

(Aus der Psychiatrischen und Nervenklinik in Königsberg [Direktor: Geh.-Rat Prof. Dr. E. Meyer].)

Die Abwehrreflexe und ihre Bedeutung*).

Von

Peter Fleischmann.

(Eingegangen am 1. Februar 1927.)

I.

Die Erforschung der Reflexe am Menschen hat eine zyklische Entwicklung durchgemacht. Es ist auffallend, daß die Erscheinungen, die als erste die Aufmerksamkeit auf reflektorische Leistungen des Nervensystems gelenkt hatten, später in Vergessenheit gerieten und erst in den letzten Jahrzehnten einer systematischen Beschreibung gewürdigt wurden. Gemeint sind die sogenannten Abwehrreflexe der Extremitäten.

In der klinischen Literatur spielten die Reflexe bis zu der Mitte des 19. Jahrhunderts überhaupt eine untergeordnete Rolle. Man begnügte sich gewöhnlich mit einem Hinweis auf die Forschungen der Physiologen, denen nur spärliche Beobachtungen am Menschen hinzugefügt wurden. *Robert Whytt*¹⁹⁸⁾ illustrierte 1794 die Besprechung der „Sympathie verschiedener Körperteile“ in seinem Buch über die Nervenübel durch Experimente an geköpften Fröschen. Die bei der Reizung der Extremitäten solcher Präparate auftretenden Abwehrbewegungen waren seit *Descartes*, besonders aber aus den Arbeiten von *Prochaska*¹⁵⁵⁾ und von *Whytt* selbst¹⁹⁷⁾ wohlbekannt. *Whytt* wußte schon, daß die Integrität des Rückenmarks eine notwendige Bedingung für das Zustandekommen dieser Reflexe ist und daß diese nicht etwa durch Nerven-anastomosen vermittelt werden können. 1812 veröffentlichte *Legallois*¹⁹⁹⁾ die ersten entsprechenden Versuche an Warmblütern, in den 30 er Jahren begründete *Marshall Hall*¹³⁴⁾ die Lehre von dem spinalen Ursprung der Reflexe. In Deutschland widmeten *Volkmann*¹⁹⁰⁾ und

*) Die vorliegende Arbeit stützt sich auf Untersuchungen, die ich an Patienten der Königsberger Nervenklinik (Dir.: Geh.-Rat Prof. Dr. E. Meyer), der IV. Medizinischen Klinik in Berlin (Dir.: Geh.-Rat Prof. Dr. G. Klemperer) und der Nervenabteilung des Friedrich-Wilhelm-Hospitals in Berlin (Dir.: Prof. Dr. P. Schuster) ausgeführt habe. Den Leitern dieser Anstalten, Herrn Geheimrat Prof. Dr. Meyer, Herrn Geheimrat Prof. Dr. Klemperer und Herrn Prof. Dr. Schuster, erlaube ich mir hiermit meinen herzlichen Dank auszusprechen.

Joh. Müller den Reflexen eingehende Studien. Wie gering aber der Einfluß dieser Untersuchungen auf die damalige Medizin blieb, zeigt die von *Neuburger*¹⁴³⁾ zusammengestellte alte deutsche Literatur über Myelitis, wo aus jener Zeit nur ganz vereinzelte Andeutungen über reflektorische Vorgänge bei Rückenmarkserkrankungen angeführt sind. So erwähnt *J. T. L. Müller* (1842) teils spontan, teils auf Berührungen auftretende Konvulsionen Rückenmarkskranker. Die Reflexuntersuchung gehörte damals noch nicht zu dem Rüstzeug der Diagnostik.

Immerhin konnte *Romberg*¹⁶¹⁾ in seinem 1840—1843 erschienenen Lehrbuch bereits eine Reihe von Beobachtungen an Patienten mit Traumen des Rückenmarks referieren, die für unser Thema von außerordentlichem Interesse sind. *Marshall Hall*¹⁸⁵⁾ ¹³⁶⁾, *Grainger*⁸⁹⁾, *Valentin*¹⁸²⁾, *Budd*⁴⁴⁾ und *Romberg* selbst hatten bei Patienten mit Paraplegien nach Rückenmarksläsionen lebhafte Reflexbewegungen als Antwort auf Hautreize eintreten sehen.

In dem Fall von *Romberg* erfolgte auf Reiben einer kleinen Stelle in der Nähe des linken Trochanters eine kräftige Extension des linken Unterschenkels und Fußes, ohne daß der Kranke die Reibung wahrgenommen hätte. In der 1839 veröffentlichten Kasuistik von *Budd* (l. c.) finden wir unter anderem einen Fall von Verletzung der untersten Halswirbel mit folgender Paraplegie. Die hier beobachteten Hautreflexe, die sehr genau beschrieben sind, sind zweifellos mit den Abwehrreflexen identisch: die sehr lebhaften Reflexbewegungen der Extremitäten wurden durch Kitzeln der Sohle, Ausraufen eines Haares, Kälttereize und auch durch Flatusabgänge ausgelöst. Die Bewegungen bestanden sowohl in Beugungen als in Streckungen der Beine.

Diese auffallenden Erscheinungen, die die wesentlichen morphologischen Eigentümlichkeiten der Abwehrreflexe aufweisen, bestimmten aber keineswegs den Gang der Untersuchungen späterer Forscher. *Leyden*¹¹³⁾ stützte sich noch in seinem 1875 erschienenen Lehrbuch fast ausschließlich auf die berühmten Untersuchungen von *Goltz* an Hunden und nahm an, daß auch beim Menschen die Reflexerregbarkeit nach Traumen des Rückenmarks erhalten bleiben und gesteigert sein könnte. Die Zuckungen der Beine Myelitiskranker wurden mit dieser Erregbarkeitssteigerung in Zusammenhang gebracht.

Um die Mitte der 70 er Jahre trennten sich die Wege physiologischer und klinischer Reflexforschung. Während die Tierexperimente, von denen noch ausführlich die Rede sein wird, ein Fülle von Material über die koordinierten reflektorischen Leistungen in allen Wirbeltierklassen hervorbrachten, wurde die Klinik durch die Entdeckung einiger einfacher, gut kontrollierbarer und praktisch wichtiger Reflexarten von dem Studium der altbekannten komplizierten praktisch wenig verwerteten Phänomene abgelenkt. Die von *Westphal* und *Erb* 1875 entdeckten Patellarreflexe stellten alle anderen Reflexarten in den Schatten; dazu gesellten sich noch der von *Jastrowitz* studierte Cremasterreflex*)

*) Berlin. klin. Wochenschr. 1875.

und der von *Rosenbach*¹⁶²⁾ auf seine pathognostische Bedeutung geprüfte Bauchreflex. Wenn in neurologischen Arbeiten von nun an von „Reflexen“ die Rede war, waren gewöhnlich Sehnenreflexe gemeint, ebenso wie es in der vorangehenden Ära die Hautreflexe gewesen waren. Diese Einseitigkeit und Unklarheit der Bezeichnung, auf die *Jendrassik*¹⁰⁰⁾ hinweist, trug dazu bei, daß die selteneren Reflexformen ignoriert wurden.

Es existieren aber Angaben über ausgedehnte Reflexbewegungen auch aus den letzten Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts. *Brown-Séquard*⁴⁰⁾ sowie *Vulpian*¹⁹¹⁾ sahen sie bei langsamen Rückenmarks kompressionen, *Charcot*⁴⁶⁾ erwähnte sie in seinen Vorlesungen. *Westphal*¹⁹⁶⁾ beschrieb Beinstreckungen bei Hautreizen, und *Remak*¹⁵⁸⁾ gab 1893 die Beschreibung eines Falles, bei dem nach unserer heutigen Terminologie der *Babinski*sche Reflex, der Beuge- und Streckreflex sowie gekreuzte Reflexe gefunden wurden. Die vom Oberschenkel ausgelöste Streckung bezeichnete er als „Femoralreflex“. Alle diese Beobachtungen, wie wenig sie auch beachtet wurden, besonders aber der durch die Verschiedenheit des Auslösungsgebietes — der Haut bzw. der Sehnen — gegebene Dualismus der Reflexe drängten zu ihrer Differenzierung.

*Strümpell*¹⁸⁰⁾ glaubte 1899 mit der Einteilung in Haut- und Sehnenreflexe auskommen zu können, obgleich er schon über Beobachtungen komplizierter Beugereflexe, die er in die Gruppe der Hautreflexe einverleiben mußte, verfügte. Der große Unterschied in der Pathogenese der beiden Reflexarten wurde in ihrem von *Erb* schon bald nach der Entdeckung der Sehnenreflexe erkannten verschiedenen Verhalten gegenüber Leitungsstörungen des Rückenmarks gesehen: während die Sehnenreflexe dabei oft gesteigert gefunden wurden, meinte *Strümpell*, daß eine Steigerung der Hautreflexe unter solchen Bedingungen nicht vorkomme. Andrer Ansicht war *Jendrassik* (l. c.): den *pathologischen Beugereflex* des Beines trennte er schon in seiner Klassifikation von den übrigen Hautreflexen ab, da er sich bewußt war, daß dieser Reflex gerade bei Rückenmarkserkrankungen zur Ausprägung gelangt und den anderen Hautreflexen, wie etwa dem Bauchreflex, keineswegs parallel geht. Damit war eine Bresche in die dualistische Auffassung der Reflexe geschlagen. Die Angabe, ob ein Reflex durch Sehnen- oder Hautreizung ausgelöst wird, erschien nun für die Charakterisierung des Reflexes nicht mehr ausreichend. Die Hautreflexe, oder — nach der allgemeineren Bezeichnung von *Hoffmann*⁹⁷⁾ — die Fremdreflexe der Muskeln mußten weiter differenziert werden.

Doch in weitesten medizinischen Kreisen aktuell wurden diese Fragen erst mit der großen Entdeckung des *Babinski*schen Reflexes

(Februar 1896). Der bis dahin wenig beachtete Fußsohlenreflex wurde nach der Mitteilung von *Babinski*⁹⁾ zum Gegenstand eingehender Untersuchungen, die eine sehr große Literatur hervorbrachten. Es lag nahe, außer den Zehenbewegungen auch die Reaktion der gesamten unteren Extremitäten auf verschiedene Reizungen zu beachten, und da erinnerte man sich des längst bekannten und vergessenen Abwehrreflexes. Das Verdienst, die allgemeine Aufmerksamkeit von neuem auf dieses Phänomen gelenkt zu haben, gehört *van Gehuchten*¹⁸³), *Babinski*¹¹⁾, *Bechterew*²⁶), *Marie* und *Foix*¹²⁴). In der deutschen Literatur verdanken wir *Böhme*³²⁻³⁷) die eingehendsten Untersuchungen über den Gegenstand. Die so lange vernachlässigten Phänomene stellten sich als ein reiches Feld klinischer, pathologisch-physiologischer und phylogenetischer Forschungen heraus. Nach der Art der Auslösung den normalen Hautreflexen verwandt, unterscheiden sich die Abwehrreflexe von ihnen in dem Bewegungseffekt und der Genese so wesentlich, daß sie als Reflexe sui generis anerkannt werden müssen. Daher ist auch ihre gesonderte Darstellung gerechtfertigt.

Bei einem Gebiet, das von vielen Forschern von verschiedenen Gesichtspunkten aus bearbeitet worden ist, besteht die Gefahr einer verwirrenden Uneinheitlichkeit der Terminologie. Dieses Mißgeschick mußte die Lehre von den Abwehrreflexen um so eher treffen, als keine Einigkeit über den Mechanismus und die phylogenetische Bedeutung dieser Reflexe herrscht. Daher erklärt sich die große Zahl der vorgeschlagenen Bezeichnungen, die den verschiedenen Auffassungen über das Wesen der beobachteten Erscheinungen entsprechen. *Van Gehuchten* und *Babinski*, sowie dessen Schule sprechen von „Abwehrreflexen“. Nach dem Kommentar von *Jarkowski*⁹⁹) ist diese Bezeichnung nicht teleologisch zu verstehen. Es soll damit nur die in die Augen springende Analogie mit den seit langem als Abwehrreflexe bezeichneten bei Tieren experimentell hervorgerufenen Erscheinungen betont werden. Die Schule von *Marie* und *Foix* tritt mit einer genauer präzisierten Auffassung hervor. Auch diese Autoren knüpfen an Tierexperimente an, jedoch sehen sie, wie das noch ausführlicher besprochen werden soll, in den koordinierten, oft äußerst komplizierten Reflexen mehr, als einfache Abwehrbewegungen. Sie erblicken darin ein Überbleibsel des bei niederen Tieren hoch entwickelten der Lokomotion dienenden Automatismus des Rückenmarks. Daher stammt der von ihnen gebrauchte Ausdruck „Reflexe des Rückenmarksautomatismus“. Manche Autoren sprechen außerdem von einem „Fluchtreflex“ (*Van Woerken*); *Marburg*¹²²) will sogar die Bezeichnung „Reflex“ für komplizierte Reaktionen vermeiden und sie für einfachere Phänomene vorbehalten. Für jene schlägt er die allgemeine Bezeichnung „Reakt“ vor. *Böhme* spricht von „koordinierten Reflexen“, *Kroll*¹⁰⁵) von „Synergierflexen“. Einige Autoren, die jede präjudizierende Bezeichnung ablehnen, benennen die Reflexe nach ihrer Erscheinungsform: „Verkürzungs- und Verlängerungsreflexe“, „gekreuzte Reflexe“ usw. [*Goldflam*⁸²), zum Teil auch *Marie* und *Foix*].

Zweifellos hat diese letzte Bezeichnungsart den wesentlichen Vorzug, daß sie sich auf die Beobachtung stützt und nicht auf Hypothesen angewiesen ist. Dagegen vermag sie nicht den ganzen Erscheinungskomplex zu umfassen und der Zusammengehörigkeit der vielgestaltigen Reaktionen gerecht zu werden. Die übrigen Bezeichnungen haben sämtlich mehr oder minder große Nachteile. Die Benennungen von *Böhme* und von *Kroll* treffen gewiß wesentliche Eigen-

schaften der Reflexe, sie haben sich aber, wohl wegen ihrer zu weiten Bedeutung, nicht eingebürgert. Die französischen Namen sind vom theoretischen Standpunkt aus anfechtbar: jede der beiden Schulen — die von *Babinski* und die von *Marie-Foix* — hat zahlreiche Argumente gegen die Terminologie der anderen angeführt; diese Polemik wird uns noch beschäftigen. Ich habe mich zu der *Babinskischen* Nomenklatur entschlossen, womit keine Stellungnahme zu der Deutung der Reflexe verbunden sein soll. Entscheidend schienen mir mehrere Umstände: unter dem Namen „Abwehrreflexe“ wurden diese Phänomene zuerst von *Van Gehuchten* und *Babinski* ausführlich beschrieben und in ihrer Bedeutung gewürdigt. Die Bezeichnung ist kurz. Sie ist auch in der deutschen Literatur oft benutzt worden. — Die vorliegende Arbeit beschränkt sich auf die Abwehrreflexe an den unteren Extremitäten.

Eine exakte Definition des Abwehrreflexes zu geben, ist nicht ganz leicht. Er ist charakterisiert durch die Auslösung mittels unangenehmer oder schädigender Reize, durch die Ausdehnung der reflexogenen Zone über die Sohle hinaus und durch einen zusammengesetzten Bewegungseffekt, der einigen bestimmten Typen, vor allem dem der Gesamtverkürzung und in selteneren Fällen dem der Gesamtverlängerung der Extremität, entspricht. Die bewegten Muskelgruppen sind nicht auf die Segmente, die zu dem Reizort gehören, beschränkt. Die Beschreibung muß also auf die Reizungsart, auf die reflexogene Zone und auf den Bewegungseffekt besonderes Gewicht legen.

Es wird ein „normaler“ von einem „pathologischen“ Abwehrreflex unterschieden. Es ist eine Frage der Konvention, ob man auch den normalen Reflex zu den Abwehrreflexen zählen soll. Diese gleiche Benennung führt zu Unklarheiten. Bald glauben die Autoren, durch die Konstatierung der Auslösbarkeit des Abwehrreflexes (gemeint: des pathologischen) einen abnormen Zustand zu bezeichnen, bald sprechen sie von einer „Steigerung“ der Abwehrreflexe bei krankhaften Prozessen. Diese letzte Ausdrucksform ist unexakt: wie wir sehen werden, ist der Unterschied zwischen normalen und pathologischen Reflexen keineswegs ein rein quantitativer. Jedesmal ausdrücklich von „der pathologischen Form der Abwehrreflexe“ zu sprechen, ist umständlich. Daher wäre es wohl zweckmäßig, allein für diese Form den Ausdruck „Abwehrreflexe“ zu reservieren und den normalen Vorgang als Sohlenreflex zu bezeichnen. Ich werde also von Abwehrreflexen schlechtweg sprechen und darunter nur die sogenannte „pathologische“ Form verstehen. Das hat auch noch den Vorzug, daß eine Festlegung auf die pathognostische Bedeutung vermieden wird, da es, wie wir sehen werden, einige wenige Zustände gibt, in denen diesem Reflex kein pathologischer Charakter zukommt*).

*) Ich bin wir wohl bewußt, daß keine scharfe prinzipielle Grenze zwischen dem normalen und pathologischen Gebiet gezogen werden kann. Wie *Bersot*²⁹⁾ ausführt, sind eigentlich alle Versuche, die verschiedenen Formen der Reaktionen auf Extremitätenreizungen einzeln herauszuheben, künstlich und gezwungen. Dennoch

Bekanntlich ist in der Norm durch Reizung der Haut des Fußrückens, des Unterschenkels und des größten Teiles des Oberschenkels keine typische Bewegungsreaktion zu erzielen. Ich habe das Verhalten solchen Reizen gegenüber bei über 200 Patienten ohne organische Erkrankung des Nervensystems geprüft. Das Ergebnis zeichnete sich durch seine Vielgestaltigkeit aus. Disziplinierte Versuchspersonen reagierten auf die schmerzhaften Reize (Stiche, Kneifen sowie auf die tiefen Reize, die zur Auslösung des Abwehrreflexes benutzt werden) gar nicht. Bei anderen steht die Allgemeinreaktion — der Protest, die Schmerzgrimasse, das Auffahren aus dem Bett — im Vordergrunde. Daneben versucht die gereizte Extremität, den Reiz loszuwerden. Am häufigsten erhält man ein Strampeln mit Beinen und Armen, mitunter auch ein heftiges Zurückziehen des gereizten oder auch beider Beine. Wiederholt man den Versuch mehrmals hintereinander, am besten aber in längeren Abständen, so bemerkt man eine große Variabilität der Reaktionen. Alle Bewegungen zeichnen sich durch eine gewisse Zweckmäßigkeit aus: auf Stiche in den Fußrücken antwortet die Extremität mit Plantarflexion des Fußes, auf Kneifen des Fußrückens mit Herauswinden. Ändert man den Applikationsort, so ändert sich auch in zweckmäßiger Weise die Art der Bewegung. Es gelang mir nicht, eine bestimmte Regel für die Reaktion der Zehen zu finden. Bisweilen kommt auch die gegenseitige Extremität der gereizten zu Hilfe: die Hacke reibt die gekniffene Stelle. Alle erwähnten Bewegungen lassen sich durch genügende Willensanstrengung unterdrücken. Ihnen fehlen die Wesensmerkmale eines Reflexes.

Eine Sonderstellung nimmt die Fußsohle ein. Die hier applizierten Reize bewirken echte Reflexe, deren häufigste Form als normaler Plantarreflex bekannt ist: sämtliche Zehen beugen sich plantarwärts. Sehr häufig sieht man außerdem eine deutliche Zuckung des M. tibialis ant., die eine Dorsalflexion des Fußes bewirken kann. Bei *stärkeren* Reizen nimmt bisweilen das ganze Bein an der Beugung teil, und wir beobachten einen Bewegungseffekt, der dem pathologischen Abwehrreflex sehr ähnlich sein kann. Die Kenntnis dieser Tatsache ist für die Beurteilung des Reflexes natürlich von großer Wichtigkeit. Die zahlreichen Variationen des normalen Sohlenreflexes sind an großem Material verschiedentlich geprüft worden. Ich nenne die Arbeiten von *Goldflam*²⁰), *Bersot*²⁸) und *Epstein*⁶²).

Wenden wir uns jetzt dem Abwehrreflex zu, worunter ich nach dem früher Gesagten nur die bestimmte pathologische Erscheinungsform verstehen möchte. Meine eignen Beobachtungen beziehen sich auf

verzichten wir mit gutem Grunde nicht auf diese künstlichen Versuche, die eine große praktische Bedeutung haben, wenn wir auch nicht in jedem Falle ihre Übereinstimmung mit den biologischen Scheidungen behaupten können.

57 Patienten mit positivem Abwehrreflex. Alle diese Patienten litten an organischen Krankheiten des Zentralnervensystems.

II.

Wenn wir zuerst die Reize betrachten, die den Abwehrreflex auslösen können, so finden wir darunter alle Arten der „nociceptiven“ (*Sherrington*¹⁷¹), dem Organismus feindlichen und dementsprechend in der Regel unangenehmen und schmerzhaften Reize, die die Haut oder die tiefen Gebilde treffen. Von einzelnen Autoren werden wesentliche Unterschiede in der Auslösbarkeit durch verschiedene Reizqualitäten angegeben [*Deutschs*⁶⁰] Erregbarkeitsabspaltung; *Kroll*¹⁰⁵), *Filimonoff*⁶⁴]). Die meisten [*Froment*⁷¹]) legen dagegen keinen besonderen Wert auf die Qualität des Reizes. Tatsächlich sind in ausgesprochenen Fällen alle Reize wirksam. Jedoch finden sich auch dann häufig Unterschiede sowohl in der Intensität des erforderlichen Reizes, als in der Ausdehnung der reflexogenen Zone für die verschiedenen Qualitäten.

Die Bedeutung der Reizqualität geht auch aus tierexperimentellen Erfahrungen hervor. *Sherrington*¹⁶⁹) führt ein Beispiel *entgegengesetzten* Bewegungseffektes je nach der Applikation taktiler oder schmerzhafter Reize an demselben Punkt der Fußsohle des Hundes an: es erfolgt Extensorstoß im ersten, Beugereflex im zweiten Falle. Nach *Baglioni*²³) ist dieses Verhalten durch die verschiedene biologische Bedeutung der Reizarten für das Tier zu erklären: ein nützlicher Reiz wird durch eine zweckentsprechende Bewegung beantwortet (z. B. Streckung des Beines bei Berührung der Sohle mit der Erde), dagegen muß ein schädigender Reiz je nach der Intensität das Zurückziehen der Extremität oder einen Versuch, die Schädigung zu entfernen, bewirken.

