	
25 ³ / ₄	84		41 ³ / ₄	99	
26	86	0,01 mg Adrenalin	42	99	Schluß d. Einlaufes
26 ¹ / ₄	86	in 1 ccm	42 ¹ / ₄	96	
26 ¹ / ₂	86		42 ¹ / ₂	84	
26 ³ / ₄	86		42 ³ / ₄	79	
27	86	0,03 mg Adrenalin	43	75	
27 ¹ / ₄	112	in 3 ccm	43 ¹ / ₄	72	
27 ¹ / ₂	118		43 ¹ / ₂	72	
27 ³ / ₄	117		43 ³ / ₄	70	
28	114		44	70	

Versuch 3.

Kaninchen, ♂, 2600 g; 3 g Urethan intravenös. Im ersten Teil des Versuches alle Injektionen in dieselbe Ohrvene, im zweiten Teil die Jodlösung in die Ohrvene, die Adrenalinlösung in die Vena jugularis.

Nach Min.	Blutdruck mm Hg	Bemerkungen	Nach Min.	Blutdruck mm Hg	Bemerkungen
0	132		12 ¹ / ₄	122	
¹ / ₂	134		12 ¹ / ₂	118	
1	130	0,001 mg Adrenalin	12 ³ / ₄	118	0,002 mg Adrenalin
1 ¹ / ₄	142	in 1 ccm in die	13	134	in 1 ccm in die
1 ¹ / ₂	132	Ohrvene	13 ¹ / ₄	125	Ohrvene
1 ³ / ₄	130	0,002 mg Adrenalin	13 ¹ / ₂	116	
2	139	in 2 ccm in die	13 ³ / ₄	102	} 10 ccm 1% J und 2% JNa in die Ohrvene
2 ¹ / ₄	134	Ohrvene	14	116	
2 ¹ / ₂	132		14 ¹ / ₄	111	
2 ³ / ₄	129	0,003 mg Adrenalin	14 ¹ / ₂	112	
3	138	in 3 ccm in die	14 ³ / ₄	124	
8"	130	Ohrvene	15	140	
3 ¹ / ₄	138		15 ¹ / ₄	144	0,002 mg Adrenalin
3 ¹ / ₂	134		15 ¹ / ₂	146	in 1 ccm in die
3 ³ / ₄	132		15 ³ / ₄	146	Ohrvene
4	130		16	140	
4 ¹ / ₄	126	0,004 mg Adrenalin	16 ¹ / ₄	130	0,004 mg Adrenalin
4 ¹ / ₂	119	in 4 ccm in die	16 ¹ / ₂	132	in 2 ccm in die
4 ³ / ₄	131	Ohrvene	16 ³ / ₄	120	Ohrvene
5 ² / ₂ "	122		17	116	0,004 mg Adrenalin
5	128		17 ¹ / ₄	116	in 2 ccm in die
6	116		17 ¹ / ₂	124	Ohrvene
6 ¹ / ₄	122	0,01 mg Adrenalin	17 ³ / ₄	118	
6 ¹ / ₂	138	in 5 ccm in die	18	110	
6 ³ / ₄	154	Ohrvene	18 ¹ / ₄	106	0,002 mg Adrenalin
7	154		18 ¹ / ₂	107	in 1 ccm in die
7 ¹ / ₂	134		18 ³ / ₄	110	Ohrvene
8	120		19	104	
8 ¹ / ₂	112	0,006 mg Adrenalin	19 ¹ / ₂	101	0,002 mg Adrenalin
8 ³ / ₄	146	in 3 ccm in die	19 ³ / ₄	99	in 1 ccm in die
9	146	Ohrvene	20	105	Ohrvene
9 ¹ / ₂	118		20 ¹ / ₄	104	
10	110	0,004 mg Adrenalin	20 ¹ / ₂	103	
10 ¹ / ₄	102	in 2 ccm in die	21	102	
10 ¹ / ₂	138	Ohrvene	21 ¹ / ₂	103	0,002 mg Adrenalin
10 ³ / ₄	122		21 ³ / ₄	101	in 1 ccm in die
11	116		22	108	Ohrvene
11 ¹ / ₂	116		22 ¹ / ₂	103	
11 ³ / ₄	114	0,002 mg Adrenalin	23	103	0,002 mg Adrenalin
12	131	in 1 ccm in die	23 ¹ / ₄	110	in 1 ccm in die
		Ohrvene			Ohrvene

Fortsetzung von Versuch 3.

