

d-tubocurarine and its methyl ether less, *l*-*N*-methylcurine some, and the other agents investigated none. Only *N*-methylcepharanthine, *N*-methoxyacanthine, and *N*-methyltetrandine had any measurable anticholinergic activity.

Although these various differences in agents are real and measurable in animals, their clinical importance is not so obvious. In the few experiments carried out in man, the differences among compounds were not so great. All the compounds tested produced very transient falls in systolic and diastolic blood pressure of five to ten mm/Hg at the head-drop dose level. Although the *d*-tubocurarine group produced some salivation and the *N*-methoxyacanthine, *N*-methylberbamine, and *N*-methylcepharanthine did not produce any, this difference would be of no importance in agents used as adjuncts to anesthesia. However, if the agents are to be given repeatedly, or in larger doses or to allergic or vasodepressed individuals, the undesired effects apparent in animals may indicate effects that will be encountered in man.

The conversion of a phenolic OH to a methyl ether in the *d*-tubocurarine type molecule always leads to a marked increase in potency (*d*-*O*-methyltubocurarine eight times as active as *d*-tubocurarine, *l*-*O*, *N*-methylcurine four times as active as *l*-*N*-methylcurine, *d*-*O*, *N*-methylchondrodendrine twice as active as the *d*-*N*-methylchondrodendrine). Conversion of the phenolic OH to a methyl ether in the oxyacanthine type molecule leads to a slight decrease in potency. Since the incidence of side-effects remains almost constant in relation to the curariform activity, such conversion must change the attraction of the agent for non-specific structures that are not involved in neuromuscular transmission.

Although many investigations have been concerned with *d*-tubocurarine¹ and a few with the other members of the group I compounds², almost none have been made concerning the group III compounds, and of the group II agents, only *N*-methyltetrandine³ and *N*-methoxyacanthine⁴ have been investigated. All of the other compounds in group II, and those of group III and VI are pharmacologically new.

Zusammenfassung

Die verschiedenen chemisch charakterisierten Alkalioide, die in Menisperazine angetroffen werden, sind auf allfällig nützliche Curarewirkung hin untersucht worden. Bloß diejenigen Verbindungen mit Dibenzyltetrahydroisochinolinstruktur, die zwei Stickstoffatome mit je vier Kovalenzen und eine Elektrovalenz besitzen bzw. in solche Verbindungen umgewandelt werden können, besitzen eine nennenswerte Wirkung.

Die zwanzig wirksamen Verbindungen sind auf ihre Fähigkeit, eine Paralyse der Skelettmuskulatur mit minimalen unerwünschten Nebenwirkungen an Ratten, Kaninchen, Katzen, Hunden und Menschen hervorzu-

rufen, untersucht worden. Die *d*-Tubocuraringruppe, einschließlich die Curarin-Chondrodendrin-Chondrocurin-Abkömmlinge, besitzt die wirksamsten Verbindungen, weist aber zahlreiche unerwünschte Nebenwirkungen auf. Die *N*-Methyldauricin-Gruppe, in welcher zwei Benzylisochinolingeruppen durch bloß eine Ätherbindung statt zwei verbunden sind, hat die diffuseste cholinergische Histaminwirkung. Die Isochondrodendrinabkömmlinge sind nicht sehr wirksam, haben aber unangenehme Nebenwirkungen. Die Oxyacanthingruppe ist insofern interessant, als alle ihre Glieder, obgleich sie identische Grundformeln besitzen, in ihrer Wirksamkeit und ihren Nebenwirkungen sehr verschieden sind: es gibt hochwirksame Substanzen, die, wie *N*-Methylberbamin, fast keine Nebenwirkungen haben; oder *N*-Methoxyacanthin, welches curariform und schwach atropinähnlich ist; oder *N*-Methyltetrandrin, welches nikotin- und muscarinähnlich, aber nur schwach curareähnlich ist. Von den übrigen Gruppen sind die einzige brauchbaren Mitglieder *N*-Methylcepharanthin und *N*-Methyltrilobin, außergewöhnlich, indem sie eine erheblich paralysierende, aber fast keine andere Wirkung zeigen.

Bericht über den internationalen Physikerkongress vom 5. bis 15. September 1949 in Basel und Como

(Schluß)

Beim Durchgang eines sehr schnellen Nukleons durch einen Kern kann dieser zu vielen Teilstücken explodieren; die so entstehenden «Sterne» sind schon vor Jahren mit Hilfe photographischer Emulsionen nachgewiesen worden. Durch die unerhört rasche Entwicklung dieser Technik, die vor einem Jahr in der Herstellung von Platten gipfelte, deren Empfindlichkeitschwelle unterhalb des Ionisationsminimums liegt, ist es möglich geworden, Teilchen aller Energien und Massen (z. B. schnelle Elektronen) als Spuren festzuhalten. Das Arbeiten mit solchen Platten und insbesondere die Identifikation der Spuren stellt aber große technische Probleme (Referat G. P. S. OCCHIALINI und Kurzreferate seiner Brüsseler Schule).