Wie dem auch sei, die einzelnen Auslösungsmethoden, die auf den verschiedenen Reizqualitäten beruhen, erscheinen nicht gleichwertig und erfordern eine gesonderte Besprechung.

Die bequemste und üblichste Methode besteht in der mechanischen Reizung der Haut durch *Streichen*, *Kneifen*, *Stechen*. Welche von diesen Methoden als die wirksamere betrachtet werden muß, läßt sich nicht allgemein beantworten. Ich hatte den Eindruck, daß die schmerzhaftere Auslösungsart im einzelnen Falle auch die wirksamere war. Das Kneifen versagte in drei Fällen, in denen das Stechen einen typischen Reflex hervorrief, aber auch das umgekehrte Verhalten konnte in einem Falle beobachtet werden. Auch die reflexogenen Zonen sind für beide Reizarten nicht immer dieselben: in je zwei Fällen zeigte die eine von ihnen eine weitere Ausdehnung als die andere. Es müssen also beide Methoden in jedem Falle angewandt werden. Das Kneifen macht bei fettleibigen und ödematösen Patienten besonders am Oberschenkel häufig Schwierigkeiten. Die Dicke der Hautfalte läßt sich nicht in der ganzen reflexogenen Zone gleichmäßig gestalten, und so arbeitet man hier mit besonders stark variierenden Reizen. Dem Stechen müssen wir demnach oft den Vorzug geben.

Eine wesentliche praktische Erleichterung für den Untersucher und den Patienten bietet eine auch theoretisch bemerkenswerte Eigentümlichkeit der Abwehrreflexe, die nach *Marinesco*, *Radovici* und *Rascanu*¹³³⁾ diese und die Hautreflexe vor den Sehnenreflexen auszeichnet: die Wirksamkeit schwächer, rasch nacheinander applizierter einzeln unwirksamer Reize — *die zeitliche Summation unterschwelliger Reize*. *Strümpell*¹⁸⁰⁾ mißt dieser Summation eine solche Bedeutung bei, daß er den Reflex erst als fehlend bezeichnen will, wenn auch diese Art der Reizapplikationen erfolglos geblieben ist. Wenn man sich der Summation bedient, kann man mit schwachen schmerzlosen oder wenig schmerzhaften Reizen auskommen. Besonders wertvoll erwies sich mir die Summation bei der Reflexauslösung durch das Stechen. Hier versagte die Summation kleiner Reize bei bestehender Auslösbarkeit durch größere nur in einem Falle. Dagegen trat der Summationseffekt bei Kneifreizen nur in 7 Fällen auf. In der Regel genügten 10—15 in Abständen von $\frac{1}{2}$ Sekunde an derselben Stelle applizierte gerade fühlbare Nadelstiche zur Auslösung des Reflexes. Auf diese Weise konnten auch kleine Verletzungen der Haut vermieden werden*).

Eine praktisch und prinzipiell außerordentlich wichtige Auslösungs-methode stellt der Handgriff dar, der von *Marie-Foix*¹²⁴⁾ und unabhängig von ihnen noch früher von *Bechterew*²⁶⁾ angegeben worden ist. Der Handgriff beruht nämlich nicht auf einer Reizung der Haut, sondern er trifft tiefere Regionen (daher wurde der durch ihn ausgelöste Reflex von *Déjerine* als *réflexe de défense profond* bezeichnet). Diese Auslösungsmöglichkeit hebt die Abwehrreflexe aus dem Rahmen der reinen Hautreflexe heraus.

Zur Ausführung des Handgriffs faßt man die Zehen kräftig mit der Hand und flektiert sie bis zur maximalen Anspannung der Kapsel der Metatarsophalangealgelenke [*Marie-Foix*¹²⁷⁾]. Noch wirksamer ist das Herunterdrücken des ganzen Vorderfußes. Diese Modifikation, in geringerem Grade aber auch die übliche Methode mit dem Herunterdrücken der Zehen ist sehr schmerhaft. Trotz dieses Nachteils ist der *Bechterew-Marie-Foixsche* Handgriff für die Beurteilung des Charakters eines verdächtigen Reflexes nicht zu entbehren. Er hat mich nur in zwei Fällen im Stiche gelassen: bei einer hemiplegischen Patientin, deren Zehen wegen bestehender Arthritis deformans nicht flektiert werden konnten, und bei einer Patientin mit Athetose**).

*) Wählt man bei wiederholter Reizung die Intensität und die Abstände der Reize so, daß jeder von ihnen einen Reflex auslöst, so werden die Reflexbewegungen gewöhnlich immer unausgiebiger, manchmal bis zu völligem Versagen (*Ermüdbarkeit*). In anderen, selteneren Fällen dagegen nimmt die Intensität des Reflexes nach mehrmaliger Auslösung zu (*Bahnung*).

**) Denselben Handgriff wandten übrigens schon *Charcot* und *Brown-Séquard* (dieser in etwas anderer Form, indem er nur die große Zehe herunterdrückte) zur Lösung von Extensioncontracturen an (s. u.).

Ich verzichte auf eine Aufzählung aller anderen speziellen Methoden mechanischer Auslösung des Abwehrreflexes. Es genügt zu sagen, daß eben jeder schmerzhafte oberflächliche und tiefe Reiz wirksam sein kann. Dasselbe gilt übrigens auch von thermischen, chemischen, elektrischen Reizen, deren man sich für spezielle Zwecke bedienen kann. So hat z. B. *Böhme*³³⁾ ³⁴⁾ eine Anordnung getroffen, bei der die Reizung durch eine am Bein befestigte Elektrode erfolgte. Auf diese Weise konnte die Bewegung exakt studiert werden.

Die besondere Wirksamkeit thermischer Reize betont *Deutsch*⁶⁰⁾. Auch in der zitierten alten Arbeit von *Budd* ist von einer entsprechenden Beobachtung die Rede. Auch ich habe in einigen Fällen heftige Abwehrreflexe mit sehr schwachen Kältereizen auslösen können. Aber hier waren auch schwache mechanische Reize ebenso wirksam. *Filimonoff*⁶⁴⁾ meint, daß die Reizqualitäten, für die eine zentrale Anästhesie besteht, die wirksamsten sein müssen. Der Reiz, der das Rückenmark erreicht, aber nicht bis zum Gehirn weitergeleitet werden kann, wirkt sich um so stärker in der Reflexerzeugung aus. Der von *Claude*⁴⁸⁾ demonstrierte Fall von *Brown-Séquardscher* Halbseitenlähmung, wo die Abwehrreflexe auf der anästhetischen Seite stärker ausgeprägt waren, als auf der gelähmten, spricht zugunsten der *Filimonoff*-schen Auffassung. *André Thomas*²⁾ fand keine Abhängigkeit von Sensibilitätsstörungen.

Zahlreiche Beobachtungen lehren, daß auch die Reizung von Schleimhäuten und inneren Organen den Abwehrreflex hervorrufen kann (viscero-motorischer Reflex). *Roussy, Oelsnitz* und *Cornil*¹⁶⁶⁾ konnten ihn in einem Fall von Rückenmarksläsion beim Spülen der Blase durch Änderung des Drucks der Spülungsfüssigkeit erzeugen. Über ähnliche Beobachtungen berichten *Danielopolu, Radvoci*, und *Carniol*⁵³⁾, die denselben Effekt auf einem komplizierten indirekten Wege erreichten: durch Parasympathicus-Reizung (Druck auf die Augen) wurde auf dem Wege über den Vagus ein oculo-visceraler Reflex erzeugt, der seinerseits als Reiz für den viscero-motorischen Reflex wirkte. Auf diese Weise konnte bei totaler Rückenmarksläsion von den Augen aus ein Abwehrreflex ausgelöst werden. Über Zuckungen in den Beinen bei Urin- und Stuhlentleerungen klagen paraplegische Patienten häufig. Auch Allgemeinerschüttungen des Organismus, wie Gähnen, Husten, Lachen sollen als Auslösungsreize in Betracht kommen [*Claude*⁴⁷⁾, *Davidenkof*⁵⁴⁾].

Bevor ich die Besprechung der reflexauslösenden Reize beende, muß ich noch zweier wichtiger Modifikationen gedenken, die besonders beim *Bechterew-Marie-Foixschen* Handgriff und bei Kneifreizen in Betracht kommen: es sind das 1. der *Dauerreiz*, der zum genauen Studium der Bewegungsformen geeignet ist und uns daher bei deren Besprechung beschäftigen wird, und 2. der Reiz, der durch das *Aufhören eines bestehenden Reizes* gesetzt wird. Auf dieses „Phänomen des unterbrochenen Reizes“, das von *Freusberg*⁷⁰⁾ bereits 1874 an Hunden gefunden und von *Strümpell* (l. c.) aus Analogie mit galvanischen Reizen als „reflektoriische Öffnungszuckung“ bezeichnet worden ist, weist *Goldflam*⁸²⁾ mit besonderem Nachdruck hin. Nach seinen Beobachtungen erweist sich die Reizunterbrechung in der Regel als der wirksamste Auslösungs faktor. Nach *Goldflam* reagieren die leichtesten Fälle überhaupt nur auf Reizunterbrechung. An meinem Material konnte ich dieses Verhalten

in drei Fällen nachweisen. In 6 Fällen war der Effekt bei Beginn und Schluß des Reizes gleich, in 3 weiteren Fällen stand der Unterbrechungseffekt hinter dem der Anfangsreizung zurück. In einer größeren Reihe von Fällen blieb die Unterbrechungszuckung aus, während bei Reizbeginn ein deutlicher Abwehrreflex vorhanden gewesen war.

Nicht nur die vom Arzt ad hoc applizierten Reize können wirksam sein. Der Druck der Bettdecke kann unter Umständen genügen. 8 Kranke erzählten mir, daß sie von Krämpfen heimgesucht würden. Auf genaues Ausfragen beschrieben sie diese Krämpfe als ein unwiderstehliches Heraufziehen der Beine auf geringste Reize, mitunter auch scheinbar ohne Ursache. Wurde bei den Patienten der typische Abwehrreflex künstlich ausgelöst, so überzeugten sie sich stets von der Identität dieser Bewegung mit den erwähnten „Krämpfen“. Viele Kranke mit Lähmungen machen sich diese Bewegungen zunutze: sie kneifen sich ins Bein, um eine Veränderung der Lage der Glieder herbeizuführen. Bei einem jungen paraplegischen Patienten, der sehr stark auf Kälttereize reagierte, schlüpfen die Beine regelmäßig unter die Bettdecke, sowie er sich die Decke von den Füßen wegzog. Ich möchte hier erwähnen, daß sich bei 2 Patientinnen Spontanzuckungen erst nach der Prüfung der Abwehrreflexe einstellten und dann mehrere Stunden anhielten. Man konnte sich des Eindrucks nicht erwehren, daß durch die energische Reflexauslösung eine Steigerung der Zuckungsbereitschaft eingetreten war.

Die Spontanzuckungen, die ohne das Zutun des Arztes auftreten und manchmal zu lebhaften Klagen der Patienten Anlaß geben, fielen den Forschern natürlich seit langem auf. Aber dank der leichten Auslösbarkeit wurde der reflektorische Charakter der Bewegungen zunächst übersehen. Die reiche Kasuistik von *Ollivier*¹⁴⁶ (1827) enthält viele Beschreibungen solcher Fälle von „spinaler Epilepsie“, doch erwähnt *Ollivier* die Beziehung der Zuckungen zu peripheren Reizen noch nicht, wenigstens nicht an dieser Stelle. Es wurde eine direkte Reizung des Rückenmarks angenommen. Das Fehlerhafte des Ausdrucks „spinale Epilepsie“ hob *Vulpian*¹⁹¹ (1879), dem die reflektorischen Zusammenhänge schon bekannt waren, hervor. Übrigens sei noch erwähnt, daß auch nach der Ansicht von *Claude* und *Lhermitte*⁵⁰ die Zuckungen bei Rückenmarksverletzten manchmal durch direkte Reizung der Wundfläche des kaudalen Rückenmarksabschnitts bedingt sein können. Vielleicht erklären sich dadurch solche Beobachtungen, wie die von *Bittorf*³¹), der Spontanbewegungen auch bei völliger Areflexie gesehen hat. In dieser Auffassung liegt eine — allerdings nur für die Minderzahl der Fälle geltende — Rechtfertigung der alten Bezeichnung „spinale Epilepsie“.

III.

Während die Lokalisation des *Bechterew-Marie-Foixschen* Handgriffs fixiert ist, können die übrigen Reize an den verschiedensten Körperregionen angewandt werden. Die Feststellung der *reflexogenen Zone* spielt eine wichtige Rolle bei der Untersuchung der Abwehrreflexe.

Wie ich schon erwähnt habe, beschränkt sich in der Norm die re-

flexogene Zone für Beugereflexe der unteren Extremität auf die Fußsohle. Von diesem Gebiet aus, dessen Reizung das spezifische Kitzelgefühl erzeugt, kann also sowohl der normale Sohlenreflex als auch der abnorme Abwehrreflex ausgelöst werden. Wenn der Bewegungseffekt in beiden Fällen auch nicht identisch ist, so sind die Unterscheidungsmerkmale doch gewöhnlich nicht prägnant genug, um im Einzelfalle die sichere Entscheidung, ob der eine oder andere Typus vorliegt, auf Grund einer Sohlenreizung allein zu ermöglichen. Die Schwierigkeit fällt besonders ins Gewicht, wenn von höheren Gebieten kein Abwehrreflex zu erhalten ist. Laut Definition müßte man in einem solchen Falle den Abwehrreflex als fehlend bezeichnen. *Guillain* und *Barré*⁹³⁾ sahen jedoch bei totalen Rückenmarkläsionen Sohlenreflexe auftreten, die sich von den normalen unterschieden, in ihrem Bewegungseffekt den Abwehrreflexen entsprachen, aber nur von der Sohle ausgelöst werden konnten. Leider können auch diese Autoren keine sicheren Kriterien für die Unterscheidung normaler und pathologischer Sohlenreflexe angeben*).

Die Ausdehnung der reflexogenen Zone über die Sohle hinaus bestimmt den abnormen Charakter des Reflexes. Schon vom Fußrücken aus kann man nur in pathologischen Fällen (von einigen noch zu erwähnenden Einschränkungen abgesehen) einen Abwehrreflex auslösen. Hier zwickt man die Haut am besten nahe dem Sprunggelenk (*Babinskischer Handgriff*). In 6 von meinen Fällen beschränkte sich die reflexogene Zone auf den Fußrücken. In 16 Fällen lag die obere Grenze in verschiedener Höhe zwischen Sprunggelenk und Knie, in 24 Fällen reichte sie bis zum Oberschenkel oder bis zur Leistenbeuge. In 11 Fällen ging sie über die Leistenbeuge hinaus. Obgleich es sich dabei um sehr verschiedene Krankheitszustände handelte, konnte die allgemeine Regel festgestellt werden, daß die Reizschwelle von unten nach oben zunahm. Reize, die am Fuße und am Unterschenkel — den Fokalgebieten des receptorischen Feldes [*Sherrington*¹⁶⁹⁾] — genügten, reichten am Oberschenkel — dem Grenzgebiet — nicht mehr aus. Von einer bestimmten Grenze an vermochten auch die stärksten Reize nicht mehr, einen Reflex auszulösen. Auch die Latenzzeit soll nach *Barré*^{**)} von unten nach oben zunehmen. Wie wir noch sehen werden, geht manchmal die reflexogene Zone, die einer bestimmten Form des Abwehrreflexes entspricht, in die einer anderen Form entsprechende Zone über.

Innerhalb der reflexogenen Zone können auch Bezirke völliger

*) Die relative Unzuverlässigkeit der Reflexe, die durch Sohlenreizung ausgelöst werden, wurde von *Oppenheim*¹⁴⁷⁾ zugunsten seines Reflexes bei dem Vergleich mit dem *Babinskischen* als wesentliches Argument angeführt.

**) Soc. de neurol. de Paris 22. III. 23.

Unempfindlichkeit gefunden werden. So konnte ich in einem Falle von Spina bifida occulta mit Anästhesie der Vorderfläche eines Oberschenkels vom anästhetischen Bezirk aus keinen Reflex auslösen, während dies von allen übrigen Stellen der unteren Extremitäten und von einem schmalen Streifen oberhalb der Leistenfalte aus gut gelang. Nach *Filimonoff* muß es sich in einem solchen Falle um eine Leitungsstörung im peripheren Neuron der sensiblen Bahn handeln.

Über die Ausdehnung der reflexogenen Zone bei einzelnen Erkrankungen wird später noch einiges zu sagen sein. Hier interessiert uns vor allem die Frage, wie sich die reflexogene Zone allgemein bei cerebralen und spinalen Affektionen gestaltet.

Die Vermutung liegt nahe, daß die Abwehrreflexe bei cerebralen Prozessen von höheren Gebieten ausgelöst werden könnten, als bei spinalen. In der überwiegenden Mehrzahl der Fälle überschreitet aber die reflexogene Zone bei Gehirnerkrankungen nicht die Leistenbeuge. In meinen Fällen beschränkte sie sich stets auf die untere Extremität. Bei 17 Hemiplegikern lag die obere Grenze 4 mal am Sprunggelenk, 5 mal in verschiedener Höhe des Unterschenkels, 2 mal am Knie, 4 mal in verschiedener Höhe des Oberschenkels, 2 mal an der Leistenbeuge. In einem Falle von Pseudobulbärparalyse bildete die Leistenbeuge, in einem Fall von Thrombosis arteriae cerebellaris inf. post. das Knie die Grenze.

Diesen Fällen stehen andere gegenüber, wo auch von den oberen Extremitäten in diesen und durch Irradiation in den unteren Extremitäten Abwehrreflexe ausgelöst werden können. [*Böhme*³⁶), *Claude*⁴⁷), *Froment*⁷¹), *Marie-Foix*¹²⁹), *Marinesco* und *Radovici*¹³¹), *Riddoch* und *Buzzard*¹⁶⁰) und andere.] Die Besprechung dieser Phänomene gehört nicht in den Rahmen der vorliegenden Arbeit, die sich nur mit den Abwehrreflexen an den unteren Extremitäten beschäftigt.

Bei spinalen Affektionen ist eine Beziehung zwischen der Höhe der Läsion und der reflexogenen Zone zu erwarten. Dieser Beziehung schreiben *Babinski* und seine Schule eine große klinische Bedeutung zu.

1910 berichteten *Babinski* und *Jarkowski*¹⁸) auf Grund ihrer Experimente an Meerschweinchen und Kaninchen und ihrer autoptisch und operativ bestätigten klinischen Beobachtungen über die Möglichkeit, mit Hilfe dieser Begrenzung die Höhe einer Querläsion des Rückenmarks zu bestimmen. Schon *Duchenne de Boulogne* soll sich dieser Methode bedient haben. *Strümpell* (l. c.) hat sie 1899 in Erwägung gezogen. Die Methode soll die Ergebnisse der Sensibilitätsprüfung in einem wesentlichen Punkt ergänzen. Die Theorie geht von der noch zu besprechenden Annahme aus, daß der innere Mechanismus des Abwehrreflexes sich im Rückenmark, und zwar im Niveau der beteiligten Empfangs- und Erfolgssegmente abspiele. Demnach stünde bei einem

Tumor der unteren Dorsalsegmente der ganze Lumbal- und Sakralabschnitt des Rückenmarks dem Abwehrreflex zur Verfügung, und somit müßte die obere Begrenzung der reflexogenen Zone dem XII. Dorsalsegment, d. h. der *unteren* Begrenzung des Tumors entsprechen. Da die Grenze der *anästhetischen* Zone der *oberen* Begrenzung des Tumors entsprechen müßte, so würden die zwei aus der Sensibilitäts- und Abwehrreflexprüfung gefundenen Linien die Höhenausdehnung des Tumors ergeben. Wird dieses Intervall breit gefunden, so soll das nach Angabe der Autoren für einen extraduralen Tumor sprechen, liegen die beiden Grenzlinien nahe beieinander, so denken sie eher an einen intramedullären Prozeß. — Die Grenze der reflexogenen Zone sei nur zu verwerten, wenn der Rumpf in die reflexogene Zone einbezogen ist.

Diese für die Praxis bestechende Methode ist von französischen Autoren oft mit guten Resultaten angewandt worden. Von den zahlreichen Verfassern, die sich zu der Methode von *Babinski* und *Jarkowski* bekennen, seien einige angeführt.

*André-Thomas*²⁾, der der Methode eine große Bedeutung beimißt. *Claude* und *Rouillard*⁵¹⁾ (ein Fall von *Pottschem* Buckel; im Verlauf der Erkrankung senkte sich die Abwehrreflexgrenze erst allmählich bis zu dem Niveau, das der Affektion entsprach, lag also im Beginn zu hoch). *Barré*, *Desmarest*, *Joltrain*²⁴⁾ (intramedullärer Tumor). *Nicaud*¹⁴⁴⁾, *Babinski* und *Barré*¹⁷⁾ (extraduraler Tumor). *Babinski*, *Lecène*, *Jarkowski*²¹⁾ (extraduraler Tumor). *Boisseau*, *Lhermitte*, *Cornil*³⁸⁾ (ein Fall von traumatischer Läsion des Rückenmarks). *Babinski* und *Jarkowski* selbst konnten ihre ursprünglichen Angaben in der Sitzung der Pariser neurologischen Gesellschaft am 8. Juni 1923 wieder bestätigen.

Wenn sich das Verfahren trotzdem nicht allgemein einführen ließ, so lag das sicher an dem häufigen Versagen der Reflexprüfung in den Grenzgebieten. Gerade hier, wo es sehr auf Genauigkeit ankommt, wird die Unterscheidung des Reflexeffektes von willkürlichen Bewegungen außerordentlich schwer. Diese Schwierigkeit wird auch von Kennern und Anhängern der Methode zugegeben. Schon *Babinski* und *Jarkowski* warnten vor ihr. *Thomas* und *Jumentié*⁶⁾ beschreiben einen Fall von *Brown-Séquard* mit Abwehrreflexen, die im kritischen Gebiet nicht von anderen Bewegungen unterschieden werden konnten. *Guillain*, *Alajouanine*, *Périsson*, *Petit-Dutailly*⁹¹⁾ berichten über einen Fall von intramedullärem Tumor, bei dem die Abwehrreflexe kaum angedeutet und jedenfalls zur Höhenbestimmung unbrauchbar waren.