Nach Min.	Blutdruck mm Hg	Bemerkungen	Nach Min.	Blutdruck mm Hg	Bemerkungen
23 ¹ / ₂	104		36 ³ / ₄	100	0,001 mg Adrenalin
23 ³ / ₄	110		52"	94	in ¹ / ₂ ccm in die
24	108		37	108	Vena jugularis
24 ¹ / ₂	106		37 ¹ / ₂	92	
24 ³ / ₄	108	0,002 mg Adrenalin	38	91	0,001 mg Adrenalin
25	112	in 1 ccm in die	38 ¹ / ₄	98	in ¹ / ₂ ccm in die
25 ¹ / ₄	109	Ohrvene	38 ¹ / ₂	89	Vena jugularis
25 ¹ / ₂	109		39	86	0,001 mg Adrenalin
25 ³ / ₄	109		39 ¹ / ₄	101	in ¹ / ₂ ccm in die
26	111		39 ¹ / ₂	90	Vena jugularis
26 ¹ / ₄	112	0,002 mg Adrenalin	39 ³ / ₄	85	
26 ¹ / ₂	122	in 1 ccm in die	40	89	
26 ³ / ₄	122	Ohrvene	40 ¹ / ₄	85	0,001 mg Adrenalin
27	120		40 ¹ / ₂	100	in ¹ / ₂ ccm in die
27 ¹ / ₄	115		40 ³ / ₄	91	Vena jugularis
27 ¹ / ₂	112		41	90	
27 ³ / ₄	111	0,004 mg Adrenalin	41 ¹ / ₄	86	
28	118	in 2 ccm in die	41 ¹ / ₂	86	} 10 ccm 1% J und 2% JNa in die Ohrvene
28 ¹ / ₄	124	Ohrvene	41 ³ / ₄	76	
28 ¹ / ₂	128		42	65	
29	114		42 ¹ / ₄	74	
30	112		42 ¹ / ₂	88	
31	111	0,002 mg Adrenalin	42 ³ / ₄	90	
31 ¹ / ₄	133	in 1 ccm in die	43	90	0,001 mg Adrenalin
31 ¹ / ₂	128	Vena jugularis	43 ¹ / ₄	88	in ¹ / ₂ ccm in die
31 ³ / ₄	114		43 ¹ / ₂	101	Vena jugularis
32	108		43 ³ / ₄	92	
32 ¹ / ₄	110	0,001 mg Adrenalin	44	88	
32 ¹ / ₂	136	in ¹ / ₂ ccm in die	44 ¹ / ₂	82	
32 ³ / ₄	124	Vena jugularis	45	78	0,001 mg Adrenalin
33	114		5"	65	in ¹ / ₂ ccm in die
33 ¹ / ₄	115		10"	78	Vena jugularis
33 ¹ / ₂	114	} 10 ccm 1% J und 2% JNa in die Ohrvene	45 ¹ / ₂	70	
33 ³ / ₄	86		45 ³ / ₄	67	
34	111		46	68	
34 ¹ / ₄	118		46 ¹ / ₄	65	0,001 mg Adrenalin
34 ¹ / ₂	128		46 ¹ / ₂	72	in ¹ / ₂ ccm in die
34 ³ / ₄	117		46 ³ / ₄	64	Vena jugularis
35	115	0,001 mg Adrenalin	47	60	
35 ¹ / ₄	110	in ¹ / ₂ ccm in die	47 ¹ / ₂	54	0,001 mg Adrenalin
35 ¹ / ₂	138	Vena jugularis	47 ³ / ₄	64	in ¹ / ₂ ccm in die
35 ³ / ₄	106		48	54	Vena jugularis
36	98		48 ¹ / ₂	52	0,002 mg Adrenalin in 1 ccm in die Vena
36 ¹ / ₂	94		48 ³ / ₄	48	jugularis

Fortsetzung von Versuch 3.

Nach Min.	Blutdruck mm Hg	Bemerkungen	Nach Min.	Blutdruck mm Hg	Bemerkungen
49	72		53	49	
49 $\frac{1}{2}$	50		54	48	
50	47		55	49	
50 $\frac{1}{2}$	46		56	47	
50 $\frac{3}{4}$	45	0,001 mg Adrenalin	57	47	0,001 mg Adrenalin
51	56	in $\frac{1}{2}$ ccm in die	57 $\frac{1}{4}$	51	in $\frac{1}{2}$ ccm in die
51 $\frac{1}{4}$	46	Vena jugularis	57 $\frac{1}{2}$	47	Vena jugularis
51 $\frac{1}{2}$	44		57 $\frac{3}{4}$	46	
51 $\frac{3}{4}$	44		58	46	
52	45		59	44	
52 $\frac{1}{2}$	45	0,001 mg Adrenalin			
52 $\frac{3}{4}$	54	in $\frac{1}{2}$ ccm in die			
		Vena jugularis			

Versuch 4.

Kaninchen, ♂, 1500 g; 2 g Urethan in die Ohrvene links. Adrenalin immer in die Vena jugularis rechts. Jodlösung immer in die Ohrvene rechts.