In den neuen Platten beobachtet man, daß viele Sterne neben den dicken Spuren, die von Kerntrümmern und langsamem Mesonen erzeugt sind, auch dünne Spuren aufweisen, die man Teilchen relativistischer Energie zuschreiben muß. Zumindest ein Teil der letzteren sollen Mesonen sein, womit der Anschluß an die bekannten Schauer hergestellt ist. Die Anzahl solcher Spuren pro Stern, ihre Winkelverteilung usw. bilden das Hauptthema der jüngsten Arbeiten (Referate von C. F. POWELL, Bristol, L. LEPRINCE-RINGUET, Paris, u. a.).

Zur Deutung dieser Ereignisse schlagen die Theoretiker zwei Erklärungen vor, die auf entgegengesetzten Standpunkten fußen: 1. in einem Stoß zwischen zwei Nukleonen soll jeweils nur ein Meson erzeugt werden können (HEITLER-JÁNOSSY); 2. bei einem Stoß soll zugleich eine Vielzahl von Mesonen entstehen können (Referat W. HEISENBERG, Göttingen). Es ist auf Grund des heute vorliegenden Experimentalmaterials noch nicht möglich, eine Entscheidung zu fällen.

Die harten Schauer bilden den Gegenstand vieler Untersuchungen mit Zählrohren (Referat L. JÁNOSSY, Dublin) und Wilsonkammern (Referat P. M. S. BLACKETT,

¹ A. R. MCINTYRE, *Curare* (University of Chicago Press, Chicago, 1947). — D. BOVET and F. BOVET-NITTI, *Structure et activité pharmaco-dynamique des médicaments du système nerveux végétatif* (Karger, Bâle, 1948).

² J. D. DUTCHER, I. C. — H. O. J. COLLIER and S. K. PARIS, *Nature* 161, 817 (1948). — O. V. BRAZIL, R. A. SEBA, and J. S. CAMPOS, *Bol. Inst. Vital Brazil* 5, 79 (1945). — D. F. MARSH, C. K. SLEETH, and E. B. TUCKER, I. C.

³ H. M. LEE, A. M. VAN ARENDONK, and K. K. CHEN, *J. Pharmacol. Exp. Therap.* 56, 466 (1936).

⁴ D. F. MARSH, D. A. HERRING, and C. K. SLEETH, *J. Pharmacol. Exp. Therap.* 95, 100 (1949).

Manchester). J. CLAY (Amsterdam) berichtete über die komplexe Strahlung in ausgedehnten Schauern. Das sogenannte τ -Meson, rund 1000mal schwerer als das Elektron, macht in letzter Zeit immer wieder von sich sprechen, doch erscheint es selbst den gleichen Experimentatoren selten zweimal in der gleichen Gestalt. Neue Bestimmungen des Massenspektrums der Mesonen mit Hilfe von Wilsonkammern zeigen wieder Hinweise auf die Existenz von Teilchen dieser Masse (Referat R. B. BRODE, Berkeley). Andererseits brachte eine von FRANZINETTI und ROSENBLUM auf dem Jungfraujoch ausgeführte Arbeit weder eine Bestätigung dieses noch der von ALICHANIAN und Mitarbeitern gefundenen neuen schweren Teilchen.

V. L. TELELDI, ETH., Zürich

Quantenelektrodynamik

Der letzte Tag der internationalen Tagung für Physik in Basel war den Fragen der neuesten Entwicklungen der Quantenelektrodynamik gewidmet, die unabhängig von SCHWINGER, FEYNMAN und TOMONAGA angebahnt worden sind.

In der Vormittagssitzung sprach Prof. RABI (Columbia University, New York) über die experimentellen Entdeckungen, die den Anstoß zu diesem Fortschritt der Theorie gaben. Es handelt sich um drei Effekte:

1. Die von LAMB und RETHERFORD mit Mikrowellenmethoden gefundene Verschiebung des $^2S^{1/2}$ -Niveaus des Wasserstoffs, das nach der Diracschen Theorie mit dem $^2P^{1/2}$ -Niveau zusammenfallen sollte, nach diesen Autoren aber um 1062 mc höher liegt.

2. Die von RABI, NAFF und NELSON mit der bereits klassischen Molekularstrahlmethode entdeckte Diskrepanz zwischen der gemessenen Hyperfeinstruktur der Wasserstoff- und Deuteriumlinien und den theoretischen Werten nach der Fermischen Formel. Diese läßt sich dadurch deuten, daß der gyromagnetische Faktor des Elektrons etwas größer ist als der aus der Diracschen Theorie folgende Wert 2.