Zusammenfassend wäre zu sagen: neben den anderen Untersuchungsmethoden müßte bei Rückenmarksaffektionen immer die Verwertung der Abwehrreflexe für die Höhenbestimmung versucht werden. Die Ergebnisse scheinen nach Angabe der Literatur zuverlässig zu sein, wenn sie eindeutig sind. Auf diese Eindeutigkeit kann man aber durchaus nicht immer rechnen.

Hier möchte ich noch erwähnen, daß *André-Thomas*²⁾ vorgeschlagen hat, statt der oberen Grenze der reflexogenen Zone die obere Grenze der sich beim

Abwehrreflex kontrahierenden Bauchmuskeln zu berücksichtigen. *Guillain*⁹⁰) bestätigt die Brauchbarkeit dieser Modifikation. Auch die Pilomotorenreflexe sind für denselben Zweck verwertet worden.

IV.

Worin besteht nun die motorische Äußerung des Abwehrreflexes? Das allen Formen Gemeinsame ist die stereotype einheitliche Kontraktion eines ganzen Systems von Muskeln, die sich dabei als funktionell verbunden erweisen. Es lassen sich zwei Haupttypen unterscheiden: in dem einen von ihnen herrscht die Beugung vor — *Verkürzungsreflex* —, in dem anderen, selteneren, die Streckung — *Verlängerungsreflex*.

Bei dem Verkürzungsreflex beobachten wir eine dreifache oder vierfache Beugung: die Extremität beugt sich im Hüftgelenk, im Knie, im Sprunggelenk (wobei sich der Fuß dorsalwärts flektiert) und bisweilen in den Metatarsophalangealgelenken — die große Zehe bewegt sich häufig, wenn auch nicht immer, wie beim *Babinskischen Reflex* dorsalwärts, während die übrigen Zehen eine Plantarflexion, Spreizung oder auch eine Extension ausführen können. Diese ganze Bewegung ist mit einem dumpfen, undeutlich lokalisierten, unbehaglichen Gefühl, manchmal mit einem starken und plötzlichen Schmerz im Bein, bisweilen mit keiner besonderen Sensation verbunden.

Beobachtet man genauer, so kann man manchmal noch eine Innenrotation und leichte Abduktion des gesamten Beines und eine Erhebung des medialen Fußrandes bemerken. Die prävalierende Bewegung bleibt immer die Beugung. Am konstantesten finden wir die Dorsalflexion des Fußes, auf die sich in den weniger ausgeprägten Fällen die ganze Bewegung zu beschränken scheint. Doch finden wir auch dann die Knie- und Hüftbeugung wenigstens angedeutet. Der ganze Vorgang vollzieht sich mit großer Einförmigkeit, unabhängig davon, an welcher Stelle der diesem Typus entsprechenden reflexogenen Zone der Reiz appliziert wird. Unterschiede betreffen nur die Intensität.

Wenn wir nun versuchen wollen, uns aus den Beschreibungen der Literatur ein Bild von dem feineren Charakter der Bewegung beim Beugerefex zu machen, so stoßen wir auf eine verwirrende Fülle von Widersprüchen.

*Van Gehuchten*¹⁸³) spricht von einer „brüsken Rückzugbewegung“. *Claude*⁴⁷) nennt die Bewegung brusk, bisweilen sogar gewaltsam, brutal. *Lhermitte*¹¹⁷) beschreibt die Kontraktion bei Rückenmarkstotalläsion als rasch, die Erschlafung dagegen als langsam. Ähnlich charakterisiert den Abwehrreflex *Froment*⁷¹): die Auslösung erfolge plötzlich, der Abfall dagegen lytisch. Den Beginn des Reflexes vergleicht *Froment* mit dem Losschnellen eines Pfeiles (*départ en flèche*). Myographische Kurven illustrieren seine Auffassung. Auch bei frischen Hemiplegien ist nach *Davidenkopf*⁶⁵) die Lebhaftigkeit der Abwehrreflexe etwas Gewöhnliches.

Ganz anders jedoch charakterisieren *Babinski* und *Jarkowski*¹⁹⁾ den Abwehrreflex: die Langsamkeit der Kontraktion soll nach diesen Autoren den Abwehrreflex vor anderen Phänomenen auszeichnen. *Brunschweiler*⁴⁸⁾ beschreibt die Kontraktion und die Erschlaffung als langsam. Die Flexion dauere 15 bis 20 Sek. *Marinesco* und *Radovici*¹³²⁾ sehen den Unterschied zwischen der Kontraktion beim Abwehrreflex und der beim Sehnenreflex in der Langsamkeit der ersten. Auch sie haben die graphische Methode angewandt. Diese Beispiele mögen eine Vorstellung von der Uneinheitlichkeit der Anschauungen über die Eigenschaften des Abwehrreflexes geben.

Da keine Veranlassung vorliegt, an der Exaktheit der Beobachtungen zu zweifeln, drängt sich die Annahme auf, daß die Bewegung unter verschiedenen Bedingungen verschiedene Eigentümlichkeiten zeigen muß. Die Gesetze, nach denen sich diese Eigentümlichkeiten richten, liegen nicht klar zutage. Nach *Marie-Foix*¹²⁷⁾ ist die Bewegung um so brüsker, je größer die Intensität des Reflexes ist. Auch Kleinhirneinflüsse sollen dabei eine Rolle spielen. *André-Thomas*²⁾ denkt an einen Einfluß der Contracturen: während Kranke, die noch keine endgültige fixierte Flexionscontractur haben, überaus schnelle Abwehrreflexe aufweisen, sind diese bei hochgradigen Flexionscontracturen langsamer und beschränkter. Daß das Stadium der Erkrankung für die Geschwindigkeit des Abwehrreflexes eine Rolle spielt, zeigte auch der seinerzeit viel besprochene Fall von *Gerhardt*⁷⁸⁾ aus dem Jahre 1895; im Verlaufe der fortschreitenden Rückenmarkskompression wurden die anfänglich blitzartigen reflektorischen Beinflexionen träge.

Ich konnte bei meinen Fällen, sowohl denen mit cerebralen als auch denen mit spinalen Affektionen, unter denen sich allerdings keine Totalläsionen befanden, in der Mehrzahl folgendes Verhalten beobachten: nach einer merklich ausgeprägten Latenzzeit, (die nach *Strohl* 0,25—0,4 Sek. beträgt, aber nach *Marinesco*, *Radovici* und *Rascanu*¹³³⁾ von Reflex zu Reflex schwankt), beugte sich das Bein plötzlich mit großer Vehemenz, brüsk, losschnellend. Dieser Beginn zeigte oft einen schleudernden, rücksichtslosen Charakter, der besonders dann auffallend war, wenn die Bewegung keine zweckmäßige Abwehr des feindlichen Reizes darstellte, so bei Stichen in den Fußrücken. Diesem vehementen Beginn brauchte durchaus kein großer lokomotorischer Effekt zu entsprechen: es lag häufig eine Diskrepanz zwischen der Anspannung der Muskulatur, dem schleudernden Ansatz zur Kontraktion und der nur wenige Grade betragenden Beugung vor. In anderen Fällen freilich sprang das Bein bis zu seiner maximalen Flexion in die Höhe, und zwischen diesen Extremen fanden sich alle Übergänge. Das Ausmaß und die Intensität der Bewegung konnten durch Verstärkung der Auslösungsreize deutlich, wenn auch nicht wesentlich, gesteigert werden (eingeschränkte Geltung des Alles- oder Nichts-Gesetzes, *Böhme*³⁴⁾).

Erst nachdem die Akme der Beugung erreicht war, begann gewöhnlich die träge Phase der Bewegung. Bei einmaliger kurzdauernder Reizung

folgte auf die Verkürzung ein Augenblick tonischen Verharrens, der zu der meist langsamem, lytischen Erschlaffung überleitete. Diesen Typus zeigten 46 von den 57 untersuchten Fällen. In einem Fall war die Erschlaffung noch dadurch ausgezeichnet, daß sie in einzelnen Absätzen, also sakkadiert erfolgte. In den übrigen 11 Fällen war der ganze Zuckungsprozeß symmetrischer: das Tempo der Verkürzung und das der Erschlaffung unterschieden sich nicht so sinnfällig voneinander. Die hier gegebene Beschreibung entspricht im wesentlichen auch den myographischen Untersuchungen von *Froment*.

Es scheint also, daß die erste Phase der Kontraktion durchaus verschiedenen Charakter aufweisen kann, wenn auch ein rascher plötzlicher Beginn am häufigsten anzutreffen sein wird. Das darauf folgende kurze tonische Verharren und die allmähliche Lösung, die auch in der Literatur hervorgehoben worden ist, wären als typisch für den Abwehrreflex anzusprechen. Vielleicht können die elektromyographischen Untersuchungen von *Liddell* und *Sherrington*¹¹⁸⁾ zum Verständnis dieser Eigenschaften des Reflexes beitragen. Während der Beugereflex bei Tieren gewöhnlich in einer einheitlichen Reaktion aller Muskelemente besteht (*réaction d'embrée*), soll bei dem (gekreuzten) Extensionsreflex der Anstieg allmählich erfolgen (*recruitment type*). Es könnte ja sein, daß die Extensionsphase, die auf den Beugereflex beim Menschen folgt, auch nach diesem Typus verläuft.

Es wäre noch zu prüfen, welchen Einfluß auf die Kontraktionsgeschwindigkeit der Tonus der Muskulatur ausübt. Insbesondere erscheint die Frage wichtig, ob und inwiefern die Erschlaffung oder Mitkontraktion der Antagonisten einen schnellenden bzw. tragen Verlauf des Abwehrreflexes bewirken könnte. Das führt uns zu der allgemeinen Frage nach den Muskeln, die sich am Abwehrreflex aktiv beteiligen.

Welche von den Muskeln, die die Beugung bewirken können, in unserem Falle wirklich in Aktion treten, läßt sich nur zum Teil mittels der Inspektion und Palpation entscheiden. Gut sichtbar ist die Kontraktion des *M. tibialis ant.* (L 4—5), des *M. tensor fasciae latae* (L 4—5). *Böhme*²⁴⁾ konnte auch die Kontraktionen der *Mm. sartorius* (L 2—3), *rectus* (L 2—4), *gracilis* (L 2—4), *semitendinosus* (L 4—S 1), *extensor digitorum longus* (L 4—S 1) sehen. Es nehmen also an der Kontraktion Muskeln teil, die zu verschiedenen Segmenten (L 2—S 1) gehören. Zwei Fragen sind noch der Diskussion unterworfen: erstens, ob die wirksamen Muskeln funktionell fest miteinander verkoppelt sind, also ein einheitliches System bilden, und zweitens, wie sich die übrigen, im wesentlichen antagonistischen Muskeln während des Reflexaktes verhalten, ob sie sich mitkontrahieren, oder ob sie erschlaffen. Die Lösung dieser Fragen hat eine große theoretische Bedeutung für die gesamte Beurteilung der Abwehrreflexe.

Es handelt sich hier nämlich um das Problem, ob wir berechtigt sind, den Abwehrreflex mit den Phänomenen, die von Physiologen an Tieren mit durchschnittenem Rückenmark beobachtet worden sind, in Beziehung zu bringen. In jeder Epoche suchte die jeweilige klinische Anschauung Stütze und Begründung in den Ergebnissen zeitgenössischer physiologischer Forschung. So beeinflußten *Whytt*, *Prochaska*, *Legallois*, *Joh. Müller*, *Marshall Hall*, *Goltz*, *Freusberg* die Arbeiten der einander folgenden Generationen. In ähnlicher Weise gehen die gegenwärtigen reflexologischen Anschauungen vielfach von den Arbeiten *Sherringtons* und seiner Schule aus. Wären wir imstande, die Identität der Abwehrreflexe mit den Reflexvorgängen an *Sherringtons* spinalen Tieren zu behaupten, so wären uns tiefe Einblicke in das Wesen und den Mechanismus jener gegeben.

Nun ist aber die Berechtigung zur Gleichsetzung der Vorgänge beim Menschen und beim Tiere keineswegs selbstverständlich, und so hat sich denn an diese Frage eine große scharfsinnige Polemik geknüpft, die auch jetzt noch nicht zum Abschluß gekommen ist. Es handelt sich um Fragen der Morphologie und der Genese der Reflexe. Zur Klärung muß der Nachweis der Übereinstimmung der in der Klinik und im Laboratorium beobachteten Erscheinungen und die Untersuchung der Bedingungen, unter denen diese und jene zustandekommen, führen. Der endgültige Schluß könnte dann unter Hinzuziehung phylo- und ontogenetischer Betrachtungen gezogen werden. Wollen wir also zu einer Einsicht in das Wesen der Abwehrreflexe — oder wenigstens zu einer Einsicht in den jetzigen Stand der Ansichten über diesen Gegenstand gelangen, so müssen wir sowohl bei der formalen Beschreibung der Reflexe als auch später bei der Besprechung der Pathogenese auf die Tierexperimente Rücksicht nehmen.

Vergleicht man nun den Bewegungskomplex der beschriebenen häufigsten Form des Abwehrreflexes mit dem „flexion-reflex“ von *Sherrington*, so erscheint die Ähnlichkeit frappierend. Hier wie dort erfolgt auf unangenehme, feindliche, „nociceptive“ Reize eine einförmige Gesamtbeugung der Extremität. Jedoch ist durch diese äußere Übereinstimmung die morphologische Identität noch nicht bewiesen.

Nach *Sherrington*¹⁶⁹⁻¹⁷³⁾ gehören die Muskeln, die am flexion-reflex aktiv beteiligt sind, zu einem einheitlichen funktionellen System, dem System der Beuger, dem das System der Strecker als Antagonist gegenübersteht. Jeder einzelne Muskel kann nur einem der beiden Systeme angehören, selbst wenn er an zwei verschiedenen Gelenken seiner anatomischen Lage nach in entgegengesetztem Sinne wirksam sein könnte — als Beispiel kann der M. rectus femoris dienen, der die Hüfte beugt und das Knie streckt. Die Einteilung entspricht also nicht der anatomischen. Die Zusammenghörigkeit der Muskeln eines Systems ist im Nervensystem begründet. Der Innervationsimpuls wird allen Muskeln des Systems übermittelt, wenn ein Impuls der zentripetalen, afferenten Bahn, ein Reiz, der den Beugereflex auslösen kann, dem Rückenmark zugeleitet wird. Von welchem Punkt der reflexogenen Zone diese afferente Bahn auch kommen mag, zuletzt wird der Impuls in die gleichen Bahnen geleitet, die zu den Muskelkernen führen: alle synergistischen Reflexe benutzen „die letzte gemeinsame Strecke“, und daher führt die Gleichförmigkeit des Endeffekts.

Dieser Endeffekt ist nun nicht nur durch die Kontraktion des einen Systems

erschöpft: es gehört dazu die gleichzeitig eintretende Erschlaffung der Muskeln des anderen. Diese beiden Erscheinungen sind fest miteinander verbunden — das ist das Gesetz der reziproken Innervation. Das Wesentliche der Lehre besteht also in der Betonung des strengen „Entweder—oder“. Dieses Verhalten ist eine Teilerscheinung der allgemeinen integrierenden Tätigkeit des Zentralnervensystems.

Wie steht es nun in dieser Hinsicht mit den Abwehrreflexen? Die primitiven Methoden der üblichen klinischen Reflexprüfung stehen natürlich in einem Mißverhältnis zu der subtilen Fragestellung. Es ist in vielen Fällen gänzlich unmöglich, den Kontraktions- und Erschlaffungszustand der einzelnen Muskeln im Augenblick des Reflexes zu prüfen. Graphische Registriermethoden müßten systematisch angewandt werden, wenn hier ein Fortschritt erzielt werden soll.

Einige Beobachtungen scheinen gegen die strikte Anwendbarkeit der Sherringtonschen Gesetze auf die Abwehrreflexe am Menschen zu sprechen. In einem Fall von wahrscheinlicher Kompression des Dorsalmarks riefen die Schmerzreize, besonders die an der Bauchhaut applizierten, nicht nur den Beuge- sondern auch den noch zu beschreibenden Streckreflex hervor, was an und für sich, wie wir sehen werden, nicht ungewöhnlich ist. Auffallend war aber, daß anscheinend beide Reflexe gleichzeitig auftraten, miteinander in Kampf gerieten, das Bein für kurze Zeit fixierten, bis dann das Übergewicht des einen oder anderen Reflexes zur maximalen Beugung oder Streckung des Beines führte. Bisweilen wurde das Bein, im Knie gestreckt, unter kräftiger Beugung in der Hüfte emporgeschleudert. Im übrigen zeigten die Reflexe durchaus die Eigentümlichkeiten des Abwehrreflexes (Auslösung durch Summation unterschwelliger Reize, komplizierten Bewegungseffekt, dessen Charakter dem beschriebenen Typus entsprach, Unabhängigkeit vom Willen usw.). Ich verfüge nur über eine solche Beobachtung. *Böhme* sah auch initiales Schwanken, das den Eindruck erweckte, als ob sich das Bein erst überlege, ob es in Beugung oder Streckung übergehen solle. Immerhin muß gesagt werden, daß solche Fälle zu den Seltenheiten gehören und daß in der Regel — wenigstens für die äußere Beobachtung — in eindeutiger Weise entweder Beugung oder Streckung eintritt. Weitere Untersuchungen sind auf diesem Gebiete, besonders unter Anwendung exakter Methoden, erforderlich.

Auch die Frage nach dem Verhalten der Antagonisten ist nicht gelöst, obgleich eine große Zahl von Beobachtungen darüber vorliegt. Die meisten Fälle geben keinen sicheren Aufschluß über den Kontraktionszustand der Antagonisten. In allen meinen Fällen achtete ich auf die Wadenmuskulatur, indem ich die Wade mit der einen Hand umfaßte, während mit der anderen der Reflex ausgelöst wurde. In 16 Fällen konnte ich eine Veränderung des Tonus wahrnehmen, und zwar empfand ich 8 mal eine deutliche Erschlaffung des Triceps surae. In den übrigen

8 Fällen trat im Gegenteil eine Tonussteigerung ein. Da es sich um spastische Glieder handelte, zeigten die ohnedies hypertonischen Wadenmuskeln nur ein geringes Härterwerden. Verhinderte ich gewaltsam die Fußdorsalflexion (bei Auslösung nach *Marie-Foix*), so blieb auch die Tonussteigerung der Wade aus. Die Literatur bringt widersprechende Angaben über diese Frage.

*Riddoch*¹⁵⁹⁾ sah bei Rückenmarkstotalläsionen den Abwehrreflex stets von einer Antagonistenerschlaffung begleitet. Nach *Marie-Foix*¹²⁷⁾ geht der Flexion immer eine Erschlaffung der Extensoren voran. Dagegen beschreibt *Babinski*¹⁶⁾ gelegentliche Mitkontraktionen der Antagonisten, die bei bestimmter Lage der Glieder das Übergewicht erlangen können. *Froment* und *Loison*⁷⁶⁾ ⁷⁷⁾ bekämpfen mit besonderem Nachdruck die Lehre von der Antagonistenerschlaffung. Mit Hilfe von myographischen Untersuchungen wollen sie beweisen, daß die gleichzeitige, parallele und proportionale Mitkontraktion der Antagonisten für den Abwehrreflex charakteristisch sei und diesen in ihrer Energieverschwendung von der ökonomischeren willkürlichen Bewegung wesentlich unterscheide. [Daß die Antagonisten bei Rindenreizen erschlaffen, ist von *Sherrington* und *Hering* nachgewiesen worden; s. auch *Hering*⁹⁶⁾.] *Böhme*³⁵⁾ beobachtete sowohl Erschlaffung, als auch Mitkontraktion der Antagonisten. Er erklärt das verschiedene Verhalten durch den verschiedenen Anfangszustand der Antagonisten selbst; diese Auffassung steht mit der Theorie von *Magnus*¹²⁰⁾, nach der die Tonusveränderung im Muskel (in unserem Falle also in dem Antagonisten) eine Umschaltung im Rückenmark mit Umkehrung des Reflexablaufs bewirkt, im Einklang. Entsprechend den *Magnus*schen Experimenten könnte man erwarten, daß der Abwehrreflex bei gespannten Antagonisten zu ihrer Erschlaffung, bei erschlafften dagegen zu ihrer Mitkontraktion führen könnte, und dieses Verhalten beobachtete *Böhme* tatsächlich.

Ein dankbares Objekt für die Prüfung des Antagonistentonus bieten die Fälle, in denen die *Streckmuskulatur* besonders stark innerviert ist. Hier sind zwei Hemmungsphänomene zu beobachten: die *Lösung von Streckcontracturen* und das *Aufhören des Fußklonus* während des Abwehrreflexes. Das erste Phänomen ist zuerst von Laien bemerkt und ausgenutzt worden: nach *Brown-Séquards*⁴⁰⁾ Mitteilung aus dem Jahre 1868 half sich der Diener eines Patienten, bei dem die Extensionscontractur beider Beine das Ankleiden sehr erschwerte, dadurch, daß er mit Gewalt die große Zehe seines Herrn herunterdrückte, wonach sich die Beine leicht beugen ließen. Nach dem Zeugnis von *Marie-Foix*¹²⁷⁾ verfuhr die Pflegerinnen der Salpêtrière zu *Charcots* Zeiten fast ebenso: sie drückten sämtliche Zehen der Patienten herunter, um Streckkrämpfe zu lösen. *Charcot* hat diesen Handgriff seinen Pflegerinnen abgesehen. Von der Wirksamkeit dieser Methode kann man sich leicht bei den meisten Patienten mit Extensionscontracturen überzeugen. Nach *Léri*¹¹⁰⁾ kann die Hemmung der Extensionscontractur bei Hemiplegikern mitunter die einzige Manifestation des Abwehrreflexes darstellen.