Nach Min.	Blutdruck mm Hg	Bemerkungen	Nach Min.	Blutdruck mm Hg	Bemerkungen
0	115		6 $\frac{1}{2}$	107	
$\frac{1}{2}$	112		6 $\frac{3}{4}$	95	
1	111	0,001 mg Adrenalin	7	88	
3"	104	in 1 ccm	7 $\frac{1}{2}$	81	
6"	135		8	78	0,0005 mg Adrena-
11 $\frac{1}{4}$	124		8 $\frac{1}{4}$	86	lin in $\frac{1}{2}$ ccm
11 $\frac{1}{2}$	118		8 $\frac{1}{2}$	78	
2	113		8 $\frac{3}{4}$	72	
2 $\frac{1}{2}$	112	0,0005 mg Adrena-	9	72	
36"	109	lin in $\frac{1}{2}$ ccm	9 $\frac{1}{4}$	73	0,0005 ccm Adrena-
23 $\frac{1}{4}$	134		9 $\frac{1}{2}$	83	lin in $\frac{1}{2}$ ccm
3	115		9 $\frac{3}{4}$	74	
3 $\frac{1}{2}$	113		10	70	
3 $\frac{3}{4}$	114	0,0005 mg Adrena-	10 $\frac{1}{4}$	68	
50"	135	lin in $\frac{1}{2}$ ccm	10 $\frac{1}{2}$	68	0,0005 mg Adrena-
4	115		10 $\frac{3}{4}$	73	lin in $\frac{1}{2}$ ccm
4 $\frac{1}{2}$	112		11	71	
4 $\frac{3}{4}$	108		11 $\frac{1}{4}$	70	
5	92		11 $\frac{1}{2}$	70	
5 $\frac{1}{4}$	90	} 5 ccm 1 $\frac{0}{10}$ J und 2 $\frac{0}{10}$ JNa	11 $\frac{3}{4}$	69	
5 $\frac{1}{2}$	86		12	69	
5 $\frac{3}{4}$	80		12 $\frac{1}{4}$	68	0,0005 mg Adrena-
6	91		12 $\frac{1}{2}$	80	lin in $\frac{1}{2}$ ccm
6 $\frac{1}{4}$	92	0,0005 mg Adrena-	12 $\frac{3}{4}$	73	
		lin in $\frac{1}{2}$ ccm			

Fortsetzung von Versuch 4.

Nach Min.	Blutdruck mm Hg	Bemerkungen	Nach Min.	Blutdruck mm Hg	Bemerkungen
13	72	5 ccm 10% J und 2% JNa	17 $\frac{1}{2}$	70	0,0005 mg Adrenalin in $\frac{1}{2}$ ccm
13 $\frac{1}{4}$	72		17 $\frac{3}{4}$	68	
13 $\frac{1}{2}$	67		18	68	
13 $\frac{3}{4}$	62		18 $\frac{1}{4}$	66	
14	74	0,0005 mg Adrenalin in $\frac{1}{2}$ ccm	18 $\frac{1}{2}$	66	Dyspnoe
14 $\frac{1}{4}$	79		18 $\frac{3}{4}$	80	
14 $\frac{1}{2}$	94		19	73	
14 $\frac{3}{4}$	88		19 $\frac{1}{4}$	80	
15	83	0,0005 mg Adrenalin in $\frac{1}{2}$ ccm	19 $\frac{1}{2}$	78	Tracheotomie
15 $\frac{1}{4}$	80		19 $\frac{3}{4}$	85	
15 $\frac{1}{2}$	78		20	82	
15 $\frac{3}{4}$	70		20 $\frac{1}{4}$	82	
16	82	0,0005 mg Adrenalin in $\frac{1}{2}$ ccm	20 $\frac{1}{2}$	75	Lungenödem Drucksenkung, Tod um 21 $\frac{3}{4}$ Min.
16 $\frac{1}{4}$	75		20 $\frac{3}{4}$	72	
16 $\frac{1}{2}$	70		21	80	
16 $\frac{3}{4}$	65		21 $\frac{1}{4}$	75	
17	64	0,0005 mg Adrenalin in $\frac{1}{2}$ ccm	21 $\frac{1}{2}$	53	
17 $\frac{1}{4}$	77				

Versuch 5.

Kaninchen, ♀, 2000 g; 3 g Urethan intravenös. Alle Injektionen in die Ohrvene.

Nach Min.	Blutdruck mm Hg	Bemerkungen	Nach Min.	Blutdruck mm Hg	Bemerkungen
0	120	0,005 mg Adrenalin	20	108	0,005 mg Adrenalin
25"	153		25"	150	
50"	116		50"	132	
5	126	0,005 mg Adrenalin	21 $\frac{1}{4}$	116	0,005 mg Adrenalin
25"	150		70"10"	112	
50"	126		25"	145	
10	114	10 ccm 10% JNa	50"	120	0,005 mg Adrenalin
25"	114		71 $\frac{1}{4}$	104	
50"	128		100	116	
11 $\frac{1}{4}$	121	0,005 mg Adrenalin	10"	130	0,005 mg Adrenalin
40"	122		35"	122	
15	120		130	116	
25"	146		25"	146	
50"	124		50"	120	
16 $\frac{1}{4}$	124				

Versuch 6.