3. Die von KUSCH und FOLEY zur Kontrolle unternommenen Messungen des gyromagnetischen Faktors des Elektrons an der Feinstruktur verschiedener Elemente lieferten den mit den Experimenten RABIS sehr gut verträglichen Wert von

$$2,01024 \pm 0,00032.$$

(Eine kleine nach den Messungen von RABI noch übrigbleibende Unstimmigkeit der Hyperfeinstruktur von Deuterium läßt sich nach BOHR durch das Nichtzusammenfallen von Massen- und Ladungsschwerpunkt im Deuteron erklären, was nebenbei eine interessante Möglichkeit zur Erforschung von Kernstrukturen eröffnet.)

In der Nachmittagssitzung sprach Prof. SCHWINGER (Harvard University) über die Fortschritte, die die Quantenelektrodynamik ausgehend von der Anstrengung zur Deutung dieser Resultate gemacht hat. Wegen der Größenordnung der drei neuen Effekte lag es nahe, sie als strahlungstheoretische Korrekturen zu deuten, verursacht durch Rückkopplung des Elektrons an das von ihm erzeugte Feld. Solche Korrekturen waren aber der bisherigen Quantenelektrodynamik unzugänglich, da diese dafür divergente Ausdrücke lieferte. Die neue Idee, die zu der ganzen Entwicklung führte, bestand in der Erkenntnis, daß diese divergenten Ausdrücke gar keine physikalische Bedeutung haben. Sie lassen sich

alle auf zwei Typen zurückführen: eine Selbstenergie des Elektrons, entsprechend der Energie des ihm angekoppelten Strahlungsfeldes (analog der «elektromagnetischen Masse» der klassischen Elektronentheorie), und eine Selbstladung des Elektrons, herrührend von einer Polarisierung des Vakuums durch elektromagnetische Felder. Diese Größen lassen sich aber begrifflich nicht von der «mechanischen» Masse bzw. «Eigenladung» des Elektrons trennen und sind daher mit diesen zusammen als «wahre» Masse bzw. Ladung zu deuten. Demnach ist z. B. die Energieniveaumverschiebung des Wasserstoffs zu berechnen als Differenz der Selbstenergie eines im betreffenden Zustand gebundenen und eines freien Elektrons, eine Größe, die endlich ist und hervorragend mit der experimentell gemessenen übereinstimmt. Ebenso gelingt eine Deutung des anomalen gyromagnetischen Faktors des Elektrons und anderer Effekte ähnlicher Natur, die noch einer experimentellen Verifikation harren.

Die Hauptschwierigkeit bei der Durchführung dieser Theorie bildete die explizite Wahrung der Invarianzeigenschaften gegenüber der Lorentz- und der Eichgruppe in jedem Schritt der Rechnung, womit allein der Subtraktion divergenter Ausdrücke ein eindeutiger Sinn verliehen wird. Diese Schwierigkeit konnte von SCHWINGER, FEYNMAN und TOMONAGA durch eine Umformulierung der Quantenelektrodynamik beseitigt werden, so daß nun eine explizit invariante, konvergente und eindeutige Theorie zur Berechnung strahlungstheoretischer Effekte vorliegt. Diese ist allerdings vorderhand noch wesentlich an eine störungstheoretische Durchführung gebunden, doch sind von SCHWINGER Ansätze zur Aufsummierung der Störungsrechnung entwickelt worden, die vielleicht wenigstens für prinzipielle Fragen zur Überwindung dieser Beschränkung führen könnten.

Die Theorie ist natürlich weit davon entfernt, eine definitive Beschreibung der Wechselwirkung von Elektronen und elektromagnetischen Feldern zu geben. Dies zeigt sich schon daran, daß sie in ihren Grundlagen explizite prinzipiell unbeobachtbare Größen (wie die «mechanische» Masse des Elektrons u.ä.) enthält, die dann erst im Laufe der Rechnung daraus verschwinden. Auch kann sie keine Begründung für den Wert der Feinstrukturkonstante liefern. Ob Hinweise auf die definitive Theorie, insbesondere auf den Wert der Feinstrukturkonstante und auf eine eventuell notwendige Verkoppelung mit anderen Feldern (Mesonen) in der jetzigen Theorie vorhanden sind, war Thema der nachfolgenden Diskussion. Eine Entscheidung dieser Frage kann nur die Zukunft bringen.

Die Hoffnung, daß ähnliche Prinzipien auch auf andere Felder, insbesondere Mesonfelder, angewendet werden können, was uns einer befriedigenden Theorie der Kernkräfte näherbringen würde, ist leider nur schwach. Es besteht durchaus die Möglichkeit, daß hier die Schwierigkeiten tiefer liegen und erst durch eine definitive Fassung der Theorie der Felder behoben werden können.

Jedenfalls ist die Entwicklung in vollem Gange, wie auch die vielen Kurzreferate zeigten, und man darf wohl der Hoffnung Ausdruck geben, daß sie uns der Antwort auf die prinzipiellen Fragen, die noch im Feldbegriff stecken, näherbringen wird.

M. R. SCHAFTROTH, ETH., Zürich