Die *Unterbrechung des Fußklonus* durch den Abwehrreflex wurde zuerst von *Marie-Foix*¹²⁷⁾ beobachtet. Dieses Phänomen kann man in geeigneten Fällen regelmäßig nachweisen: die eine Hand drückt zur

Erzeugung des Klonus, wie üblich, gleichmäßig auf die Fußsohle. Kneift man dann mit der anderen Hand kräftig die Haut des Fußrückens, so hört der Klonus auf. In diesem Effekt sehen *Marie-Foix* den Ausdruck der antagonistischen Erschlaffung der Wadenmuskulatur. Dieser Auffassung widerspricht *Froment*¹²⁾: er sah die Klonusunterbrechung auch bei der Auslösung des hier noch zu beschreibenden Streckreflexes. Es handelt sich nach diesem Autor also nicht um eine antagonistische Wirkung, sondern einfach um eine Blockierung des Beines durch den neu hinzutretenden Reflex. Demnach herrscht auch in diesem Punkt keine Einmütigkeit. Ich will übrigens erwähnen, daß *Rouquier* und *Couretas*¹⁶⁴⁾ die Erscheinung der Klonushemmung durch den Abwehrreflex als Unterscheidungsmerkmal zwischen dem pyramidalen und extra-pyramidalen Klonus ansehen.

Bis jetzt hatten wir die Flexionsform des Abwehrreflexes im Auge, die auch in den meisten Fällen dem Untersucher als einzige Äußerung dieses Reflexes entgegentritt. Es finden sich aber bereits in den älteren Publikationen [*Budd*¹⁴⁾, *Romberg*¹⁶¹⁾, *Remak*¹⁵⁸⁾] Beobachtungen von Beinextensionen nach Hautreizen. Tatsächlich läßt sich der *Streckreflex* in einem kleinen Teil der Fälle auslösen, und zwar von dem proximalen Abschnitt der reflexogenen Zone aus, also gewöhnlich von der oberen Hälfte des Oberschenkels oder von der Bauchhaut, während von den distalen Partien der Beugerefex ausgelöst wird. Die Extension entbehrt der Kraft, die dem Beugerefex eigen ist. Zur Prüfung des Streckreflexes muß das Bein zuerst in Hüfte und Knie leicht gebeugt werden. Die Auslösungsreize sind dieselben wie für den Beugerefex. Der Effekt besteht in einer Streckung der Hüfte und des Knie und in einer Plantarflexion des Fußes und manchmal auch der Zehen. Dieser Reflex ist mit dem Femoralreflex von *Remak* identisch. Auch hier finden sich Analogien mit Tierreflexen.

Da nun für die elementaren Reflexe an spinalen Tieren wenigstens äußerliche Analoga bekannt waren, lag es nahe, auch nach den an Tieren studierten komplizierten Reflexen beim Menschen zu suchen. Tatsächlich gelang es *Marie-Foix*¹²⁶⁾ beim Menschen ein Gegenstück zu dem seit *Freusbergs* Untersuchungen bekannten *gekreuzten Streckreflex*, dem „crossed extension reflex“ von *Sherrington* zu finden. Dieser in voller Ausbildung seltene Reflex [*Foix*⁹⁸⁾] wird am besten in Seitenlage des Patienten ausgelöst: das obere Bein wird passiv flektiert, und dann wird am unteren Bein oder Fuß in üblicher Weise der Beugerefex ausgelöst. Gleichzeitig mit der Beugung des unteren Beines erfolgt die Streckung des oberen in Hüfte und Knie, während Fuß und Zehen in Plantarflexion übergehen. Nach *André-Thomas* kann in manchen Fällen als Andeutung des ganzen Vorganges nur die Zehenbeugung eintreten. Unter meinen 57 Fällen sah ich den gekreuzten Streckreflex in

voller Ausbildung nur einmal. Es handelte sich um eine Kranke mit traumatischer Dorsalmarkkompression in der Höhe des VII. Brustwirbels. Der Beugereflex war bis zum Nabel homolateral auslösbar, gleichzeitig mit diesem trat am Bein der Gegenseite eine kräftige Streckung ein. Die Intensität beider Bewegungen veränderte sich beim Wechsel des Reizortes in gleichem Sinne: sowohl gleichseitige Beugung als gegenseitige Streckung waren desto leichter auslösbar und desto ausgiebiger, je distaler der Reiz appliziert wurde. Der linksseitige gekreuzte Streckreflex, der von der rechten Seite ausgelöst wurde, unterschied sich nicht von dem rechtsseitigen, der auf linksseitige Reize auftrat. Interessant war eine Beobachtung, die die Patientin selbst gemacht und praktisch ausgenutzt hatte. Die Patientin wurde nämlich von häufigen qualvollen Spontanbeugungen der Beine heimgesucht. Sie fand nun heraus, daß sie durch heftiges Kneifen des einen Beines die Beugung des andern überwinden und so dieses Bein zur Streckung bringen konnte. Durch dosiertes Kneifen beider Beine konnte sie sich manchmal tatsächlich Ruhe verschaffen. Sie wandte hier ungefähr dasselbe Verfahren an, wie in den 30er Jahren der bereits erwähnte von *Budd* beschriebene Kranke, der sich vor dem unwiderstehlichen Einknicken der Beine bei den ersten Gehversuchen durch Reiben der Bauchhaut schützte, sich also des gleichseitigen Extensionsreflexes bediente. In beiden Fällen trat eine Erscheinung zutage, die sich gut in die *Sherringtonsche* Lehre einfügt, nämlich die Unterdrückung eines Reflexes durch den dem ersten antagonistischen Reflex. Es kommt kein Kompromiß zustande, kein Mittelding zwischen Flexion und Extension, sondern je nach der Intensität der entsprechenden Reize entweder das eine oder das andere.

Es scheint, daß wir auch beim Menschen manchmal einen komplizierten einheitlichen Reflexmechanismus nachweisen können, der die Flexion des linken und gleichzeitig die Extension des rechten Beines besorgt, während ein anderer, dem ersten entgegengesetzter, die umgekehrte Bewegung bewerkstellt. Die reflexogene Zone für den ersten Reflex läge auf der linken, die für den zweiten auf der rechten Seite. Der antagonistische Charakter beider Reflexe in *Sherringtons* Sinne äußert sich in vielen Beobachtungen. Auch *Froment* und *Loison* geben zu, daß der durch den gekreuzten Streckreflex erzeugte Spasmus der Extensoren durch einen hinzukommenden Beugereflex der gestreckten Seite trotz des fortbestehenden Reizes an dem heterolateralen Bein gelöst wird. Den umgekehrten Vorgang sahen wir in den oben erwähnten Fällen. Etwas modifiziert konnte ich ihn in noch einem Falle beobachten: wandte ich an einem Fuß für längere Zeit den *Marie-Foixschen* Handgriff an, so konnte der Kranke trotz großer Willensanstrengung die eintretende Flexion nicht überwinden. Drückte ich aber, ohne mit dem Druck auf die Zehen des ersten Fußes nachzulassen, auch die

Zehen des anderen Fußes herunter, so konnte der Patient ohne Anstrengung das erste Bein strecken, sobald der Druck auf der anderen Seite eine gewisse Intensität erreicht hatte.

Auch *Sherringtons* „spinale Induktion“ und „postinhibitorische Exaltation“ ist am Menschen nachgewiesen worden — die Erleichterung und Anregung des Reflexablaufs unmittelbar nach der Auswirkung des antagonistischen Reflexes. Diese Erscheinung führt zu sukzessivem Auftreten antagonistischer Reflexe, deren jeder seinem Nachfolger die Wege ebnet. Es entsteht daraus ein Alternieren, eine rhythmische Bewegung. Auf den Beugereflex mit gekreuztem Streckreflex folgt der Beugereflex des anderen Beines, der mit der Streckung des ersten Beines vergesellschaftet ist. Wenn sich dieses Spiel mehrmals wiederholt, entsteht der „Zeitmarkierungsreflex“, wie er an Tieren schon von *Goltz* beobachtet wurde, der Prototyp der rhythmischen Reflexe, aus dem durch Hinzutreten des Stehtonus der Gangreflex wird.

Nach *Sherrington* wird dieses Alternieren dadurch unterhalten, daß jeder einzelne Reflexeffekt einen neuen Reiz setzt, der die tiefen Gebilde der Extremitäten durch die Veränderung ihres eigenen Zustandes während des Reflexablaufs trifft, — einen „propriozeptiven Reiz“, der die antagonistische Bewegung reflektorisch hervorruft. Nach *Graham Brown*⁸⁸⁾ bedarf es dieser peripheren Neuauflösung der Reflexe nicht — die Rhythmusserzeugung wird als elementare Fähigkeit der Nervenzellen angesehen. Die rhythmische Bewegungsfolge wird nicht als sekundär aus vorgebildeten Einzelreflexen synthetisch zusammengestellt angesehen, sondern umgekehrt, der Einzelreflex wird als eine durch besondere Reize isolierte Phase der primär vorgebildeten rhythmischen Bewegung aufgefaßt.

Welcher der beiden Auffassungen man sich auch anschließt, der Zusammenhang zwischen den experimentell erzielten rhythmischen Bewegungen der Extremitäten bei Tieren und den Beuge- und Streckreflexen ist in dem einen und dem anderen Sinne so eng, daß es verlockend erscheinen mußte, zu untersuchen, ob am Menschen irgendwelche rhythmischen Phänomene im Zusammenhang mit Abwehrreflexen vorkommen. Diesem Problem sind zahlreiche Untersuchungen gewidmet.

Eine Art von rhythmischer Bewegung — der Klonus — gehört offenbar nicht hierher: denn der Klonus wird durch die Steigerung der Sehnenreflexe und nicht die der Abwehrreflexe unterhalten. Wir haben ja gesehen, daß der Klonus durch den Abwehrreflex aufgehoben wird. Dagegen konnte ich in 4 Fällen beobachten, daß sich an die kräftige Fußdorsalflexion des Abwehrreflexes auch bei Reizung solcher Zonen, die die Berührung des Fußes durch den Untersucher ausschlossen, nachträglich ein mehrere Sekunden anhaltender Fußklonus anschloß. Es waren aber sämtlich Fälle mit außerordentlich gesteigerten Sehnenreflexen.

Diesem Rhythmus, der seinen Ursprung in gesteigerten Sehnenreflexen hat, werden nun die Formen der rhythmischen Bewegungen

gegenübergestellt, die sicher mit den Abwehrreflexen zusammenhängen, [rythmicité à point de départ cutané, *Radovici*¹⁵⁶]). Im Gegensatz zu der schnellen, gleichmäßigen Folge brüsker, wie durch Induktionsstöße hervorgerufener Bewegungen beim Klonus müssen wir bei der zweiten Form Eigenschaften der Abwehrreflexe wiederfinden.

Zur Auslösung einer rhythmischen Folge von Abwehrreflexen genügt nur in seltenen Fällen eine einmalige kurzdauernde Reizung. Im allgemeinen muß man sich dazu der oben erwähnten Dauerreizung bedienen. Der Erfolg einer solchen Dauerreizung ist verschieden. Bei vielen Patienten unterscheidet er sich nicht von dem Effekt der kurzdauernden Reizung. Das Bein kehrt bald zur Ruhe zurück. Bei einer zweiten Gruppe (13 Fälle) hält das tonische Verharren mit geringem Zittern so lange an wie der Reiz, und dann erst beginnt die Erschlaffung. Die dritte Gruppe nimmt eine Mittelstellung zwischen den beiden ersten ein: der Tonus erschöpft sich noch vor Reizschluß, hält aber länger an, als bei kurzdauernder Reizung (11 Fälle). Bei all diesen Fällen kann natürlich im Augenblick der Unterbrechung des Reizes eine neue, eventuell noch stärkere Zuckung auftreten.

In einer kleinen Zahl von Fällen endlich — nach *Goldfam*⁹²) sind das die schwersten Fälle — reagiert die Extremität auf den Dauerreiz mit rhythmisch alternierenden Beuge- und Streckbewegungen. Ich hatte zweimal Gelegenheit dieses Phänomen zu beobachten, doch war es in beiden Fällen nicht voll ausgeprägt. Die Bewegungsfolge beschränkte sich auf die gereizte Extremität. In der Minute erfolgten 50—60 Beugungen. Das ganze Spiel ließ sich nicht länger als eine Minute aufrechterhalten. Daß die Streckung nicht etwa passiv durch die Schwerkraft während der Refraktärzeit des Beugereflexes erfolgte, ließ sich bei Seitenlage der Patienten nachweisen — trotz der Ausschaltung der Schwerkraft erlosch der Rhythmus nicht. Bei dem einen der Patienten (Kompressionsmyelitis) ließ sich derselbe Effekt durch fortgesetztes Stechen (in der Minute 180 Stiche, von denen jeder einzelne zu schwach war, um einen Reflex auszulösen) hervorrufen. Übrigens erwies sich hier der Rhythmus der Kontraktionen als unabhängig von dem Rhythmus der Reize.

Den rhythmischen Abwehrreflexen sind zahlreiche Untersuchungen gewidmet. Am auffallendsten ist die alternierende rhythmische Bewegung beider Beine, wobei gewöhnlich die Flexionsphase des einen Beines zeitlich mit der Extensionsphase des anderen zusammenfällt. Nach *Strohl*¹⁷⁸) wiederholen sich ca. 60 Doppelschritte in der Minute, in den Fällen von *Böhme* dauerte eine Flexion und eine Extension zusammen 3—5 Sek., wobei bis zu 20 Bewegungen erzielt werden konnten. *Marie* und *Foix* betonen, daß der Rhythmus ungefähr dem des ruhigen Ganges entspricht; wie wir sehen werden, ziehen sie daraus weitgehende Schlüsse. *Radovici* und *Fischgold*¹⁵⁷) fanden den Rhythmus nicht ganz unabhängig von der Art der Auslösung: bei der Erhöhung der Frequenz des zur Reflexauslösung verwendeten faradischen Stromes stieg auch die Frequenz der Beugungen und

Streckungen, aber nicht proportional der Stromfrequenz, sondern etwa proportional deren Logarithmus. Die Verfasser sehen darin eine Manifestation der allgemeinen Gültigkeit des Weberschen Gesetzes für das gesamte Nervensystem und nicht nur für psychische Erscheinungen. Ich erwähne diese Arbeit hauptsächlich um zu zeigen, welch entfernte Gebiete von der Abwehrreflexlehre gestreift werden.

Einen Hinweis auf die Möglichkeit des Vorkommens *synchroner rhythmischer* Abwehrreflexe beider Beine finden wir in dem Fall von *Boisseau, Lhermitte und Cornil*³⁸), wo sich bei einem Kranken mit Rückenmarkstotalläsion beide Beine alle 2 Sekunden gleichzeitig spontan beugten und streckten.

Mit den beschriebenen Formen sind noch nicht alle Erscheinungen, die hier und da beobachtet werden, erschöpft. Entsprechend dem Extensorstoß von *Sherrington* (Streckung der Hundepfote bei sanftem Druck auf die Sohle) und dem analogen *Baglionischen Reflex* beim Frosch²³) fand *Böhme* auch einen *Sohlendruckreflex* beim Menschen. Großer Formenreichtum herrscht unter den gekreuzten Reflexen, die bisweilen in gar kein Schema gezwängt werden können [s. *Pineas*¹⁵³]. Ich beobachtete bei einer Kranken mit multipler Sklerose folgendes Verhalten: von dem Fuß und dem Bein bis zur Mitte des Oberschenkels war der gewöhnliche homolaterale Beugereflex auszulösen. Von der oberen Hälfte des Oberschenkels aber und von einem handbreiten Hautstreifen oberhalb der Leistenfalte war bei üblicher Reizintensität kein gleichseitiger Effekt, wohl aber eine ausgesprochene Beugung des Beines der anderen Seite mit kräftiger Dorsalflexion des Fußes zu erzielen. Nur bei sehr starken Reizen beugte sich das homolaterale Bein mit. Bei dem erwähnten Patienten mit Kompressionsmyelitis sah ich neben dem üblichen Beugereflex ab und zu, besonders bei Bauchhautreizung, nach einer kurzen Abduktion beider Beine deren gewaltsame Adduktion eintreten, wobei die Hacken kräftig aneinanderschlugen. Bei demselben Kranken kontrahierten sich auch die Bauchmuskeln der gereizten Seite so stark, daß sich der Rumpf nach dieser Seite beugte. Die Beteiligung der Rumpfmuskulatur wird nicht ganz selten beobachtet; [*Babinski*¹⁵), *Froment*⁷¹]); *André-Thomas* stützt darauf, wie schon erwähnt, die topische Höhendiagnose bei Rückenmarkserkrankungen.

Eine Reihe von Erscheinungen, die nicht direkt zum Abwehrreflex gehören, ihn aber in bestimmten Fällen begleiten und denselben Verhältnissen wie er ihre Entstehung verdanken, verdienen hier erwähnt zu werden. Es sind das Prozesse, die unter dem Einfluß des vegetativen Nervensystems stehen.

Besonders häufig sieht man Reaktionen von seiten der Blase und des Mastdarms. Geräuschvollen Flatusabgang während der Auslösung des Abwehrreflexes habe ich sowohl bei spinalen als auch cerebralen Affektionen in meinen Protokollen mehrfach notiert. Dagegen konnte ich bei meinem Material, das keine schweren Rückenmarksaffektionen aufweist, niemals reflektorischen Stuhl- und Urinabgang beobachten. Solche Beobachtungen liegen aber in der Literatur der

Kriegs- und Nachkriegszeit in großer Zahl vor. Als cutaneo-viscerale Reflexe sind sie von *Danielopolu*, *Radovici* und *Carniol*⁵³), die die Blasen- und Mastdarmkontraktionen graphisch registrierten, genau beschrieben worden. Bei Rückenmarksverletzten stellten sich gleichzeitig mit dem Auftreten der Abwehrreflexe [*Lhermitte*¹¹⁶ 117]) reflektorische Urin- und Kotentleerungen ein, zu deren Auslösung dieselben Reize dienen können, wie zu der Auslösung der Abwehrreflexe. Mme. *Déjerine* und *Regnard* berichteten in der Pariser Neurologischen Gesellschaft am 3. Juni 1920 über einen Paraplegiker, der sich dieser Reflexe zur Urinentleerung bediente, indem er an seinem Penis zog. Die Vasomotoren des Gebietes, das dem vom Gehirn isolierten Rückenmarksabschnitt entspricht, nehmen an der Reaktion auf Reizungen dieses Gebietes ebenso teil, wie die Mm. arrectores pilorum und der Schweißabsonderungsapparat: Erblassen und Abkühlung der Haut, Gänsehautbildung und Schweißausbruch sollen in solchen Fällen den Abwehrreflex begleiten [*André-Thomas*⁴), *Babinski*¹⁵), *Head* und *Riddoch*⁹⁵), *Lhermitte* (l. c.)].

Finden sich diese zuletzt beschriebenen Phänomene überhaupt nur unter ganz bestimmten, in normalen Zeiten äußerst seltenen Umständen, so muß im Interesse der richtigen Perspektive noch einmal hervorgehoben werden, daß auch die anderen selteneren Erscheinungen, wie gekreuzte, rhythmische und Extensionsreflexe, nur in einem geringen Teil der Fälle anzutreffen sind. Bei ihrer unbestreitbaren theoretischen Bedeutung treten sie in praktischer Beziehung durchaus hinter dem sehr häufigen gewöhnlichen Beugereflex zurück.

V.

Bevor ich nun zu der Besprechung der klinischen Bedeutung der Abwehrreflexe übergehe, will ich noch einmal zusammenfassend die Kriterien überblicken, die uns die Unterscheidung zwischen dem Abwehrreflex und anderen Bewegungsphänomenen gestatten. Am wichtigsten ist die Abgrenzung gegen *willkürliche Bewegungen*.

Es ist ratsam, die Reflexprüfung zuerst unter möglichster Ablenkung der Aufmerksamkeit der Patienten vorzunehmen, dann erst die Untersuchung noch einmal zu wiederholen und dabei den Patienten einzuschärfen, daß sie jegliche absichtliche Bewegung unterlassen; man wird Wert darauf legen, zu hören, wie die Patienten, oft mit einem Erstaunen, erklären, sie könnten die unwiderstehliche Beugung ihrer Beine nicht durch den Willen beeinflussen. Mit diesen subjektiven Angaben dürfen wir uns aber nicht begnügen. Wir fordern den Patienten auf, sein Bein willkürlich zurückzuziehen, und vergleichen die Art der Kontraktion in beiden Fällen. Ist das Bein gelähmt oder hochgradig paretisch, so wird uns auffallen, daß die Beugung entweder gar nicht,

oder in viel geringerem Ausmaße willkürlich ausgeführt werden kann. In dem ganzen Wesen des Patienten drückt sich die angewandte große Anstrengung aus, das Blut wallt zum Kopf, die Hände krallen sich in das Bettlaken ein. Demgegenüber erfolgt die reflektorische Beugung mit Leichtigkeit, sowie die erforderliche Reizstärke erreicht ist. Das Erstaunen der Patienten über die Möglichkeit derartig ausgiebiger Kontraktionen in ihren gelähmten Extremitäten ist mitunter groß. Unter meinen Fällen zeigten 19 ein völliges Fehlen willkürlicher Beweglichkeit in den untersuchten Extremitäten, 9 Patienten waren zwar nicht vollständig gelähmt, konnten jedoch den Abwehrreflex nur zu einem Bruchteil des Bewegungsausmaßes willkürlich nachahmen.

Fehlt aber, wie in manchen beginnenden, leichten oder ausheilenden Fällen, die Einschränkung willkürlicher Beweglichkeit, so sind wir auf qualitative Vergleiche angewiesen. Natürlich ist der qualitative Vergleich zwischen der reflektorischen und der willkürlichen Bewegung dort am bequemsten durchzuführen, wo die eine Seite normale Verhältnisse darbietet, also insbesondere bei Hemiplegien. Bei dem Vergleich leistet uns die von *Babinski* betonte Bedeutung der Dorsalflexion des Fußes gute Dienste. Die Dorsalflexion der großen Zehe scheint kein obligater integrierender Bestandteil des Abwehrreflexes zu sein. Unter meinen Fällen fehlte sie 5 mal. Davon wird noch die Rede sein. Sehr wichtig, ja ausschlaggebend ist die Art der Bewegung. Dem Zappeln, Herauswinden, Hin- und Herzerren, der bunten Polymorphie der willkürlichen Reaktion, ihrem allmählicheren elastischen Beginn und plötzlichen Nachlassen mit schlaffem Herabfallen des Beines, ihrer Anpassung an die Reizquelle ist der stereotype, bisweilen unzweckmäßige, meistens vehement beginnende und lytisch abfallende Abwehrreflex geradezu entgegengesetzt. Je mehr der Einfluß des Patienten auf die Kontraktionen seiner Beinmuskeln verloren geht, desto fühlbarer für den Untersucher wird seine eigene Gewalt über das Bein des Untersuchungsobjektes. Man regiert es in manchen Fällen durch Verstärkung oder Abschwächung des Druckes auf die Zehen wie ein eignes Glied.