Kaninchen, ♂, 1500 g; 2 g Urethan intravenös. Einlauf in die rechte, Injektionen in die linke Vena jugularis.

Nach Min.	Blutdruck mm Hg	Bemerkungen	Nach Min.	Blutdruck mm Hg	Bemerkungen
0	116	0,0005 mg Adrena-	60 ¹ / ₄	103	
¹ / ₄	123	lin in 5 ccm	60 ¹ / ₂	111	
¹ / ₂	124		61	121	
³ / ₄	120		62	119	
1	117		63	112	
5	114		64	110	
5 ¹ / ₄	114	0,0005 mg Adrena-	64 ¹ / ₄	109	} 5 ccm 10% JNa während des Einlaufes
23"	122	lin in 5 ccm	64 ¹ / ₂	86	
5 ¹ / ₂	122		64 ³ / ₄	66	
7	104	} 5 ccm 10% JNa	65	86	
7 ¹ / ₄	96		65 ¹ / ₄	74	} 5 ccm 10% JNa während des Einlaufes
7 ¹ / ₂	106		65 ¹ / ₂	58	
7 ³ / ₄	124		65 ³ / ₄	96	
8	116		66	106	
8 ¹ / ₄	111	} 5 ccm 10% JNa	67	122	
8 ¹ / ₂	114		68	122	
8 ³ / ₄	105		69	123	
9	106		69 ¹ / ₄	122	} 5 ccm 10% JNa während des Einlaufes
12	81		69 ¹ / ₂	102	
12 ¹ / ₄	78	0,0005 mg Adrena-	69 ³ / ₄	72	
25"	83	lin in 5 ccm	70	112	
12 ¹ / ₂	80		70 ¹ / ₄	114	
12 ³ / ₄	79		70 ¹ / ₂	114	
15	64	0,0005 mg Adrena-	71	120	
2"	58	lin in 5 ccm	72	120	Schluß d. Einlaufes
15 ¹ / ₄	70		72 ¹ / ₄	115	
15 ³ / ₄	71		72 ¹ / ₂	104	
55	63		73	74	
57	80		74	83	
58	80		75	85	
59	84		75 ¹ / ₄	80	} 5 ccm 10% JNa
60	82	Beginn d. Einlaufes von Adrenalinlö- sung: 0,005 mg pro Min. = 3,6 ccm 0,00166% in 12 Min.	75 ¹ / ₂	67	
			75 ³ / ₄	52	
			76	71	
			77	92	

Versuch 7.

Hund, ♂, 9500 g; Morphin-Äther. Vagotomie beiderseits.

Nach Min.	Blutdruck mm Hg	Bemerkungen	Nach Min.	Blutdruck mm Hg	Bemerkungen
0	164		9 ¹ / ₄	170	
1 ¹ / ₂	164		9 ¹ / ₂	170	
3 ¹ / ₄	166		9 ³ / ₄	216	Sensibler Reiz, Skrotum, Faradischer Strom, Roll.-Abst. 0
1	180	Einlauf von Adrenalinlösung. 0,3 ccm 0,008 ⁰ / ₀ pro Minute = 0,024 mg pro Minute	11 ¹ / ₂	162	Einlauf von Adrenalinlösung. 0,3 ccm 0,008 ⁰ / ₀ pro Minute = 0,024 mg pro Minute
1 ¹ / ₄	208		11 ³ / ₄	180	
1 ¹ / ₂	210		12	172	
1 ³ / ₄	210		12 ¹ / ₄	178	
2	210		12 ¹ / ₂	196	
2 ¹ / ₄	210		12 ³ / ₄	218	
2 ¹ / ₂	210		13	218	
2 ³ / ₄	210		13 ¹ / ₄	218	
3	184		13 ¹ / ₂	220	
3 ¹ / ₄	176		13 ³ / ₄	200	
3 ¹ / ₂	172		14	178	
3 ³ / ₄	164		14 ¹ / ₄	164	
4	160		14 ¹ / ₂	166	
4 ¹ / ₄	164		14 ³ / ₄	162	
4 ¹ / ₂	160		15	160	
4 ³ / ₄	160		15 ¹ / ₄	162	
5	166		15 ¹ / ₂	162	
7		20 ccm 10 ⁰ / ₀ NaJ in d. Vena jugularis	15 ³ / ₄	162	
9	170				

Versuch 8.

Kaninchen, 2000 g; 3 g Urethan intravenös.