Diese Kriterien genügen in den meisten Fällen für eine sichere Unterscheidung zwischen dem Abwehrreflex und willkürlichen Bewegungen. Es bleiben einige wenige Fälle übrig, in denen die Frage nach der Natur der Flexion offen bleibt. Es sind das nur verschwindende Ausnahmen.

Es gibt noch zwei Gruppen von Bewegungen, die zu Verwechslungen mit den Abwehrreflexen Anlaß geben. Es sind das reflektorische Abwehrbewegungen, die das Gemeinsame haben, daß sie durch schmerzhafte Reizungen der gegenseitigen Extremität bei verschiedenen hyperalgetischen Zuständen ausgelöst werden.

1916 beschrieben *Guillain* und *Barre*⁹²⁾ folgenden Reflex bei akuten Erkrankungen (Entzündungen und Hämorrhagien) der Meningen: nach Reizungen des einen Beines flektiert sich das andere und reibt mit der Ferse die lädierte Stelle, als ob es dadurch die Ursache der Läsion zu entfernen versuchte. Leider gaben die Autoren diesen Bewegungen den verwirrenden Namen „echte Abwehrreflexe“, so daß von da an die Reflexe, die wir als Abwehrreflexe bezeichnen, in der französischen Literatur häufig mit dem unbefriedigenden Beiwort „sogenannte“ belegt werden: „réflexes dits de défense“. Wenn es auch kaum vorkommen dürfte, daß man in einem praktischen Falle das Phänomen der meningitischen Übererregbarkeit mit unserem Beugereflex verwechselt (die angeführte Beschreibung enthält die grundlegenden Unterscheidungsmerkmale), so ist die Gefahr des Mißverständens bei der Lektüre der zugehörigen Literatur um so größer. Daher wäre es dringend zu wünschen, daß hier eine Revision der Nomenklatur vorgenommen würde, wobei nach meinem Ermessen die Erscheinung, die ältere Rechte auf den Namen besitzt, ihn auch beibehalten sollte.

Zu der zweiten Gruppe von Reflexen, die differentialdiagnostisch in Betracht kommen, gehören die 1921 von *Babinski* und *Jarkowski*¹⁹⁾ bei Kranken mit *Brown-Séquardscher* Lähmung beschriebenen und als „hyperalgetische Reflexe“ bezeichneten Phänomene. Auch hier erfolgt auf Reizung des überempfindlichen (motorisch gelähmten) Beines eine rasche, brüsk Beugung des anderen Beines gleichzeitig mit einer wohl rein reflektorischen allgemeinen Schmerzäußerung. Noch kompliziertere Reaktionen beschrieben dieselben Autoren später für frische cerebrale Hemiplegien mit Hyperalgesien²⁰⁾. Die Unterscheidung dieser Reflexe von den Abwehrreflexen ist schon aus dem Grunde wichtig, weil beide Erscheinungen relativ häufig bei denselben Kranken vorkommen können. *Babinski* und *Jarkowski* geben folgende Merkmale der hyperalgetischen Reflexe, die sie von den Abwehrreflexen unterscheiden, an: 1. die Notwendigkeit schmerzhafter Reize, 2. die schnelle brüsk Bewegung, 3. das Fehlen der Dorsalflexion des Fußes und 4. die gekreuzte Auslösung. Daß die Unterscheidung mitunter schwer werden kann, zeigt der in der Pariser neurologischen Gesellschaft vorgetragene Fall von *Davidenko*²⁵⁾, wo dieser eine transversale Irradiation des gewöhnlichen Abwehrreflexes annahm, was aber von den Diskussionsrednern nicht anerkannt wurde.

Ich hatte Gelegenheit, eine Frau mit frischer rechtsseitiger Hemiplegie am ersten Tage nach dem Insult zu untersuchen, wobei sich Erscheinungen zeigten, die zum mindesten mit den beschriebenen nahe verwandt sein müssen. Auf das Kneifen des linken (nicht gelähmten) Beines reagierte die tief bewußtlose Patientin gar nicht. Schmerzreize am rechten Bein dagegen riefen den Beugereflex desselben Beines hervor. Waren die Reize am rechten Bein stark genug, so folgte eine von einem Seufzer begleitete rasche, weit ausholende Beugung des linken Beines in Knie und Hüfte. Der Fuß blieb durch seine Schwere passiv extendiert, die Sohle schleifte bei der Beugung des Beines auf dem Laken. Während auf den Beugereflex der rechten Seite nach kurzem tonischem Verharren die typische Lysis, die langsame Extension, folgte, blieb das linke Bein nach der Kontraktion im Knie spitzwinklig gebeugt aufgestellt stehen oder fiel schlaff auf die Unterlage zurück — es fehlte hier eben der für den Beugereflex charakteristische Übergang zu der antagonistischen Bewegung nach Abschluß der Beugung (Rückschlagszuckung, *Böhme*). Die beschriebene Reaktion konnte mit großer

Gleichmäßigkeit jedesmal hervorgerufen werden und hielt bis zum Tode der Patientin an, also auch während einer Zeit, wo keinerlei willkürliche Bewegungen ausgeführt wurden. Der Seufzer, den die Kranke aussieß, ließ die Schmerhaftigkeit des Vorganges vermuten. Daher ist es wohl erlaubt, auch diesen Fall zu der Kategorie der „hyperalgetischen Reflexe“ im Sinne von *Babinski* und *Jarkowski* zu rechnen. Der Unterschied zwischen diesen und dem Abwehrreflex zeigte sich hier besonders deutlich, da ja beide Arten von Reflexen an derselben Kranken zu beobachten waren. Die Unterscheidung soll insofern wichtig sein, als die hyperalgetischen Reflexe ein viel höher liegendes Zentrum besitzen müssen, als die Abwehrreflexe. Es interessiert auch in diesem Zusammenhang, daß *Foerster*⁶⁵⁾ im Jahre 1902 bei der Besprechung der Bewegungen im *gesunden* Bein, die *Leyden* durch Stiche in die Sohle des gelähmten Beines bei Kranken mit frischer Hemiplegie ausgelöst hatte, diese Reaktionen zu den Mitbewegungen rechnete, während er die Gesamtflexion des Beines, die oft den *Babinskischen* Reflex begleitet, nicht zu den Mitbewegungen, sondern zu den echten Reflexen zählte.

VI.

Wenn bei den eben erwähnten Erscheinungen wohl nur ihre äußere Form an die Abwehrreflexe erinnert, so müssen wir uns jetzt mit einer Reihe von Krankheitssymptomen beschäftigen, bei denen wir eine mehr oder minder nahe innere Verwandtschaft mit den Abwehrreflexen vermuten dürfen. Dazu gehören vor allem viele unter verschiedenen Namen beschriebene Reflexe, und unter diesen in erster Linie der *Babinskische* Reflex der großen Zehe. Daß der *Babinskische* Reflex bei positivem Abwehrreflex in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle positiv gefunden wird, unterliegt keinem Zweifel. Der Diskussion unterworfen ist aber die Frage, ob wir überhaupt berechtigt sind, beide Reflexformen auseinanderzuhalten, ob nicht, wie *Strohl* das ausdrückt, der *Babinski* die Minimalerscheinung des Abwehrreflexes darstellt.

In diesem Punkt steht die verneinende Antwort von *Babinski* selbst⁶⁶⁾ der bejahenden von *Marie* und *Foix*¹²⁵⁾ gegenüber. Auch *Marie* und *Foix* sahen Fälle mit dissoziertem Verhalten beider Reflexe¹²⁷⁾, jedoch glauben sie wegen der Seltenheit solcher Fälle und auf Grund theoretischer Erwägungen an ihre prinzipielle Zusammenghörigkeit. Die engen Beziehungen zwischen den beiden Reflextypen betonen auch *Claude* und *Lhermitte*, *Marinesco*, *Noica*, *Strohl*, *van Woerkom*. *Walshe*¹²⁸⁾ sieht im *Babinskischen* Reflex einen integrierenden Bestandteil des Abwehrreflexes. Dagegen führt *Babinski* eine Reihe von Argumenten, zum Teil experimenteller Art, an, die die Unabhängigkeit beider Erscheinungen beweisen sollen: man kann z. B. auf verschiedene Weise den *Babinskischen* Reflex zur Umkehrung bringen, ohne daß der Abwehrreflex sich ändert. Auf dem Standpunkte von *Babinski* stehen unter anderen *Böhme*⁸³⁾, *Pastine*¹⁵⁰⁾, *Goldflam*⁸²⁾. *Gierlich*⁷⁹⁾ gibt der prinzipiellen Trennung beider Symptome eine phylogenetische Begründung.

Wenn wir von theoretischen Gesichtspunkten absehen und uns fragen, wie weit wir auf Grund der beobachteten Tatsachen die Parallelen zwischen dem Abwehr- und Großzehenreflex ziehen dürfen, so gibt uns die Analyse folgendes: die reflexogene Zone des Großzehenreflexes bildet in der Regel zwar nur einen Teil der reflexogenen Zone des Abwehrreflexes, braucht aber nicht auf die Sohle beschränkt zu bleiben — sie ist es nach *Yoshimura*²⁰¹⁾ sogar in der Mehrzahl der Fälle nicht. Der Bewegungseffekt des *Babinski*-Reflexes — die Dorsalflexion der großen Zehe — ist gewöhnlich in der komplexen Bewegung des Abwehrreflexes enthalten: sie fehlte unter meinen Fällen bei Auslösung oberhalb der Sohle nur 5 mal gänzlich, worunter ein Fall wegen Arthritis deformans der Zehengelenke nicht zu verwerten ist. Allerdings sah ich nicht selten, daß die Dorsalflexion der großen Zehe nicht bei jeder Auslösung des Abwehrreflexes auftrat. Bei einiger Geduld gelang es aber, wenigstens ab und zu eine angedeutete Dorsalzuckung der Zehe zu erhalten. In dem Charakter der Zuckung findet sich eine — allerdings nicht vollständige — Übereinstimmung: in beiden Fällen unterscheidet sich die Bewegung von einer willkürlichen durch tonisches Verharren. Dagegen finden wir den trügen Ansatz zur Bewegung, der für den *Babinski* so charakteristisch ist, beim Abwehrreflex nur selten. Endlich müssen wir prüfen, ob es dasselbe Krankenmaterial ist, das beide Symptome darbietet. Bei der Besprechung der Bedingungen, unter denen der Abwehrreflex vorkommt, werden wir diese Frage bejaht finden. *Goldflam* sah bei positivem Abwehrreflex niemals einen negativen *Babinski*. *Marie-Foix* beobachteten dieses Verhalten selten. Unter meinen Fällen zeigten nur zwei bei *Sohlenreizung* keine Dorsalflexion der großen Zehe. Es erfolgte dabei keinerlei Zehenbewegung.

Daß anderseits Fälle vorkommen, die bei positivem *Babinski* keinen pathologischen Beugereflex aufweisen, wird allgemein zugegeben. Leider kenne ich keine Statistik, aus der hervorgeinge, in wieviel Prozent der *Babinski*-positiven Fälle der Abwehrreflex fehlt. Jedenfalls ist diese Zahl viel niedriger, als allgemein angenommen wird. Prüft man auf gut Glück Patienten mit positivem *Babinski* auf ihre Abwehrreflexe, so wird man diese immer wieder auslösen können. Manchmal treten die Abwehrreflexe erst in einem späteren Stadium einer Erkrankung, bei der der *Babinskische* Reflex schon früher vorhanden war, auf [*Claude* und *Lhermitte*⁵⁰⁾]. Von großer diagnostischer Wichtigkeit sind die Fälle, in denen der *Babinskische* Reflex erst nachträglich zu einem vordem vorhandenen Abwehrreflex hinzukommt. Bei einem solchen Falle, der lange Zeit als traumatische Neurose betrachtet worden war, fand ich neben einem wenig charakteristischen Kopf- und Extremitätentremor als einziges eindeutiges organisches Symptom einen sicheren Abwehrreflex (ohne Zehendorsalflexion) an beiden Beinen.

Erst nach mehreren Wochen der Beobachtung zeigte sich der *Babinski*-sche Reflex, Ungleichheit der Bauchreflexe, Augenhintergrundveränderungen, die die Diagnose der multiplen Sklerose ermöglichten. Dieser eine Fall kann natürlich nicht die Überlegenheit des Abwehrreflexes als pathognostischen Symptoms beweisen, aber er kann als Mahnung dienen, in zweifelhaften Fällen auch bei negativem *Babinski* diese Untersuchungsmethode zu berücksichtigen.

Die engen Beziehungen zwischen dem Abwehrreflex und dem Reflex der großen Zehe sind nach dem Gesagten so offenkundig, daß es kaum möglich wäre, diese Beziehungen ganz zu leugnen. Andererseits offenbaren sich aber, besonders auf dem noch reichlich verworrenen Gebiet der vollständigen Durchtrennungen des Rückenmarks, anscheinend recht tief gehende Differenzen zwischen dem einen und dem anderen Reflex, Differenzen, die vielleicht auf einer Verschiedenheit des Mechanismus beruhen. Es ist ja die Vermutung geäußert worden, daß der Sohlenreflex selbst noch weiter differenziert werden müßte: außer der pathologischen Dorsalflexion der großen Zehe steht der normalen, wohl tegmento-corticalen Plantarflexion der großen Zehe noch eine andere pathologische Form gegenüber: die *spinale* Plantarflexion, wie sie oft bei traumatischen Rückenmarksdurchtrennungen vorkommen soll. [*Minkowski*¹³⁸), *Klien* in der Diskussion zum Referat von *Cassirer*⁴⁵.)] Vielleicht ist diese Reflexform auch peripher durch eine Degeneration des N. peroneus bedingt und bedeutet keinen prinzipiellen Unterschied im tieferen Mechanismus gegenüber der Dorsalflexion (*Claude* und *Lhermitte*). Wie dem auch sei, wenn in einem Falle mit *pathologischer* Plantarflexion der großen Zehe der Abwehrreflex positiv gefunden wird, so ist also die Erscheinung nicht einfach mit dem Schlagwort der Dissoziation des Abwehr- und *Babinskireflexes* abgetan, ebensowenig, wie uns in solch einem Falle der Vermerk: „*Babinski negativ*“ befriedigen kann. Gerade auf diesem Gebiet, wo die Phänomene so sehr individuellen Variationen unterworfen sind, ist es gefährlich, mit starren Begriffen zu operieren [*Bersot*²⁸]).

Auch in bezug auf die Intensität der Phänomene findet sich nicht immer ein Parallelismus zwischen dem Abwehrreflex und dem *Babinskischen* Reflex. In 11 Fällen fand ich bei doppelseitiger Auslösbarkeit beider Phänomene den Abwehrreflex auf der einen, den *Babinski* auf der anderen Seite stärker ausgeprägt. In den übrigen Fällen war keine solche Diskrepanz nachweisbar.

Interessant sind auch die Beziehungen des Abwehrreflexes zum *Oppenheimischen* Phänomen. In 14 von meinen Fällen fand ich den *Oppenheimischen* Reflex negativ. In 4 von diesen Fällen beschränkte sich die reflexogene Zone für den Abwehrreflex auf den Fuß bezw. auf diesen und das untere Drittel des Unterschenkels. Hier blieben auch starke Reize an den

mittleren und oberen Partien des Unterschenkels erfolglos. In den übrigen 10 Fällen dagegen lag die obere Grenze der reflexogenen Zone zwischen dem Knie und der Leistenbeuge. In diesen Fällen konnte bei genügend starker Friction der Schienbeinbegleitend, ebenso wie durch Kneifen und Stechen, der Abwehrreflex ausgelöst werden, der, wie meistens, von einer Dorsalflexion der großen Zehe begleitet war. Trotzdem glaubte ich mich nicht berechtigt, hier einen positiven *Oppenheim* anzunehmen: die Dorsalflexion der großen Zehe, die für diesen Reflex charakteristisch ist, wenn sie isoliert auftritt, war hier nur schwach ausgeprägt und machte den Eindruck eines Anhängsels des komplizierten Abwehrreflexes. Im Gegensatz dazu sah ich in den übrigen Fällen schon bei Reizstärken, die unter der Reizschwelle des Abwehrreflexes lagen, eine Dorsalzuckung der großen Zehe ohne erkennbare Bewegung im Bein. Erst bei sehr kräftigem Reiben kam auch diese hinzu. Auch hier taucht wieder die Frage auf, ob diese Unterscheidungen berechtigt sind, ob wir es nicht nur mit graduellen Verschiedenheiten zu tun haben; ebenso wie für den *Babinskischen* Reflex, müssen wir die Frage einstweilen offen lassen und uns kraft der Überlegung, daß wir auch im *Oppenheimschen* Reflex ein prägnantes Symptom für diagnostische Zwecke besitzen, mit der herrschenden Unsicherheit in den Abgrenzungen abfinden.

Während bei dem Bestreichen der Sohle und des Tibiarandes immerhin der Eindruck einer spezifischen elektiven Beziehung dieser Manipulationen zu der Dorsalflexion der großen Zehe entstand, wobei ich also unentschieden lasse, ob wir es hier mit besonderen Reflexen oder nur mit der „Minimalmanifestation“ des Abwehrreflexes zu tun haben, konnte ich mich bei dem *Gordonschen* Reflex von einer solchen elektiven Beziehung nicht überzeugen. Die Frage der Bedeutung des *Gordonschen* Reflexes unterliegt noch einer lebhaften Diskussion. *Gordon* selbst⁸⁷⁾ hält an der Bedeutung seines Reflexes fest und verteidigt seinen reflektorischen und selbständigen Charakter gegen *Goldflam*⁸⁸⁾, der wenigstens für einen Teil der Fälle diesen Charakter leugnet und das Phänomen auf die hyperalgetische Reflexübererregbarkeit zurückführt. Auch die Beziehung des *Gordonschen* Reflexes zu dem Abwehrreflex ist behauptet (*Babinski*) und abgestritten worden [*Kino*¹⁰³]). Daher habe ich bei meinem Material stets auf den *Gordonschen* Reflex geachtet und gefunden, daß der Bewegungseffekt genau dem entsprach, der durch Reizung der Unterschenkelhaut zur Auslösung des Abwehrreflexes hervorgerufen wurde. Im besonderen konnte in den erwähnten 5 Fällen, in denen der Abwehrreflex von keiner Dorsalflexion der großen Zehe begleitet war, diese Bewegung auch durch den *Gordonschen* Handgriff nicht ausgelöst werden. In den 6 Fällen, in denen der Abwehrreflex nur vom Fuß ausgelöst werden konnte, fehlte auch jeder Reflex auf den *Gordonschen* Handgriff (während der *Oppenheimsche* Reflex in zwei von diesen Fällen positiv war).

Überhaupt erweisen sich verschiedene Reflexe als Abarten des Abwehrreflexes. Schon 1882 warnte *Westphal*¹⁹⁶⁾ davor, von einer Wiederkehr des vordem vermißten Kniephänomens zu sprechen, wenn nicht ausgeschlossen werden konnte, daß die beim Beklopfen des Ligamentum patellae auftretende Quadricepszuckung auf einen Hautreflex zurückzuführen sei. War hier der Streckreflex gemeint, so spielt der häufigere

Beugereflex eine noch größere Rolle bei der Beurteilung der sogenannten paradoxen Sehnenphänomene. Das Auftreten eines dem gewöhnlichen Reflex entgegengesetzten Effektes beschrieb für das Kniephänomen *Benedikt*²⁷⁾ im Jahre 1889, für das Achillesphänomen *Schäfer*¹⁶⁷⁾ 1899. Für das Zustandekommen des *Benediktschen* Phänomens, der statt der Kniestreckung eintretenden Kniebeugung, gab *Sternberg*¹⁷⁷⁾ in seiner Monographie eine befriedigende Erklärung: ist der Muskel, der bei dem gewöhnlichen Reflexablauf die Hauptrolle spielt, also der Quadriceps, stärker geschädigt als seine Antagonisten, so kann es vorkommen, daß der Sehnenreflex dieser Antagonisten, deren rezeptorische Organe durch den fortgeleiteten Reiz auch sonst getroffen werden, das Übergewicht erlangt, während sich in der Norm diese antagonistische Bewegung nicht durchzusetzen vermag. Diese Erklärung, die sicher für eine Reihe von Fällen paßt, kann für eine Reihe anderer nur mit Hilfe künstlicher Annahmen aufrechterhalten werden.

Sehr instruktiv ist in dieser Beziehung die Gegenüberstellung der zwei Fälle von *Sittig*¹⁷⁴⁾, der die *Sternbergsche* Erklärung für beide gelten läßt. In dem zweiten Falle steht die Berechtigung dazu außer Zweifel: es ist durchaus einleuchtend, daß bei einer Kaudaerkrankung mit stärkster Beteiligung der oberen Lumbalwurzeln gerade der Quadriceps atrophisch gelähmt sein kann. Dagegen bleibt der Verfasser im ersten Fall, einer Schußverletzung des V. Brustwirbels mit Rückenmarksläsion, eine ähnlich überzeugende Begründung schuldig. Die gegebene Beschreibung des Phänomens spricht dafür, daß hier überhaupt kein Sehnenreflex, sondern ein Abwehrreflex vorliegt: die deutliche Latenzzeit, die langsame, träge Zuckung, die Erschöpfbarkeit des Reflexes, seine Auslösbarkeit mit Hilfe mehrerer Schläge, deren jeder einzelne unwirksam blieb, — wenn hier die Kniebeugung nicht gerade durch das Beklopfen der Quadricepssehne ausgelöst wäre, könnte man überhaupt kaum auf eine andere Vermutung kommen, als daß es sich um den Abwehrreflex gehandelt habe. Dafür spricht auch das Vorhandensein von Spontanbeugungen der Beine. Leider ist in der Arbeit nicht angegeben, ob der Abwehrreflex auf andere Weise auszulösen war. Auch hier zeigt es sich, wie wünschenswert die Einführung der Prüfung der Abwehrreflexe in das Schema der neurologischen Untersuchung wäre.