Nach Min.	Blutdruck mm Hg	Bemerkungen	Nach Min.	Blutdruck mm Hg	Bemerkungen
0	92		3 ¹ / ₄	94	
1 ¹ / ₄		Einlauf von Adrenalinlösung. 0,3 ccm 0,00166 ⁰ / ₀ pro Minute = 0,005 mg pro Minute	3 ¹ / ₂	92	Einlauf von Adrenalinlösung. 0,3 ccm 0,00166 ⁰ / ₀ pro Minute = 0,005 mg pro Minute
1 ¹ / ₂	92		3 ³ / ₄	100	
3 ¹ / ₄	108		4	110	
1	120		4 ¹ / ₄	122	
1 ¹ / ₄	124		4 ³ / ₄	128	
1 ¹ / ₂	130		5	134	
1 ³ / ₄	134		5 ¹ / ₄	136	
2	134		5 ¹ / ₂	138	
2 ¹ / ₄	134		5 ³ / ₄	138	
2 ¹ / ₂	114		6	134	
3	98		6 ¹ / ₄	108	

Fortsetzung von Versuch 8.

Nach Min.	Blutdruck mm Hg	Bemerkungen	Nach Min.	Blutdruck mm Hg	Bemerkungen
6 $\frac{1}{2}$	92		73	106	
6 $\frac{3}{4}$	88		73 $\frac{1}{4}$	102	
7	80		73 $\frac{1}{2}$	98	
59	80		73 $\frac{3}{4}$	96	
59 $\frac{1}{4}$			74	107	
59 $\frac{1}{2}$	92	Einlauf von Adrenalinlösung: 0,3 ccm 0,00166% pro Min. = 0,005 mg pro Min.	74 $\frac{1}{4}$	117	Einlauf von Adrenalinlösung: 0,3 ccm 0,00166% pro Min. = 0,005 mg pro Min.
59 $\frac{3}{4}$	92		74 $\frac{3}{4}$	124	
60	100		75	126	
60 $\frac{1}{4}$	108		75 $\frac{1}{4}$	130	
60 $\frac{1}{2}$	116		75 $\frac{1}{2}$	130	
60 $\frac{3}{4}$	116		75 $\frac{3}{4}$	130	
61	122		76	132	
61 $\frac{1}{4}$	116		76 $\frac{1}{4}$	124	
61 $\frac{1}{2}$	94		76 $\frac{1}{2}$	108	
61 $\frac{3}{4}$	86		76 $\frac{3}{4}$	94	
62	84		77	84	
62 $\frac{1}{4}$	84		80		5 ccm 10% NaJ in die Ohrvene
62 $\frac{1}{2}$	82		81	95	
62 $\frac{3}{4}$	80		81 $\frac{1}{4}$		
63	98	Einlauf von Adrenalinlösung: 0,3 ccm 0,00166% pro Min. = 0,005 mg pro Min.	81 $\frac{1}{2}$	100	Einlauf von Adrenalinlösung: 0,3 ccm 0,00166% pro Min. = 0,005 mg pro Min.
63 $\frac{1}{4}$	106		81 $\frac{3}{4}$	110	
63 $\frac{1}{2}$	112		82	120	
64	118		82 $\frac{1}{4}$	125	
64 $\frac{1}{4}$	122		82 $\frac{1}{2}$	128	
64 $\frac{1}{2}$	124		82 $\frac{3}{4}$	132	
64 $\frac{3}{4}$	124		83	132	
65	120		83 $\frac{1}{4}$	128	
65 $\frac{1}{4}$	96		83 $\frac{1}{2}$	127	
65 $\frac{1}{2}$	80		83 $\frac{3}{4}$	116	
65 $\frac{3}{4}$	83		84	102	
66	76		84 $\frac{1}{4}$	90	
70	89		84 $\frac{1}{2}$	81	
70 $\frac{1}{4}$		Einlauf von Adrenalinlösung: 0,3 ccm 0,00166% pro Min. = 0,005 mg pro Min. Außerdem 5 ccm 10 % NaJ in die Ohrvene	84 $\frac{3}{4}$	94	Einlauf von Adrenalinlösung: 0,3 ccm 0,00166% pro Min. = 0,005 mg pro Min.
70 $\frac{1}{2}$	84		85	114	
70 $\frac{3}{4}$	93		85 $\frac{1}{4}$	122	
71	90		85 $\frac{3}{4}$	128	
71 $\frac{1}{4}$	106		86	128	
71 $\frac{1}{2}$	116		86 $\frac{1}{4}$	132	
71 $\frac{3}{4}$	124		86 $\frac{1}{2}$	132	
72	120		86 $\frac{3}{4}$	133	
72 $\frac{1}{4}$	124		87	124	
72 $\frac{1}{2}$	128		87 $\frac{1}{4}$	124	
72 $\frac{3}{4}$	120		87 $\frac{1}{2}$	102	

Fortsetzung von Versuch 8.