Die enge Beziehung zwischen den paradoxen Kniephänomenen und dem Abwehrreflex konnte ich bei einer Patientin mit fortgeschrittener multipler Sklerose feststellen. Am rechten Bein war der Patellarreflex deutlich vorhanden. Am linken Bein dagegen war leichteres Beklopfen ganz unwirksam, bei kräftigem schmerhaftem Klopfen trat aber eine Beugung in Hüfte, Knie und Sprunggelenk auf, genau wie beim Abwehrreflex, der hier sehr deutlich, und zwar links wesentlich stärker als rechts, ausgesprochen war. Auch hier trat der Effekt nach deutlicher Latenzzeit und häufig erst nach wiederholtem Klopfen auf, auch hier ermüdete der Reflex nach mehrmaliger Auslösung. Die Kranke war hochgradig paretisch. Es ließ sich ein stärkeres Befallensein der Extensoren nicht nachweisen. Der Achillesreflex war beiderseits vorhanden. Ein zweiter ähnlicher Fall von multipler Sklerose war noch

dadurch ausgezeichnet, daß sich beide Knie in extremer spitzwinkliger Contracturstellung befanden. Auch hier bewirkte das Beklopfen der Quadricepssehne keine Streckung, sondern eine Beugung der Hüfte und des Fußes, wobei die Kniebeugung wegen der Contractur nicht in Erscheinung trat. Auch in diesem Falle war der Achillesreflex vorhanden.

Die Zugehörigkeit des Schäferschen Antagonistenreflexes zu den Abwehrreflexen ist schon 1900 von Babinski erkannt worden. Für den Patellarreflex ist das von Lorenz¹¹⁹) behauptet und von Guillain und Barré⁹³) wenigstens als möglich zugegeben worden.

Da es unzählige Methoden der Reizung tiefer Gebilde und der Haut gibt, da der Bewegungseffekt des Abwehrreflexes sehr vielgestaltig sein kann, und da man dem einen oder anderen Bestandteil dieses Effektes die Hauptaufmerksamkeit schenken kann, sind viele Reflexe beschrieben worden, die als besondere Formen des Abwehrreflexes gelten müssen: der Brissaudsche Reflex der Fascia lata*), der Poppersche Reflex¹⁵⁴) und viele andere, auf deren Aufzählung ich verzichte.

Eine Besprechung verdient noch die Beziehung des Abwehrreflexes zu den Sehnenreflexen. Daß es sich hier um wesentlich verschiedene Phänomene handelt, erwähnte ich bereits in der Einleitung. Die einfache, oft auf einen Muskel beschränkte Bewegung, die kurze Latenzzeit, die blitzartige Kontraktion und Erschlaffung, die weitgehende Unermüdbarkeit, das Fehlen des Reizsummationsphänomens, die Beschränkung der reflexogenen Zone auf Gebilde, die mit dem Muskel zusammenhängen, die Übereinstimmung des Niveaus der afferenten und efferenten Bahn, die Art des zur Auslösung erforderlichen mechanischen Reizes — das sind Merkmale, die schon bei unmittelbarer klinischer Betrachtung den Sehnenreflex vom Abwehrreflex unterscheiden. Nun fragt es sich, welche Veränderungen wir an den Sehnenreflexen unter Bedingungen, die zum Auftreten der Abwehrreflexe führen, wahrnehmen.

In der überwiegenden Mehrzahl der Fälle fand ich die Sehnenreflexe gesteigert, gewöhnlich mit einem Klonus verbunden. Immerhin zeigte auch dieses Material, daß keine feste Verkoppelung zwischen den beiden Symptomen besteht. In zwei Fällen — in einem Falle von multipler Sklerose und einem Fall von Spina bifida — fehlten die Patellarreflexe völlig, im ersten Falle auch die Achillesreflexe. Dazu kommen die zwei Fälle mit „paradoxem Kniephänomen“. In weiteren zwei Fällen von multipler Sklerose waren die Patellarreflexe herabgesetzt. In einem Falle war die Steigerung der Sehnenreflexe auf der Seite der schwächeren Abwehrreflexe stärker ausgesprochen, während in der Mehrzahl der Fälle in dieser Hinsicht ein Parallelismus bestand. Schließlich zeigte ein Fall von Syringomyelie folgendes Verhalten:

*) S. „Pratique neurologique“ von Marie¹²³).

bei starker rechtsseitiger Herabsetzung des Temperatur- und Schmerzempfindens, die vom Rippenbogen bis zur Mitte des Unterschenkels reichte, fehlte rechts der Patellarreflex, während er links, ebenso wie die Achillesphänomene beiderseits, gesteigert war. Die Abwehrreflexe waren beiderseits, wenn auch links etwas stärker, auslösbar.

Auch in der Literatur finden sich Hinweise auf die Dissoziation beider Symptome. *Babinski*¹⁶⁾ sah bei Tabikern, die außerdem an spastischer Paraplegie litten, Abwehrreflexe neben fehlenden Sehnenphänomenen, ebenso *Goldflam*⁸²⁾ bei Hemiplegien, die Tabeskranke betrafen. Instruktiv ist der Fall von *Roussy* und *Corneil*¹⁶⁵⁾: bei einem Patienten mit schlaffer Lähmung des einen Beines nach Poliomyelitis ant. acuta entwickelte sich eine Rückenmarkskompression. Die Abwehrreflexe, die darauf auftraten, waren auch in dem vorher kranken Bein trotz völligen Fehlens der Sehnenphänomene und auch des *Babinskischen* Reflexes sehr lebhaft. Weitere Beispiele bieten Kränke mit *Friedreichscher* Krankheit (*Babinski*). Es müssen also recht tiefe Unterschiede in dem Mechanismus und in den Bahnen beider Reflexarten vorliegen.

Es handelt sich hier nicht nur um eine geringfügige Abweichung, sondern in bestimmter Hinsicht sogar um eine Gegensätzlichkeit. Fälle mit extrem gesteigertem Sehnenreflex zeigen gewöhnlich nur mäßige Abwehrreflexe, ebenso umgekehrt. Es handelt sich dabei um zwei Typen der Paraplegie, deren Differenzierung voneinander hauptsächlich *Babinski*¹⁰⁾ ¹²⁾ ¹⁸⁾ durchgeführt hat. Dem klassischen *Erbschen* Bild der spastischen Paraplegie mit hochgradig gesteigerten Sehnenreflexen, erhöhtem Streckertonus und Streckcontracturen der unteren Extremitäten stellte *Babinski* das neue Bild der *Flexionsparaplegie* gegenüber: bei diesem Typus beherrscht die Tonuserhöhung der Flexoren das Bild. Der Beugereflex ist hochgradig gesteigert, der Flexorentonus ist nicht, wie der Extensoronus beim ersten Typus, dauernd, sondern intermittierend erhöht, Beugecontracturen zwingen die Kränke, mit an den Leib gezogenen Beinen im Bett zu liegen. Die Steigerung der Sehnenreflexe gehört aber nicht zu diesem Symptomenkomplex. Dieser Typus soll der schwereren Form der Erkrankungen entsprechen [*Alajouanine*¹⁾, *Foix*⁶⁸⁾, *Nicaud*¹⁴⁴⁾].

Ist es nun ein Zufall, daß gerade die extreme Steigerung der Beugereflexe nicht mit der Extensions- sondern mit der Flexionscontractur verbunden ist? Wir haben gesehen, daß der Abwehrreflex imstande ist, die Extensionscontractur zu lösen. Es läßt sich zeigen, daß er andererseits zu einer Flexionscontractur führen kann. Diese Tatsache steht mit *Foersters*⁶⁶⁾ Theorie von dem Zustandekommen derartiger spastischer Contracturen in Einklang: bei Erkrankungen der Pyramidenbahn streben die Glieder, die Lage, in der sie sich aus irgendeinem Grunde befinden, spastisch zu fixieren. Daher die Häufigkeit der Extensionscontracturen bei bettlägerigen Kränken. Daher aber auch die Entwicklung von Flexionscontracturen bei Kränken, deren Abwehrreflexe die Beine bei den geringsten Reizen extrem beugen. Die Contractur

ist dann nur eine Fixierung des Abwehrreflexes. Daher werden die Bezeichnungen, die *Babinski* den beiden Contracturtypen beilegt, verständlich: contracture tendino-réflexe und contracture cutanéo-réflexe. Die Bezeichnungen geben die receptorischen Gebiete an, durch deren Reizung die Contracturen ständig aufrechterhalten werden.

Unter meinen Fällen fanden sich 5 mit Beugecontracturen der Beine. Bei einer Patientin bildete der Unterschenkel einen rechten Winkel gegen den Oberschenkel. Bei allen übrigen waren Hüfte, Knie und Sprunggelenk maximal gebeugt, so daß es nur mit sehr großer Gewalt gelang, eine geringe passive Streckung zu erreichen. Ab und zu ließ jedoch die Contractur, anscheinend spontan, nach. Während solcher Intermissionen gelang es, den Abwehrreflex zu prüfen. In allen Fällen erwies er sich als außerordentlich stark. Eine weitere Patientin mit alter Hemiplegie erzählte, daß sie früher ebenfalls an „zusammengezogenen Beinen“ gelitten hätte, daß sich die Beine aber infolge von Massage und Elektrisation gestreckt hätten. Bei der Untersuchung war zwar ein erhöhter Tonus der gesamten Beinmuskulatur, aber keine Contractur festzustellen. Interessant war die Beobachtung, die ich bei einer anderen Patientin mit Hemiplegie machen konnte: im Beginn der Untersuchung lagen die Beine gestreckt im Bett. Nach mehrmaliger Reflexauslösung aber traten Spontanbeugungen ein, wonach schließlich das Bein nicht mehr zur Extension zurückkehrte, sondern in Beugecontractur, die stundenlang anhielt, verharrte.

Eine weitere Illustration zum Einfluß der Reflexe auf den Contracturtypus bietet der Fall von *Böhme*⁵⁴), wo ein Decubitus als starker Reiz eine Flexionscontractur unterhielt, die nach der Abheilung des Decubitus einer Extensionscontractur Platz machte. Auch nach *André-Thomas*⁵²) entscheidet das Vorhandensein des Abwehrreflexes bei wechselndem Contracturtypus zugunsten der Flexion. Besonders eng sollen die Beziehungen der Abwehrreflexe zu den Frühcontracturen der Hemiplegiker sein [*Davidenko*⁵⁴]).

Wenn hier der Einfluß des Vorhandenseins der Abwehrreflexe auf den Tonus der Muskeln deutlich zutage tritt, so zeigt *Walshe*¹⁹⁵), daß auch die umgekehrte Beeinflussung nachgewiesen werden kann. Nach diesem Autor schränkt die Steigerung des Extensorentonus den Abwehrreflex ein, reduziert ihn bis auf den Rest des einfachen *Babinskischen* Reflexes (der nach *Walshe* ein Teil des Abwehrreflexes ist). Durch die Beeinflussung des Extensorentonus mit Hilfe der *Magnusschen* Reflexe—durch Drehungen des Kopfes nach der gelähmten und gesunden Seite des Hemiplegikers — soll der Abwehrreflex abgeschwächt bzw. gesteigert werden.

Die interessanten Analogien, die sich zwischen dem komplizierten Effekt des Abwehrreflexes und den Erscheinungen der *Mitbewegungen* durchführen lassen, werden uns noch bei der Frage nach dem Meca-

nismus des Abwehrreflexes beschäftigen. Von den spontanen Kontraktionen und ihrer Beziehung zu der Reflexübererregbarkeit war schon die Rede.

VII.

Ich gehe jetzt zu der Frage über, in welchen Fällen und unter welchen Bedingungen der Abwehrreflex auftritt. Daß wir bei erwachsenen gesunden Individuen unter gewöhnlichen Umständen keinen Abwehrreflex (gemeint ist, wie überall, die sogenannte pathologische Form) zu erwarten haben, wird wohl allgemein anerkannt. Die Einschänkung, daß es sich nicht um Säuglinge handeln darf, wird noch genauer zu besprechen sein. Des weiteren hat *Goldflam* den Beugereflex bei gesunden Erwachsenen während des Schlafes gefunden. Diese Beobachtungen entsprechen den von *Lewy*¹¹²⁾ referierten Untersuchungen *Bickels* über den *Babinskischen* Reflex im Schlaf. In der Folge werden wir von den zwei erwähnten Einschränkungen absehen und nur von wachen Erwachsenen sprechen. *Bei diesen bedeutet die Auslösbarkeit des typischen Abwehrreflexes stets eine organische Störung im Zentralnervensystem* [*Kroll*¹⁰⁵⁾, *Levy-Valensi*¹¹¹⁾, *Marinesco* und *Noica*¹³⁰⁾ u. a.]. Ich habe an über 200 Kranken beiderlei Geschlechts mit verschiedenen inneren Leiden, aber ohne Zeichen einer organischen Nervenaffektion nach dem Abwehrreflex gesucht und nie den oben beschriebenen typischen Effekt erzielen können. Das gilt auch für Patienten mit schweren tuberkulösen Affektionen, bei denen die Reflexerregbarkeit im allgemeinen gesteigert gefunden wurde, und für hysterische und neurasthenische Individuen, bei denen die sehr lebhafte Allgemeinreaktion auf den Schmerzreiz bisweilen einen Abwehrreflex vortäuschte, aber stets mit Hilfe der bereits angeführten Kriterien als willkürliche oder halbwillkürliche Bewegung erkannt werden konnte.

Die 57 von mir untersuchten Patienten mit positivem Abwehrreflex (24 Männer und 33 Frauen) litten an folgenden Affektionen des Zentralnervensystems: 21 Kranke litten an multipler Sklerose, 17 an Hemiplegie, darunter 10 linksseitige und 7 rechtsseitige, 15 alte und 2 frische Hemiplegien, ein Kranke litt an Pseudobulbärparalyse, bei einem weiteren war die Vermutungsdiagnose einer Thrombose der Art. cerebellaris post. inf. gestellt worden. Es lag in einem Falle eine alte Hemiathetose nach cerebraler Kinderlähmung vor, in 3 Fällen eine Lues cerebrospinalis mit spastisch-paretischen Erscheinungen an den Beinen, in 2 Fällen — amyotrophische Lateralsklerose, in 3 Fällen — Rückenmarkstumoren, darunter ein operierter, in einem Fall eine alte traumatische Rückenmarks kompression nach einer Fraktur des VII. Brustwirbels, in einem Falle eine Spina bifida occulta, in einem Fall — Syringomyelie; in 2 Fällen handelte es sich um zwei Brüder mit familiärer spastischer Diplegie und in 2 Fällen um Paraparesen ungeklärter Ätiologie. Außerdem fand sich der Abwehrreflex bei einem Patienten mit schwerem urämischem Koma.

Bei der Beurteilung dieser Zusammenstellung muß wohl besonders hervorgehoben werden, daß wir es hier sowohl mit cerebralen als auch

mit spinalen Prozessen zu tun haben. Die große Mehrzahl der Patienten litt an chronischen Krankheiten, wie das bei der Besonderheit des Materials verständlich ist. Immerhin hatte ich Gelegenheit, 2 Patienten mit Apoplexien eine halbe Stunde nach dem Insult bzw. am nächsten Tage zu untersuchen.

Das Vorkommen der Abwehrreflexe sowohl bei spinalen als auch bei cerebralen Leiden findet sich in der Literatur vielfach bestätigt. Nach *Babinski*¹⁶⁾ sind die Abwehrreflexe bei spinalen Prozessen, wo sie erst einige Zeit nach dem Auftreten der Affektion erscheinen, stärker ausgeprägt, als bei Gehirnleiden, wo sie sehr früh nachweisbar sind. Dieses quantitative Verhältnis erlaubt nach *Bing*³⁰⁾ differentialdiagnostische Schlüsse. Der schwächste Sohlenreiz, der gerade imstande ist, den *Babinskischen* Reflex auszulösen, soll in der Mehrzahl der spinalen Erkrankungen bereits einen „Fluchtreflex“ des ganzen Beines auslösen, bei cerebralen Krankheiten jedoch nicht. Die Schwierigkeit der praktischen Verwertung dieses Symptoms folgt aus den Überlegungen, die wir bereits an die Sohlenreizungen geknüpft haben.

Nach *Foersters*⁶⁶⁾ Ansicht müssen die Verbindungen beider Hemisphären mit dem Rückenmark gestört sein, damit der Beugereflex auftritt. Während diese Bedingung bei spinalen Prozessen gewöhnlich erfüllt sein dürfte, würde sie für die Verhältnisse im Gehirn der Notwendigkeit einer doppelseitigen Affektion gleichkommen (doppelseitige Hemiplegie, Pseudobulbärparalyse usw.). Tatsächlich finden sich in solchen Fällen lebhafte Abwehrreflexe [*Alajouanine*¹]), die reflexogene Zone ist ausgedehnt (in meinem Fall von Pseudobulbärparalyse bis zur Leistenbeuge) es sind ausgedehnte Irradiationsphänomene nachweisbar, die sich auch auf die oberen Extremitäten beziehen. *Marie* und *Foix*¹²⁹⁾ beschreiben sogar einen Fall von typischer Flexionsparaplegie infolge von zwei symmetrischen nekrotischen Erweichungs-herden oberhalb des Corpus callosum. Ähnliche Erscheinungen bieten auch Kranke mit Apoplexie und Durchbruch in die Ventrikel, wo eine fortgeleitete Störung der kontralateralen Bahnen angenommen werden kann. Demgegenüber bleiben doch noch die zahlreichen Fälle von einseitigen Gehirnaffektionen zu berücksichtigen, wo wir trotz der Einseitigkeit deutliche, wenn auch nicht so stark ausgeprägte Abwehrreflexe finden. So vor allem bei einseitigen Apoplexien.

Daß nach Insulten die Abwehrreflexe sehr früh gefunden werden, ist schon verschiedentlich angegeben worden [*Alajouanine* l. c., *Léri*¹¹⁰), *Marie* und *Foix*¹²⁷), *Gierlich*⁷⁹]). Ich fand sie in dem erwähnten Falle eine halbe Stunde nach dem Schlaganfall an beiden Beinen ausgeprägt, die reflexogene Zone überschritt nur wenig die Höhe des Sprunggelenks. *Babinski* war ebenfalls positiv, ob er vor dem Abwehrreflex aufgetreten war, wie das *Gierlich* beschreibt, konnte ich nicht feststellen. In dem

zweiten Fall mit frischer Hemiplegie, den ich an dem auf den Ictus folgenden Tage sah, war der Abwehrreflex bereits auf die gelähmte Seite beschränkt. Bei allen Kranken mit alter Hemiplegie fand ich den Abwehrreflex nur auf der paretischen Seite. Dieses Verhalten entspricht auch den Angaben der Literatur.

Wie sich die Abwehrreflexe bei anderen Gehirnerkrankungen verhalten, ist nur zum Teil sicher festgestellt. Bei einer 21 jährigen Patientin mit seit früher Kindheit bestehender Hemiathetose erhielt ich durch Anwendung des *Bechterew-Marie-Foixschen* Handgriffs keinen Effekt. Beim Kneifen und Stechen des Fußrückens und der unteren Hälfte des Unterschenkels dagegen geschah folgendes: die athetotischen Bewegungen des Beines und Fußes wurden unruhiger und ausgiebiger, um mit einer kurzen Beugezuckung im Knie und in der Hüfte sowie einer tonischen Dorsalflexion des Fußes zu enden. Nach einem Augenblick der Ruhe begannen die gewöhnlichen athetotischen Bewegungen von neuem. Wiederholte man die Untersuchung mehrmals, so trat ab und zu statt der beschriebenen Reaktion eine maximale dreifache Beugung des Beines und Fußes ein, wie wir sie auch sonst beim Abwehrreflex finden. *Babinski* und *Oppenheim* waren in diesem Falle positiv. Nebenbei sei bemerkt, daß bei jedem Reiz, der am Fuß und am Bein appliziert wurde, auch die gelähmte obere Extremität in die Höhe geschleudert wurde (longitudinale Irradiation).

Nach *Goldflam*⁸²⁾ wird der Abwehrreflex ebenso wie der *Babinskische* Reflex bei corticalen Herden negativ gefunden. Unsicher ist es, ob er bei extrapyramidalen Erkrankungen vorkommt; von *Goldflam* wird das geleugnet. Dagegen will *Alajouanine* den Abwehrreflex bei striären Erkrankungen gefunden haben, und *Marie-Foix*¹²⁴⁾ sahen ihn manchmal bei athétose double. Immerhin fehlen noch autoptisch sichergestellte Fälle mit ausgeprägten Abwehrreflexen bei Prozessen, die die Pyramidenbahn vollständig frei lassen.

Wahrscheinlich müssen wir auch die Fälle von Koma, bei denen der Abwehrreflex und der *Babinski* beobachtet werden, den Gehirnschädigungen durch toxische Einflüsse zurechnen. Ich habe bei dem Patienten mit dem schweren urämischen Koma an dem Tage des Todes beiderseits den *Babinskischen* und den Abwehrreflex auslösen können. Bei der Sektion wurde eine Granularatrophie der Nieren und keine makroskopisch erkennbare Veränderung am Zentralnervensystem festgestellt. Im Leben aber bot der Patient das Bild einer schweren cerebralen Affektion mit tiefer Bewußtlosigkeit, angedeuteter *déviation conjuguée* und asymmetrischer Facialisinnervation. Im übrigen fanden sich die Symptome der Granularatrophie und der Urämie.

Die ausgeprägtesten Formen der Abwehrreflexe sind bei Rückenmarkskrankheiten beobachtet worden, und zwar besonders bei solchen, die das Organ in seinem ganzen Querschnitt und nicht nur in einem System, etwa den Pyramidenbahnen, betreffen [*Babinski*¹⁶⁾, *Froment*¹⁷⁾ *Marie*-

*Foix*¹²⁷), *Strohl*¹⁷⁹]). Daher liefern auch die Kompressionen des Rückenmarks durch Tumoren, durch tuberkulöse Prozesse (*Pott'scher Buckel*), traumatische Einwirkungen das beste Material zum Studium der Abwehrreflexe. Dabei finden sich auch am häufigsten die komplizierten Formen, wie gekreuzte Reflexe usw. Auch bei Systemerkrankungen der Pyramidenbahn sind die Abwehrreflexe positiv, aber dabei viel weniger intensiv, als bei den unsystematischen Affektionen (so bei den Kranken mit amyotrophischer Lateralsklerose und mit syphilitischer Paraparesie). Die Polysklerotiker verhalten sich verschieden, wahrscheinlich je nach der Anordnung der Herde. Ein Teil weist außerordentlich kräftige Abwehrreflexe, auch deren seltener Formen auf, bei anderen sind sie kaum oder gar nicht auslösbar. Der Vorschlag von *Goldflam*, die stärkere oder schwächere Ausbildung der Abwehrreflexe für die Differentialdiagnose zwischen Rückenmarkstumoren und multipler Sklerose zu verwerten, kann also mitunter irreführen. Ich erinnere noch an den Fall von Rückenmarkstumor mit sehr schwachen Abwehrreflexen, den *Guillain*, *Alajouanine*, *Périsson* und *Petit-Dutailly*⁹¹) beobachteten. In der Regel aber wird die starke Entwicklung der Abwehrreflexe, insbesondere das Auftreten der tonischen und intermittierend-rhythmischen Form für eine Rückenmarkscompression sprechen.

Bei dem *Brown-Séguard*schen Symptomenkomplex ist der Abwehrreflex gewöhnlich entweder nur auf der Seite der motorischen Lähmung oder wenigstens vorzugsweise auf dieser Seite auszulösen [*Babinski* und *Jarkowski*¹⁹), *André-Thomas* und *Jumentié*⁶]). Dagegen fand *Claude*⁴⁸) in einem Falle den Abwehrreflex am stärksten auf der anästhetischen Seite ausgeprägt. Nach *Goldflam*⁸²) ist die Latenzzeit auf der anästhetischen Seite länger.

Bei Tabikern sind die Abwehrreflexe nur unter besonderen Umständen bei hinzutretender Hemiplegie oder Paraplegie beobachtet worden (*Babinski*, *Goldflam*). Ich habe 8 Tabeskränke in verschiedenen Stadien, darunter auch zwei beginnende und einen terminalen Fall, untersucht und keinen Abwehrreflex gefunden. Vor kurzem hat *F. Negro*¹⁴²) über seine Beobachtungen an ataktischen Tabikern, die Bewegungen von großer Ähnlichkeit mit den Abwehrreflexen gezeigt haben sollen, berichtet. Es ist aber unwahrscheinlich, daß es sich dabei um wirkliche Abwehrreflexe gehandelt hat.

Umstritten ist das Auftreten der Abwehrreflexe bei der *Friedreichschen* Krankheit. *Goldflam* hat es nicht beobachtet. Im Gegensatz dazu stehen die Angaben von *Babinski*¹⁵), der die Reflexe gerade bei der *Friedreichschen* Krankheit besonders ausgiebig und brusk gefunden hat; vgl. auch *Babinski*, *Vincent* und *Jarkowski*²²), *Marie* und *Foix*¹²⁷), *Strohl*¹⁷⁹), *Lamaze*¹⁰⁶), *Austregesilos*⁸).

VIII.

Alle bis jetzt aufgezählten Prozesse reproduzieren noch nicht völlig die Bedingungen, die bei den Tierversuchen von *Goltz*, *Freusberg*, *Sherington* und anderen erfüllt waren — zu einer vollkommenen Trennung

zwischen dem Gehirn und den kaudalen Teilen des Rückenmarks kommt es selbst bei hochgradiger Kompression durch Tumoren usw. sehr selten. Wenn wir also zur tieferen Erforschung des Wesens unserer Reflexe und im Verfolg des Gedankengangs, der uns bei der formalen Beschreibung des Bewegungseffektes geleitet hat, die Pathogenese des Abwehrreflexes mit der Pathogenese der *Sherringtonschen* Reflexe vergleichen wollen, so müssen wir uns an die seltenen Fälle der menschlichen Pathologie halten, wo eine vollständige Durchtrennung des gesamten Rückenmarksquerschnitts stattgefunden hat. Wegen der großen Seltenheit dieses Vorkommnisses sind wir gezwungen, die vorhandenen Erfahrungen, die literarisch festgelegt sind, möglichst sorgfältig zu sammeln und zu sichten, wenn wir zu einem Urteil kommen wollen.

Der Höhepunkt des Streites um das Gesetz von *Bastian*²⁵⁾ und *Bruns*⁴²⁾ fiel in die 90er Jahre und in die ersten Jahre unseres Jahrhunderts, also in eine Zeit, wo die Abwehrreflexe noch sehr wenig beachtet wurden. Daher ist es schwer, sich bei der Lektüre der Arbeiten aus jener Zeit eine Vorstellung darüber zu bilden, ob sich die darin enthaltenen Angaben über das Verschwinden oder Erhaltenbleiben der Sehnen-, allenfalls noch der Sohlenreflexe auch auf den Abwehrreflex übertragen lassen. Einzelne uns interessierende Beobachtungen wurden aber auch damals mitgeteilt.

*Egger*⁶¹⁾ sah bei einer Kranken 11 Jahre nach einer Halswirbelfraktur mit vollständiger Durchquetschung des Rückenmarks, ebenso wie vor ihm *Kahler* und *Pick* sowie *Radner*, als Antwort auf Nadelstiche in die *Planta pedis* klonische Krämpfe der Beine auftreten. In dem *Gerhardtschen* Fall⁷⁸⁾ (1895) folgte auf jede Berührung eine Flexion des ganzen Beines, und dieser Hautreflex blieb auch beim Fortschreiten des Prozesses bestehen, nahm nur einen trügen Charakter an, während die Sehnenreflexe allmählich abnahmen. Hier handelte es sich nach der — allerdings angefochtenen — Ansicht des Verfassers um eine vollkommene Durchtrennung des Rückenmarks. Im *Senatorschen* Falle¹⁶⁸⁾ fällt das Bestehen einer Beugecontractur auf, in den Publikationen von *Kausch*¹⁰²⁾, *Kocher*¹⁰⁴⁾, *Fr. Schultz* und *Solieri*¹⁷⁵⁾ wurde nur allgemein das Erhaltenbleiben der Hautreflexe vermerkt. Im Gegensatz dazu mußten die Verteidiger des *Bastian-Brunsschen* Gesetzes, die von einer totalen Areflexie nach Rückenmarksdurchtrennung sprachen, dabei wohl auch den Abwehrreflex gemeint haben [*Munch-Petersen*¹⁴⁰⁾ u. a.].

Bei der Spärlichkeit des einwandfreien Materials blieb die Frage in der Schwebe [*Lapinski*¹⁰⁷⁾]. Die Beobachtungen von *Déjerine*, *Lévy-Valensi* und *Long*⁵⁷⁾ ⁵⁸⁾ an einem Fall traumatischer Totalläsion bezogen sich schon unmittelbar auf den Abwehrreflex, der im Gegensatz zu den Sehnenreflexen noch zwei bis drei Wochen vor dem Tode, der 9 Monate nach dem Unfall eintrat, sehr ausgiebig war. Dieser eindeutige Befund blieb aber vereinzelt. Erst der Krieg mit seiner Fülle von Schußverletzungen des Rückenmarks ermöglichte das systematische Studium dieser Verhältnisse an großem Material. Wenn wir auch jetzt noch von einer klaren Kenntnis der verschiedenen Einflüsse auf die Reflex-

erregbarkeit des isolierten Rückenmarks weit entfernt sind, so können doch einige Tatsachen als feststehend angesehen werden.

*Cassirer*⁴⁵⁾ bekannte sich in seinem Referat, daß er in der X. Jahresversammlung der Gesellschaft Deutscher Nervenärzte im Jahre 1920 über Rückenmarksverletzungen hielt, mit geringen Einschränkungen zur *Bastianschen* Regel, die in der Mehrzahl der Fälle von der Praxis bestätigt würde. *Foerster* und *Mann* hoben aber in der Diskussion auch die Abweichungen von der Regel hervor, und betonten das Vorkommen der Abwehrreflexe der Beine. Eine große Zahl von Beobachtungen dieser Art bringt die französische und englische Literatur.

Bereits 1915 konnten Mme. *Déjerine* und *Mouzon*⁵⁹⁾ über Fälle mit vollständiger Durchtrennung des Rückenmarks, bei denen die Abwehrreflexe auslösbar waren, berichten. 1917 beschrieben *Guillain* und *Barré*⁹³⁾ 15 aus einer großen Zahl von Verletzungen sorgfältig ausgesuchte Fälle von Totalläsionen (1919 wurde noch ein Fall hinzugefügt). Die Dauer des Überlebens schwankte hier zwischen 2 und 43 Tagen und betrug im Durchschnitt 2 Wochen. Nur bei 3 von diesen 16 Kranken war der Abwehrreflex positiv, und auch hier war er schwach entwickelt. Dagegen war der Sohlenreflex gewöhnlich sehr ausgesprochen; sein Effekt bestand in einer langsamen Plantarflexion der großen oder aller Zehen und bei 9 Kranken in einer ausgedehnten Beugebewegung des ganzen Beines. Diese Bewegung soll sich von dem normalen Sohlenreflex unterschieden haben. Die Verfasser sehen in ihr einen Abwehrreflex, dessen reflexogene Zone auf die Sohle beschränkt ist. Den tragen plantaren Typus des Reflexes der großen Zehe erklärten sie als so charakteristisch für eine Totalläsion, daß der dorsale Typus eine solche nach ihrer Meinung auszuschließen erlaubt.

In einem von *Claude* und *Lhermitte*⁵⁰⁾ 1916 beschriebenen Fall war drei Wochen nach der Verletzung ebenfalls nur ein Reflex von der Sohle auslösbar. Nach drei Monaten jedoch fand sich ein deutlicher Abwehrreflex. Nach der Beschreibung von *Roussy*, *Oelsnitz* und *Cornil*¹⁶⁶⁾ ergab die Untersuchung bei einem Patienten mit Totalläsion 18 Monate nach der Verletzung ebenfalls einen positiven Abwehrreflex. In dem Fall von *Boisseau*, *Lhermitte* und *Cornil*³⁸⁾ (1922) waren 7 Monate nach der Verletzung die Abwehrreflexe positiv und blieben es bis zum Ende (31 Monate nach der Verletzung).

Nun entspricht es auch den Erfahrungen der Experimentatoren, daß unmittelbar nach einer Rückenmarksdurchtrennung keinerlei reflektorische Tätigkeit des Rückenmarks nachzuweisen ist, und daß erst nach einer für verschiedene Tierarten verschiedenen langen Zeit Reflexe auftreten [*Goltz*⁸⁵⁾]). Während aber die Periode der Areflexie für niedere Tiere nach Minuten zählt, beträgt sie schon beim Affen mehrere Wochen [*Trendelenburg*¹⁸¹⁾]). Diese und die klinischen Erfahrungen veranlaßten *Lhermitte*¹¹⁵⁾ ¹¹⁶⁾ ¹¹⁷⁾ auch beim Menschen nach Totalläsionen des Rückenmarks verschiedene Stadien zu unterscheiden: in dem ersten, dem *Chokstadium*, das mehrere Monate anhalten kann, fehlen die Abwehrreflexe, wie auch alle übrigen Reflexarten. In dem zweiten, dem *Stadium des Rückenmarksautomatismus*, sind die Abwehrreflexe sehr stark entwickelt, sie kehren als erste Reflexart wieder, sind zuerst nur von der Sohle, dann auch von einer ausgedehnteren reflexogenen Zone auslösbar; auch ein gekreuzter Streckreflex soll beobachtet werden. Der Effekt ist von dem Reizort unabhängig.

*Guillain*⁹⁰) bezog nun seine Erfahrungen (das Fehlen des Abwehrreflexes bei Reizung höherer Gebiete usw.), wie sie oben referiert worden sind, auf das erste Stadium — seine Patienten hatten das zweite nicht erlebt. Bei länger überlebenden löst ein drittes Stadium, das der *terminalen Areflexie*, das zweite vor dem Tode ab.

Wenn wir vom Standpunkt dieser Ansichten die Angaben der Autoren betrachten, die bei ihren Patienten keine Reflexe fanden, so können wir die Vermutung aussprechen, daß wenigstens in einem Teil der Fälle die zu kurze Dauer des Überlebens an dem negativen Resultat schuld sein dürfte. Für den Umstand, daß im Anfang die Reflexe, deren Mechanismus ja, wie die spätere Reparation zeigt, nicht vernichtet sein kann, aufgehoben sind, sind viele Erklärungsversuche, die hier nicht ausführlich wiedergegeben werden können, vorgeschlagen worden. Genannt seien die Theorien des Choks, der Diaschisis corticospinalis [*v. Monakow*¹³⁹]), der Isolierungsveränderungen im Rückenmark [*Munk*¹⁴¹]). Es ist immerhin leichter, anzunehmen, daß nach dem Abklingen dieser Störungen der bis dahin unterdrückte Apparat des caudalen Abschnitts des Rückenmarks wieder in Funktion tritt, als sich ein vikariierendes Eintreten dieses Abschnittes für die abgetrennten höheren Teile des Nervensystems vorzustellen, wie das *Munch-Petersen* (l. c) getan hat.

Daß das zweite Stadium mit lebhaften Abwehrreflexen keineswegs in jedem Falle, auch bei genügend langer Überlebungsduauer, eintritt, wird allgemein zugegeben. Es bleibt ein Teil von Fällen übrig, die der Regel von *Bastian* und *Brunn* strikt gehorchen. Für unsere Auffassung von den Rückenmarksfunktionen sind aber die positiven Fälle weit wertvoller, als diese negativen. Denn, abgesehen von den vielen anderen Erklärungsversuchen für das *Brunn-Bastiansche Gesetz*, ist es ja gut denkbar, daß das Ausbleiben der Reflexe durch Umstände bedingt sein kann, die an der groben Gewalteinwirkung liegen können. *Goltz* und *Ewald*⁸⁶) haben schon bei ihren Tierversuchen gesehen, daß der post-operative Chok um so länger anhielt, je mehr die Rückenmarksdurchtrennung einen quetschenden Charakter hatte. Der abnorme Zustand, in den der ganze caudale Abschnitt des Rückenmarks und die peripheren Nerven durch das Trauma und die anschließenden Zirkulationsschädigungen versetzt werden, war schon lange Gegenstand genauer Untersuchungen [*Leyden*¹¹⁴), *Oppenheim* und *Siemerling*¹⁴⁸), *Egger*⁶¹), *Brisaud*³⁹]). *Claude*⁴⁹) hat den caudalen Abschnitt in drei Fällen erweicht bzw. verflüssigt gefunden. Diese Fälle entsprechen nicht jenen Tierexperimenten, in denen das sonst intakte Rückenmark vom Gehirn getrennt wird, sondern sie erinnern vielmehr an die Versuche, die in der erwähnten Arbeit von *Goltz* und *Ewald* beschrieben sind: an die Exstirpationen des gesamten caudalen Endes des Rückenmarks.

Kein Wunder, daß auch hier jede spinal geregelte Reflextätigkeit erlischt. Die positiven Fälle aber lehren uns, daß tatsächlich auch bei vollständiger Unterbrechung aller Verbindungen zwischen dem Lumbalmark und dem Gehirn der Ablauf des Abwehrreflexes möglich bleibt.

Englische Autoren, die in wesentlichen Punkten zu denselben Resultaten gekommen sind, wie die französischen, stimmen mit diesen aber doch nicht ganz überein. *Head* und *Riddoch*⁹⁵⁾ betonen vor allem die in ganz besonderer Weise ausgeprägte Stereotypie der Reflexeffekte, die bei Totalläsionen des Rückenmarks in den Körpergebieten, die zu dem unteren Rückenmarksstumpf gehören, nach Ablauf des Chokstadiums ausgelöst werden. Wo der Reiz innerhalb der reflexogenen Zone auch angreift, die Antwort ist stets die gleiche — der „*massreflex*“ im Gegensatz zum „*local sign*“ bei unvollständigen Läsionen, wo der Reflex je nach dem Reizort variieren kann. Der Reflex äußert sich bei Totalläsionen in einer stereotypen komplizierten Bewegung, die nur aus einer Phase, der der Flexion, besteht. Gekreuzte Streckreflexe kommen nach diesen Autoren nur bei unvollständigen Läsionen vor (s. auch *Riddoch*¹⁵⁹⁾]. Zum „*massreflex*“ gehört noch die unwillkürliche Urinentleerung und der Schweißausbruch in dem caudalen Körperabschnitt. Der „*massreflex*“ soll stets eine schwere Schädigung bedeuten, jedoch auch dieses Zeichen ist kein untrügliches Kriterium einer anatomischen Totalläsion [*Head*⁹⁴⁾]. Ein solches klinisches Kriterium gibt es anscheinend überhaupt nicht. Die Angabe von *Riddoch*, daß bei unvollständigen Läsionen die reflexogene Zone für den Beugereflex das Knie nicht überschreite, widerspricht den Erfahrungen der meisten anderen Autoren [*Babinski*¹⁶⁾].

Es sind jetzt die wichtigsten Zustände, bei denen der Abwehrreflex vorkommt, vom klinischen Standpunkt besprochen. Bei Erkrankungen der peripheren Neurone, sowohl der motorischen als der sensiblen, scheint der Abwehrreflex nicht vorzukommen.

IX.

Vergegenwärtigen wir uns die anatomischen Veränderungen, die den verschiedenen Erkrankungen mit positivem Abwehrreflex zugrunde liegen, so müssen wir hervorheben, daß diese Veränderungen in jeder Höhe des Zentralnervensystems mit Ausnahme der untersten Rückenmarksabschnitte und vielleicht der Hirnrinde liegen können. Sollte die wesentliche Veränderung in einer Affektion von bestimmten Leitungsbahnen gesucht werden, so müßte es sich hier also um Bahnen handeln, die von der Rinde zu den Rückenmarkszentren oder in umgekehrter Richtung verlaufen. Aus der Aufzählung der Erkrankungen, bei denen der Abwehrreflex gefunden wurde, geht die Rolle der corticospinalen Bahn — der Pyramidenbahn — am Zustandekommen des

Abwehrreflexes hervor. Die anderen Bahnen, die das Gehirn mit dem Rückenmark verbinden, kommen weniger in Betracht, denn Abwehrreflexe werden auch bei Herden gefunden, die oberhalb der Stammganglien liegen, dagegen nicht oder höchst selten bei extrapyramidalen Erkrankungen. Vorsichtig ausgedrückt, können diese Überlegungen in der Regel zusammengefaßt werden, daß *die Abwehrreflexe bei solchen organischen Prozessen vorkommen, die irgendwie die Pyramidenbahn affi eren*. Daneben mögen die Schädigungen der zentralen sensiblen Bahnen gewisse quantitative Einflüsse ausüben, wie das *Filimonoff* will.

Bei der Aufstellung der obigen Regel stützen wir uns auf dieselbe Argumentation, wie sie 1898 von *Babinski*⁹⁾ für seinen Reflex angeführt wurde: in allen bisher beobachteten Fällen mit Abwehrreflexen war eine Läsion der Pyramidenbahn unzweifelhaft festgestellt, sehr wahrscheinlich oder zum mindesten möglich. Dagegen ist bei sicher intakten Pyramidenbahnen noch nie ein echter Abwehrreflex beobachtet worden. In dieser Tatsache liegt die hauptsächliche klinisch-diagnostische Bedeutung der Abwehrreflexe.

In der Frage nach dem Umfang und der Art der Störungen im Pyramidenystem, die den Abwehrreflex bedingen sollen, herrscht noch Unsicherheit. Es besteht keine absolute Einstimmigkeit darüber, ob die einseitige Schädigung der Bahn ausreicht [*Alajouanine*¹⁾]. Die Beobachtung von *Vincent, Krebs* und *Chavany*¹⁸⁸⁾ spricht für diese Annahme. Was die Art der pathologischen Veränderung betrifft, so spricht eine Reihe von Beobachtungen dafür, daß die Abwehrreflexe gerade bei nicht degenerativ veränderten Pyramidenbahnen am stärksten sind. [*Babinski*¹⁶⁾, *Claude*⁴⁷⁾, *Froment*⁷¹⁾: nach *Nicaud*¹⁴⁴⁾ finden sich in $7/8$ der Fälle von Flexionsparaplegie keine Pyramiden degenerationen.] *Claude* zog aus diesem Verhalten sogar prognostische Schlüsse: sehr ausgesprochene Abwehrreflexe, die auch die Arme mitergriffen, sollten ein Zeichen reparabler Prozesse sein. Diese Annahme wurde aber nicht bestätigt. [*Froment, Comte*⁷¹⁾ ⁷⁵⁾]. Übrigens sind auch Fälle bekannt geworden, in denen kräftige Abwehrreflexe bei vollständig degenerierten Pyramidenbahnen gefunden wurden — so bei Totalläsionen des Rückenmarks.

Unsicher sind unsere Kenntnisse über den Reflexbogen und über die Rolle, die die Pyramidenbahn ihm gegenüber spielt. Es ist anzunehmen, daß in bestimmten Fällen auch ein langer Reflexbogen, der bis ins Gehirn hineinreicht, benutzt wird (*Babinski, Walshe*). Die Fälle von Querschnittsunterbrechung des Rückenmarks beweisen uns aber, daß der Abwehrreflex auch auf kurzen Bahnen geleitet werden kann. Im Gegensatz zu den Sehnenreflexen, deren Bogen stets in konstantem Niveau liegt, scheint der Abwehrreflex je nach den Hindernissen, die

ihm im Wege stehen, auch innerhalb des Rückenmarks in verschiedenen Fällen verschieden hoch hinaufreichende Bogen benutzen zu können. Detaillierte Angaben darüber, welche Bahnen innerhalb des Zentralnervensystems die Schenkel des Reflexbogens bilden, lassen sich noch nicht machen. Man kann nur Vermutungen darüber äußern.

Ebensowenig Sicheres wissen wir von den *Zentren* des Abwehrreflexes. Ich möchte erwähnen, daß nach englischer Auffassung [Wal-she¹⁹³), Head¹⁹⁴)] das Zentrum der Beugereflexe im Lendenteil des Rückenmarks, das der Streckreflexe, die mit *Sherringtons* Posturalreflexen in Verbindung gebracht werden, im Pons oder im Mesencephalon gesucht werden muß. Nach dieser Auffassung dürften Herde, die oberhalb des Mittelhirns liegen, keine Beugereflexe bedingen, da der Strecktonus überwiegt. Verschiedene Fälle, unter ihnen besonders der von *Marie* und *Foix*¹²⁹), passen nicht in dieses Schema. Die Annahme eines corticalen Zentrums aus Analogie mit dem äußerlich ähnlichen normalen Sohlenreflex, dessen Zentrum von *Jendrassik*¹⁰⁰) in die Rinde verlegt wird, befriedigt uns nicht einmal in bezug auf die Fälle, bei denen wir einen langen Reflexbogen vermuten; *Jendrassik* selbst nahm für den Beugereflex ein spinales Zentrum an, ebenso *Goldflam*⁸⁰).