Nach Min.	Blutdruck mm Hg	Bemerkungen	Nach Min.	Blutdruck mm Hg	Bemerkungen
87 ³ / ₄	92	Einlauf von Adrenalinlös. 0,3 cem 0,00166% pro Minute = 0,005 mg pro Minute	143 ¹ / ₄	90	Einlauf von Adrenalinlös. 0,3 cem 0,00166% pro Minute = 0,005 mg pro Minute
88	82		143 ¹ / ₂	90	
140	96		143 ³ / ₄	86	
140 ¹ / ₄	94		144	96	
140 ¹ / ₂			144 ¹ / ₄	107	
440 ³ / ₄	100		144 ³ / ₄	116	
141	107		145	113	
141 ¹ / ₄	117		145 ¹ / ₄	120	
141 ¹ / ₂	120		145 ¹ / ₂	122	
141 ³ / ₄	124		145 ³ / ₄	117	
142	124		146	111	
142 ¹ / ₄	124		146 ¹ / ₄	98	
142 ¹ / ₂	104		146 ¹ / ₂	88	
142 ³ / ₄	96		146 ³ / ₄	90	
143	86		147	88	

Versuch 9.

Kaninchen, ♂; 3 g Urethan intravenös.

Nach Min.	Blutdruck mm Hg	Bemerkungen	Nach Min	Blutdruck mm Hg	Bemerkungen
¹ / ₂	115	5 ccm 10% NaJ in die Ohrvene	6 ¹ / ₄	133	5 ccm 10% NaJ in die Ohrvene
1	118		6 ¹ / ₂	138	
1 ¹ / ₂	114		6 ³ / ₄	136	
2	114		7	132	
2 ¹ / ₄	114		8	139	
2 ¹ / ₂	114	Beginn d. Einlaufes von Adrenalinlösung. 0,3 ccm 0,00166% pro Min.=0,005 mg pro Minute	8 ¹ / ₄	137	
2 ³ / ₄	114		8 ¹ / ₂	122	
3	112		8 ³ / ₄	125	
3 ¹ / ₄	124		9	132	
3 ¹ / ₂	139		9 ¹ / ₄	128	
3 ³ / ₄	143		9 ¹ / ₂	130	
4	144		9 ³ / ₄	137	
4 ¹ / ₄	144		10	137	Schluß d. Einlaufes der Adrenalinlösung
4 ¹ / ₂	139		10 ¹ / ₄	137	
4 ³ / ₄	139		10 ¹ / ₂	110	
5	141		10 ³ / ₄	88	
5 ¹ / ₄	142		11	72	
5 ¹ / ₂	141		11 ¹ / ₄	72	
5 ³ / ₄	138		11 ¹ / ₂	68	
6	140				

Versuch 10.

Kaninchen, ♂, 2000 g; 4 g Urethan intravenös.

Nach Min.	Blutdruck mm Hg	In die linke Vena jugularis	In die rechte Vena jugularis
0	124		
1	126		
1 ¹ / ₄	122		
1 ¹ / ₂	128		
1 ³ / ₄	130		
2	130		
2 ¹ / ₄	130		
2 ¹ / ₂	128		
2 ³ / ₄	130		
3	130	5,5 ccm 10% NaJ pro Minute	0,4 ccm 0,00166% = 0,0066 mg Adrenalin pro Minute
3 ¹ / ₄	136		
3 ¹ / ₂	136		
3 ³ / ₄	138		
4	140		
4 ¹ / ₄	143		
4 ¹ / ₂	143		
4 ³ / ₄	140		
5	126		
7	104		
8	106	4,5 ccm 10% NaJ pro Minute	0,4 ccm 0,00166% Adre- nalin = 0,0066 mg pro Minute
8 ¹ / ₄	108		
8 ¹ / ₂	105		
8 ³ / ₄	105		
9	105		
9 ¹ / ₄	133		
9 ¹ / ₂	128		
9 ³ / ₄	132		
10	138		
10 ¹ / ₄	140		
10 ¹ / ₂	134		
10 ³ / ₄	126		
11	120		
11 ¹ / ₄	116		
11 ¹ / ₂	113		
11 ³ / ₄	111		
12	112		
13	124		
14	124		

Versuch 11.

Kaninchen, 2150 g; hat 4 Tage lang je 1,0 g NaJ in 10%iger Lösung innerlich erhalten, kurz vor dem Versuch ebenfalls 1,0 g NaJ innerlich; 1,5 g Urethan intravenös.

Nach Min.	Blutdruck mm Hg	Bemerkungen	Nach Min.	Blutdruck mm Hg	Bemerkungen
0	100	Einlauf von Adrenalinlösung: 0,3 ccm 0,00166 % pro Min. = 0,005 mg pro Min.	6 1/2	90	Einlauf von Adrenalinlösung: 0,3 ccm 0,00166 % pro Min. = 0,005 mg pro Min.
1/4	104		6 3/4	98	
1/2	98		7	104	
3/4	104		7 1/4	113	
1	112		7 1/2	120	
1 1/4	116		7 3/4	118	
1 1/2	118		8	114	
1 3/4	126		8 1/4	114	
2	122		8 1/2	114	
2 1/4	126		8 3/4	104	
2 1/2	134		9	88	
2 3/4	108		9 1/4	84	
3	90		9 1/2	82	
6	88		9 3/4	99	
6 1/4	88		10	88	Sensibler Reiz: Nase, faradischer Strom (R.-A. 0)
			10 1/4	88	

Versuch 12.

Kaninchen, 2500 g; Harn im Käfig aufgefangen. Als Futter Runkeln, Heu, Kleie. Frißt während des Versuches schlecht.

Tag	Zeit	Harn ccm	Zucker % g		Eiweiß	Jod	Bemerkungen
I.	1 h						100 ccm 1% NaJ + 0,1% J innerlich + 3 ccm Adrenalin subkutan (1:1000)
II.	6 h	76	1,2786	1,0485	—		Frißt schlecht, Schnupfen
III.							» » »
IV.							» » »
V.	9 h	185	0,4781	0,8845	—	+ + + (+)	
	1 h	35	—	—	—		
VI.	1 h	35	—	—	—	—	Zusammen: 1,9330 g Zucker
	1 h						100 ccm 0,9% NaCl innerlich + 3 ccm Adrenalin subkutan (1:1000)
VII.	9 h	64	0,3888	0,2488	—		
	6 h	35	—	—			
VIII.	12 h	16	—	—			Zusammen: 0,2488 g Zucker

Versuch 13.

Kaninchen, 1900 g; 10 $\frac{1}{2}$ Uhr 100 cem 2% NaJ + 0,1% J in den Magen; 3 Uhr 2 cem Adrenalin 1:1000 subkutan; 4 Uhr 44 cem Harn, Zucker = —; 5 Uhr 18 cem Harn, Zucker = + +; 6 Uhr 50 cem Harn, Zucker = +.

Versuch 14.

Kaninchen, 2100 g; 11 Uhr 100 cem 2% NaJ + 0,1% J in den Magen; 5 Uhr 2 cem Adrenalin 1:1000 subkutan; lebt am nächsten Morgen noch; 10 Uhr tot; Harn im ganzen 90 cem, Zucker = +.

Versuch 15.

Kaninchen, 1200 g; 12 Uhr 50 cem 1% KJ + 0,6% J in den Magen; 4 Uhr 40 cem blutiger Harn; enteiweißt, Zucker = —; 1,2 cem Adrenalin 1:1000 subkutan; tags darauf tot; 60 cem blutiger Harn; enteiweißt, Zucker = + +.

Versuch 16.

Ein Frosch erhält $\frac{1}{2}$ g NaJ in 10% Lösung in den Rückenlymphsack, ebenso ein zweiter und dritter; letzterer 1 g. Sie werden nach $\frac{1}{2}$ Stunde getötet. Die enukleierten Bulbi kommen in Adrenalinlösung 1:10 Millionen, 1:1 Million und 1:100000, d. h. von jedem Frosch ein Auge in eine dieser Lösungen; das andere Auge jeden Frosches kommt in 0,6%ige NaCl-Lösung zum Vergleich der Pupillenweite. In dieselben Adrenalinlösungen und Kochsalzlösungen kommen die Bulbi von drei normalen Fröschen. Es wird die relative Erweiterung der Pupillen (immer gegen die der anderen Seite, die in Kochsalzlösung liegt), verglichen. Die normalen Augen und die der Jodtiere erweitern sich nach 4 Stunden in der Adrenalinlösung 1:10 Millionen, kaum gegenüber den in Kochsalz liegenden Pupillen der anderen Seite; die in Adrenalinlösung 1:1 Million liegenden sind beide (die Jodpupille und die normale) stark erweitert gegenüber der der anderen Seite in Kochsalzlösung; ebenso die Pupillen in der Lösung 1:100000: beide stark, aber noch nicht maximal erweitert. Es bleiben also die Pupillen der mit Jodnatriumlösung behandelten Frösche in der Erweiterung gegen normale Froschaugen nicht zurück, wenn man sie in Adrenalinlösungen verschiedener Konzentrationen bringt.

Versuch 17.

Froschbulbi kommen in Lösungen von Adrenalin 1:1 Million, die einmal mit 0,6% Kochsalz, das andere Mal mit 2% JNa hergestellt sind. Nach $\frac{1}{4}$ Stunde ist eine Erweiterung in beiden Lösungen kaum bemerkbar, nach $\frac{1}{2}$ Stunde in beiden Lösungen deutliche Erweiterung.

Versuch 18.

Bulbus I eines Frosches wird in Rinderserum, das Adrenalin 1:100000 enthält, gelegt; Bulbus II in die gleiche Lösung + 0,2 cem 0,5%igem Jod (in Jodkali) auf 10 cem Serum. Nach einer $\frac{1}{4}$ Stunde sind beide gleich erweitert, nach einer $\frac{1}{2}$ Stunde sind beide stark erweitert, beide gleich.

Dies würde auf 100 cem Blut 10 cem 0,1% Jod entsprechen. (Diese Konzentration zerstört also das Adrenalin im Serum nicht.)

Versuch 19.

(Kontrolle zu 18.) Bulbus I kommt in Kochsalzlösung mit Adrenalin 1 : 100000, Bulbus II in dieselbe Lösung + 0,1 cem 0,5%igem Jod (in Jodkali) auf 5 cem. Nach einer $\frac{1}{4}$ Stunde Pupille I sehr weit, Pupille II eng; nach einer $\frac{1}{2}$ Stunde Pupille I maximal, Pupille II eng. (Dieselbe Jodkonzentration zerstört also in Kochsalzlösung das Adrenalin.)

Versuch 20.

(Kontrolle zu 18.) Bulbus I wird in Kochsalzlösung ohne Adrenalin gelegt, Bulbus II in Kochsalzlösung mit Adrenalin 1 : 100000 + 0,1 cem 0,5%igem Jod (in Jodkali) auf 5 cem. Nach einer $\frac{1}{4}$ Stunde, einer $\frac{1}{2}$ Stunde und einer ganzen Stunde sind beide Pupillen gleich eng. (Die in Serum nicht wirksame Jodmenge hat in Kochsalzlösung das Adrenalin zerstört.)

Versuch 21.

Bulbus I eines Frosches kommt in Rinderserum mit Adrenalin 1 : 100000, Bulbus II in dieselbe Flüssigkeit + 2 Tropfen 5%iger Jodlösung (in Jodkali) auf 7,5 cem Serum; nach einer $\frac{1}{2}$ Stunde ist Pupille I erweitert, Pupille II eng, vielleicht eine Spur erweitert. Diese Konzentration an Jod entspricht auf 100 cem Blut 66 cem einer 0,1%igen Jodlösung (= Adrenalinzerstörung).

Versuch 22.

Bulbus I wird in Rinderserum mit Adrenalin 1 : 100000 gelegt, Bulbus II in dieselbe Flüssigkeit + 5 Tropfen 5%igem Jod (in Jodkali) auf 5 cem Serum; nach einer $\frac{1}{2}$ Stunde Pupille I stark erweitert, Pupille II eng; nach einer ganzen Stunde Pupille I stark erweitert, Pupille II eng. (Überschuß von Jod ist also auch in Serum zur Adrenalinzerstörung geeignet.)

Versuch 23.

(Kontrolle zu 22.) Bulbus I kommt in Kochsalzlösung ohne Adrenalin, Bulbus II in Kochsalzlösung mit Adrenalin 1 : 100000 + 5 Tropfen 5%igem Jod (in Jodkali). Nach einer $\frac{1}{4}$ Stunde, einer $\frac{1}{2}$ Stunde und einer ganzen Stunde sind beide Pupillen gleich eng. Darauf wird das erste Auge in dieselbe Adrenalinlösung, aber ohne Jodzusatz gebracht; nach einer $\frac{1}{4}$ Stunde ist die Pupille stark, nach einer $\frac{1}{2}$ Stunde maximal erweitert.

Literatur.

1. R. Hoffmann, Die Affinität des Adrenalins zu Jod. Münchener med. Wochenschr. 1909, Nr. 48, S. 2486. — 2. Jod und Blutdruck siehe u. a. Berg, Beiträge zur Pharmakologie des Jods. Arch. f. exper. Path. u. Pharm. Bd. 5, S. 329, 1876; Gumprecht, Die Bedeutung des Jods als Vasomotorenmittel. Verhandlungen des IX. Kongresses für innere Medizin, S. 261; Isaac und van den Velden, Untersuchungen über das Verhalten des Kreislaufes bei Zufuhr jodierter Eiweißkörper. Med.-naturwiss. Arch. Bd. 1, H. 1, S. 105, 1907. — 3. Straub, Über den Mechanismus der Adrenalinglykosurie. Münchn. med. Wochenschr. 1909, Nr. 10, S. 493. — 4. Kretschmer, Dauernde Blutdrucksteigerung durch Adrenalin und über den Wirkungsmechanismus des Adrenalins. Arch. f. exper. Path. u. Pharmakol. Bd. 57, S. 423, 1907. — 5. Venulet und Dmitrowsky, Über das Verhalten der chromaffinen Substanz der Nebennieren beim Hungern und unter dem Einfluß von Jodkali. Arch. f. exper. Path. u. Pharmakol. Bd. 63, S. 460, 1910.