Über die Genese des im Schlaf und im Koma beobachteten Abwehrreflexes kann man nur Hypothesen äußern. Es liegt auch noch nicht genügend zahlreiches Material vor.

Man hätte erwarten können, daß ein Reflex, der anscheinend verschiedene Bahnen benutzt, vielgestaltig sein müßte. Dagegen finden wir, wie bereits betont, feste und wenig veränderliche Bewegungstypen. Auf welchen Wegen der Reflexreiz auch fortgeleitet werden mag, er scheint stets am Ende in die *Sherringtonsche* „letzte gemeinsame Strecke“ einzumünden. Wenn der Reflexbogen nicht ein für allemal festgelegt ist, und der Bewegungsaffect trotzdem typisch bleibt, so muß wohl der *Mechanismus des Bewegungseffektes* selbst im Zentralnervensystem vorgebildet sein, gleichviel ob nun alle Einzelbewegungen, aus denen sich der Bewegungskomplex zusammensetzt, von einem übergeordneten Zentrum regiert werden oder nicht. Mit einem Wort, wir konstatieren hier die Manifestation von *Synergien*, die in der Norm in Latenz vorhanden sein müssen.

Die Existenz der uns hier am meisten interessierenden Beuge- und Strecksynergien ist ja bekannt. Das *Ritter-Rolletsche* Phänomen der leichteren Erregbarkeit und größeren Erschöpfbarkeit sämtlicher der Extremitätenbeugung dienender Muskeln im Vergleich zu den Streckern sei nebenbei erwähnt. *Wernicke* wies 1899 bei Hemiplegien die größere Empfindlichkeit der Flexoren und Widerstandsfähigkeit der Extensoren in bezug auf die Lähmung nach. *Mann*¹²¹) fand, daß diese Muskelgruppen auch zwei streng antagonistische in sich geschlossene Komplexe bilden, die die Beugung und Steckung des Beines beim Gang besorgten. *Strohl*¹²⁹) zeigte nun, daß die während des Ganges und während des Abwehrreflexes aufgenommenen Kurven der Beinlängen übereinstimmen. Endlich zeigt sich

dieselbe Zusammengehörigkeit bei den Mitbewegungen, die wir unter ähnlichen Verhältnissen finden, wie die Abwehrreflexe [Bittorf³¹), Foerster⁶⁵) Foix⁶⁸), Walshe¹⁹⁴]).

Von der Konstatierung der im Zentralnervensystem vorgebildeten Synergien, die einerseits beim normalen Gang eine Rolle spielen, andererseits reflektorisch in Funktion gesetzt werden können, sobald Teile des Nervensystems von höheren Zentren getrennt sind, ist nur ein Schritt zu der Auffassung, die von *Marie* und *Foix* vertreten wird und in folgenden zwei Grundsätzen ihren Ausdruck findet¹²⁷):

1. Es existiert in der Tierreihe ein medullärer Automatismus, der dem isolierten Rückenmark gestattet, koordinierte und anscheinend angepaßte Bewegungen selbstständig auszuführen.

2. Dieser Automatismus, der bei höheren Arten latent bleibt, solange das Rückenmark unter dem Einfluß des Gehirns steht, tritt wieder in Erscheinung, sowie es von diesem Einfluß durch eine pathologische oder experimentelle Läsion befreit wird.

Für die Verhältnisse beim Menschen wird diese Auffassung dahin präzisiert, daß die automatischen Funktionen des befreiten Rückenmarks ihren Ausdruck vor allem in den uns interessierenden Reflexen finden. Diese interessante und viel umstrittene Theorie kann nur unter Zuhilfenahme von vergleichend-physiologischen Erwägungen verstanden werden.

Wenn wir versuchen wollen, uns einen Einblick in das Wesen der Abwehrreflexe durch die Verwertung vergleichend-physiologischer Ergebnisse zu verschaffen, so stoßen wir von vornherein auf große prinzipielle Schwierigkeiten. Die Schwierigkeit, die der vergleichenden Physiologie im Gegensatz zur vergleichenden Anatomie daraus erwächst, daß sie keineswegs gleichermaßen bekannte Objekte vergleicht, sondern häufig deren Übereinstimmung schon voraussetzen und aus der Kenntnis des einen Objektes auf die Eigenschaften des anderen schließen muß [Trendelenburg¹⁸¹]), wird in unserem Falle noch dadurch vertieft, daß es sich um das menschliche Zentralnervensystem, also um das am weitesten von tierischen Verhältnissen entfernte Organ handelt. Die Wandlung der Funktionen, das Eintreten des einen Systems für das andere ist hier besonders ausgesprochen, und so müssen wir uns hüten, homologe Gebilde ohne weiteres auch für analoge zu halten. Die Funktion der Pyramidenbahn, die uns am meisten interessiert, liefert uns dafür ein gutes Beispiel. Wir finden diese Bahn nur bei Säugetieren, bei den niedrigsten von ihnen reicht sie nicht in die caudalen Abschnitte des Rückenmarks, so daß bei diesen Tieren eine subcorticale Gehirnläsion fast ohne Einfluß auf die Bewegungen der hinteren Extremitäten bleibt [Ariens Kappers⁷]). Bei den höheren Säugetieren wächst der Anteil der Pyramidenbahn am Gesamtquerschnitt des Rückenmarks proportional der Organisationshöhe des Tieres (von 4,8% beim Elefanten und 6,7% beim Hund bis 30% beim Menschen nach Bregmann). Da wir nun die Abwehrreflexe des Menschen mit Pyramidenbahnstörungen in Zusammenhang bringen, so müßten wir bei Zugrundelegung einer rein anatomischen Betrachtungsweise die übrigen Wirbeltierklassen ganz außerachtlassen und die Säugetiere auch nur nach Maßgabe der Pyramidenbahnentwicklung berücksichtigen.

Es zeigt sich aber, daß auch bei den niederen Wirbeltierklassen trotz des Fehlens einer Verbindung zwischen Telencephalon und Rückenmark Erscheinungen beobachtet werden, deren äußere Ähnlichkeit

mit den Reflexen am Menschen auffällt. Auch hier treten die Reflexe am intakten Tier nicht — oder nicht rein — zutage. Die Versuchsanordnung, die ein Manifestwerden der Reflexe bezweckt, besteht gewöhnlich im Decerebrieren, Dekapitieren, in Rückenmarksdurchschneidungen. Es spielt dabei die Durchtrennung von anderen absteigenden Bahnen, die hier eine ähnliche Funktion ausüben, wie beim Menschen die Pyramidenbahn, eine Rolle.

Wichtig ist nun folgende Feststellung: je niedriger das Tier organisiert ist, desto reiner offenbaren sich in den reflektorischen Leistungen seines vom Gehirn isolierten Rückenmarks lebenswichtige Funktionen des Tieres, die auch von dem unversehrten Tier benutzt werden, also vor allem die Lokomotion und die Abwehr. Ich verzichte auf die Aufzählung der sehr umfangreichen die niederen Tiere betreffenden Literatur, die, soweit sie sich auf die Jahre vor 1910 bezieht, bei *Trendelenburg* (l. c.) einzusehen ist. Besonders instruktiv wirken die Beschreibungen der Reflexe, die der Lokomotion dienen. Diese Reflexe sind in hohem Grade dem normalen Modus der Fortbewegung des betreffenden Tieres angepaßt: die diagonal synchrone Verkoppelung der Beugereflexe bei Tieren, die im Trab gehen (*Luchsinger*), synchrone Flexion beider Hinterbeine bei hüpfenden Tieren [*Trendelenburg, Goldstein*⁸⁴⁾ u. a.], Kombination der gleichseitigen Flexion mit gegenseitiger Extension bei Tieren mit alternierendem Gang^{*)} [*Freusberg*¹⁷), *Sherrington, Philippson*¹⁵¹⁾ ¹⁵²⁾], u. a. bei Säugetieren, *Singer, Trendelenburg* u. a. bei Vögeln]. Es zeigt sich also, daß wir im Rückenmark automatische Mechanismen finden, die nicht so sehr von der Stellung des betreffenden Tieres im System, als von seiner Lebensweise abhängen. Daher wird uns auch verständlich, warum die Affen, die beim Sprung von Ast zu Ast jede Bewegung individualisieren müssen, die am schwächsten entwickelten Gangautomatismen besitzen. Aus demselben Grunde müssen die auf zwei Beinen gehenden Vögel Gehreflexe aufweisen, die den menschlichen ähnlicher sind, als die der Vierfüßler und selbst der Affen (*Trendelenburg*).

Außer dieser *funktionellen Anpassung* kommt bei dem phylogenetischen Schicksal der Rückenmarkautomatismen aber noch ein wesentliches Moment in Betracht: die *Aufwanderung der Funktionen* in craniale Richtung [*v. Monakow, Goldstein*⁸⁴), *Jendrassik*]), vielleicht unter dem Einfluß der Anziehung durch von oben kommende Reize [*Neurobiotaxis, Ariens Kapper*⁷]). Statt sich den Bedürfnissen der Art anzupassen, können die Funktionen des Rückenmarks verkümmern und ihre Aufgaben Teilen des Gehirns überlassen.

*) Die spinal-reflektorischen Bewegungen imitieren bei diesen Tieren die Bewegungen, die von intakten Tieren zur Lokomotion ausgeführt werden. Zum wirklichen Gehen fehlt den Bewegungen noch ein wesentliches Moment — der vom Mesencephalon ausgehende posturale Tonus.

Wenn wir zu unserer wichtigsten Frage zurückkehren — der Frage nach den Verhältnissen beim Menschen —, so können wir das Problem jetzt so formulieren: 1. Sind die reflektorisch-automatischen Leistungen, die das Rückenmark niederer Tiere auszeichnen, im Laufe der phylogenetischen Entwicklung vollständig verloren gegangen, indem sie ihre Funktion an das Gehirn abgetreten haben? 2. Wenn sie in irgendeiner Form erhalten sind, sind sie am normalen Menschen im vollen Sinne des Wortes latent, von dem Gehirneinfluß völlig unterdrückt, oder haben sie sich, wie das bei Tieren vorkommt, den neuen Verhältnissen angepaßt, so daß sich das Gehirn ihrer zur Ausübung einer Funktion bedient?

Die erste Frage ist von *Marie* und *Foix* verneint worden. Auch der Mensch besitze einen spinalen Automatismus, und dessen Manifestation sei der Abwehrreflex. Besonders die komplizierteren Phänomene — der gekreuzte und der rhythmisch alternierende Reflex — sollen auf die nahe Verwandtschaft zwischen dem Abwehrreflex und den Reflexen an spinalen Hunden hinweisen, denn sowohl der äußere Effekt als auch die Pathogenese und der Mechanismus beider Phänomene zeigen eine weitgehende Übereinstimmung. Andererseits wird angedeutet, daß der Rhythmus der Abwehrreflexe, der dem Rhythmus des menschlichen Ganges entspricht, und die Übereinstimmung der Synergien beider Bewegungen auch die Beziehung des Abwehrreflexes zur normalen Funktion des menschlichen Gehens aufdecke. Die zweite Frage, die ich oben formuliert habe, erhält also auch eine Beantwortung, die wenigstens einen Wahrscheinlichkeitswert beansprucht: wenn der spinale Automatismus auch erst unter der Voraussetzung einer Lockerung des Gehirneinflusses — der Befreiung des Rückenmarks von der Versklavung durch das Gehirn — zur vollen Entfaltung kommt, so existiert er auch in der Norm als Werkzeug des bewußten Willen, der ihn in Gang setzt und kontrolliert, ihm aber die Ausführung der komplizierten Bewegungen überläßt.

Im Gegensatz zu dieser Auffassung steht die Meinung von *Babinski*. Dieser Forscher stützt sich nicht auf die außerordentlich seltenen besonderen Phänomene, sondern auf den Beugereflex, wie er regelmäßig beobachtet wird. Eine große Anstrengung der Phantasie sei nötig, um in diesem primitiven Bewegungseffekt etwas anderes zu sehen, als eben ein Zurückziehen der Extremität vor einem feindlichen Reiz — eine Abwehr. Auch solche Reflexe, die der Abwehr dienen, könnten mit Rückenmarksreflexen an spinalen Tieren in Beziehung gebracht werden; man braucht nur an die ersten Experimente an enthaupteten Fröschen zu denken, die von *Prochaska* und *Whytt* angestellt worden sind. So kann man sagen, daß beide Theorien — sowohl die *Babinski*-sche als die von *Marie* und *Foix* — mit der Vorstellung von einer Ent-

wicklung der Abwehrreflexe aus den spinalen Reflexen der Tierphysiologie vereinbar sind. Aber über den „Sinn“ der Reflexe hat sich eine scharfe Polemik entsponnen, die insbesondere die französischen For- scher in zwei Lager gespalten hat.

Unter Betonung der einen oder der anderen Momente haben die Anhänger jeder der beiden Theorien die Argumente der anderen zu widerlegen gesucht. Gegen die Theorie der Abwehrbewegung wurde folgendes vorgebracht: 1. Es sei unverständlich, wie die Beugung des Beines eine Abwehr gegen Reizungen des Fußrückens bewirken könne. 2. Wie ist vom Standpunkt der Abwehr der kontralaterale Reflex, der doch auch vorkommt, zu begreifen? 3. Die Beugung der Beine stelle eine seltsame Abwehr gegen Eingeweidereize, etwa gegen die Einklemmung von Urethralsteinen, die den Beugereflex auslösen können, dar! [Foix⁶⁸]. 4. Strohl¹⁷⁹) bemerkte noch, daß auch nicht nociceptive Reize bisweilen den Reflex auslösen. 5. Nach Strohl mutet es auch merkwürdig an, daß ein Reflex, der der Abwehr von Schädigungen dienen soll, erst durch eine Pyramidenbahnläsion aufgedeckt werden müsse und nicht gerade unter normalen Verhältnissen zur Geltung komme.

Die Gegner der Theorie des Gangautomatismus führten gegen diese Theorie aus: 1. Wie kommt es, daß der Rückenmarksautomatismus gerade bei unvollständigen Abtrennungen des Rückenmarks vom Gehirn am stärksten ist? [Vincent¹⁸⁷]). 2. Warum wird der Automatismus in der Regel gerade durch schmerzhafte Reize ausgelöst? 3. Warum fehlt *in der Regel* die periodische und die kontralaterale Bewegung? [Van Woerkom¹⁸⁴]). 4. Nach Head⁹⁴) hat der Beugereflex gerade nach Totalläsionen überhaupt nichts mit dem Gangmechanismus zu tun. Auch nach Kroll¹⁰⁵) soll der gekreuzte Reflex nicht mit dem des spinalen Hundes vergleichbar sein. 5. Jarkowski⁹⁹) bestreitet auch den zentralnervösen Ursprung und die dem Gange entsprechenden Charaktere der dem Abwehrreflex zugrunde liegenden Synergien. Diese seien rein peripher bedingt, könnten auch an der Leiche reproduziert werden. Der Mechanismus des Reflexes sei nicht vorgebildet, sondern ergebe sich als Interferenzprodukt widerstreitender Tendenzen. Außerdem weist derselbe Verfasser darauf hin, daß bei Kindern der Beugereflex gerade verschwindet, wenn sie das Gehen erlernen, und daß Patienten mit Abwehrreflexen besonders schlecht gehen können. 6. Nach Marburg¹²²) gehört die für den Abwehrreflex charakteristische Abduktion nicht zum Mechanismus des Ganges.

Wie wir sehen, sind von beiden Seiten teils einleuchtende, teils anfechtbare Gegengründe angegeben worden. So interessant die zu- grunde liegende Frage ist, so fruchtlos gestaltet sich allmählich die Polemik. Die Basis, auf der sich jede Theorie aufbaut, ist für keine von beiden tragfähig genug. Es ist kein Wunder, daß bei dieser Sach- lage Stimmen laut werden, die die beobachteten Reflexe am Menschen nur noch als Fragmente, Abbauphänomene ehemaliger Systeme und Automatismen, betrachten, [Minkowski¹³⁸]. Wir brauchen dabei nicht so weit zu gehen, wie Juster¹⁰¹), der jede finalistische Erklärung der Abwehrreflexe ablehnt und in ihnen nur den Ausdruck einer ungeordneten Übererregbarkeit sieht — dagegen spricht zu beredsam die Ein- förmigkeit des Ablaufs des Abwehrreflexes in verschiedenen Situationen. Unsere Grundvorstellung von der Kontinuität der Lebenserscheinungen kann sich schwer mit der Annahme vereinigen, daß Mechanismen, die in der ganzen Wirbeltierreihe vorhanden sind, nur beim Menschen spurlos

verschwunden sein sollen. Die phylogenetische Entwicklung, die zum Affen und Menschen führte, machte wohl die alten Mechanismen immer entbehrlicher; mit der Aufwanderung der Funktionen ins Gehirn verkümmerten die Rückenmarksreflexe so weit, daß wir an den Rudimenten nur noch ausnahmsweise ihre Herkunft von einem alten typischen Reflex erkennen können.

Muß aber unbedingt ein Gegensatz zwischen einem Reflex der Abwehr und einer lokomotorischen Bewegung streng durchgeführt werden? Ich erinnere an die Theorie des Plantarreflexes von *Munch-Petersen*¹⁴⁰): der ursprüngliche Fluchtreflex sei allmählich durch Einübung zur Gangbewegung geworden. Hier ist vielleicht ein Weg zur Synthese der beiden Theorien gegeben. Ein ähnlicher Gedanke wird von *Babinski* ausgesprochen¹⁶). Es ist möglich, daß auch beim Menschen die Reflexfragmente mit Hilfe der Einübung durch höhere Zentra zur funktionellen Verwertung gelangen. (*Böhme, Minkowski*). Wahrscheinlicher ist aber, daß beim Menschen der sicher vorhandene automatische Anteil des Gangmechanismus in höhere subcorticale Gebiete aufgewandert ist.

Eine Reihe von Theorien stützt sich auf die Vorstellung, daß der Abwehrreflex und *Babinskische* Reflex viel neueren Datums sind, und daß wir sie von den Synergien der *Affen* ableiten können. Ich verweise vor allem auf die Arbeit von *O. Foerster*⁶⁷), die die Beugesynergie mit der ruhigen Kletterstellung, die Strecksynergie mit dem Absprung in Verbindung bringt. *Gierlich*⁷⁹) bezieht den Abwehrreflex auf die erste, den *Babinskischen* Reflex auf die zweite Phase des Fluchtsprunges der Anthropoiden. Nach *Bittorf*⁸¹) sollen die Klettersynergien die phylogenetisch ältere Beugesynergie bei den Anthropoiden verdrängt haben, sich aber beim Menschen als phylogenetisch neuere Errungenschaft unter selteneren Bedingungen zeigen. Diese und andere geistreiche Vermutungen beruhen meist auf äußeren Analogien und dürfen allenfalls hypothetischen Wert beanspruchen.

Eine Reihe von Untersuchungen gibt uns die Möglichkeit, diesen phylogenetischen Betrachtungen einige ontogenetische hinzuzufügen. Es stellt sich heraus, daß auf einer bestimmten Entwicklungsstufe des Menschen Reflexe, die den Abwehrreflexen sehr ähnlich sind, zur Norm gehören. *Minkowski*¹³⁷⁾ 138) fand bei jungen Embryonen (2—3 Monate) eine starke Reflexerregbarkeit, die durch Variabilität und durch unbegrenzte Irradiationen ausgezeichnet war. Mit der Ausbildung von isolierten Bahnen im Nervensystem beginnen auch die Reflexe in bestimmter Richtungen abzulaufen. Es bilden sich kurze und lange Reflexbogen aus. Es wurden bei 2—4 monatigen Föten auch Reaktionen beobachtet, die an pathologische Verkürzungsreflexe der Erwachsenen erinnerten, ohne ihnen völlig zu gleichen. Nach hoher Durchschneidung des Rückenmarks blieben diese Reflexe bestehen. *Minkowski* betont die Schwierigkeit, die bei diesen Untersuchungen durch die Überlagerung verschiedener Reflexkomponenten entstehen. Die Verhältnisse im Augenblick der Geburt und kurz danach beschreiben *Lautejoul* und *Hartmann*¹⁰⁸). Bei starken Reizen fanden sie eine dreifache Beugung des Beins, zuerst von einer Flexion, wenige Minuten später aber von einer Extension der großen Zehe begleitet. *Marburg*¹²²) sah bei brüsken Stichen ein Zurückziehen des Beines, aber keine Rotation, keinen *Babinski*. *Rosenblum*¹⁶³) beobachtete den Abwehrreflex konstant bei Neugeborenen, bei Kindern von einem Jahr nur ausnahmsweise. Der Beugereflex verschwand früher, als die Extension der großen Zehe. *Bersot*²⁹), der auch das bei Frühgeburten und jungen Kindern hervortretende

Bestreben der Reflexe zur Generalisation beschreibt, fand den Abwehrreflex bei Säuglingen gewöhnlich vom 1.—6. Monat und sah ihn zwischen dem 5. und 10. Monat verschwinden. Undifferenzierte und unzweckmäßige reflektorische Bewegungen bei schlafenden und wachen Säuglingen beschreibt auch *Van Woerkom*¹⁸⁶. Das Gemeinsame in diesen Bewegungen und den Abwehrreflexen der Erwachsenen sieht *Van Woerkom* darin, daß in beiden Fällen eine Allgemeinreaktion als Antwort auf die Erregung der affektiven Komponente der Sensibilität auftritt.

Wenn wir berücksichtigen, daß sich die Myelinisation der Pyramidenbahnen im 9.—10. Monat vollzieht, so können wir die eben mitgeteilten Ergebnisse gewissermaßen als Bestätigung unserer Auffassung von dem hemmenden Einfluß der Hirnrinde auf den Ablauf des spinalen Abwehrreflexes gelten lassen. Eine Identität der Reflexe beim Säugling, die für dieses Alter einen normalen Befund bedeuten, und der Abwehrreflexe des Erwachsenen besteht nicht. Haben wir es doch in dem zweiten Falle mit einem Rückenmark zu tun, das schon lange Zeit unter dem Einfluß des Großhirns gestanden hatte und erst durch einen krankhaften Prozeß davon befreit worden ist.

X.

Wir sehen also, wenn wir den ganzen Fragenkomplex, der mit dem Abwehrreflex zusammenhängt, überblicken, daß dieses Phänomen unser Interesse von zwei Seiten aus beansprucht: als Überbleibsel hochentwickelter Funktionen früher Entwicklungsstufen der menschlichen Art und des einzelnen Individuums birgt der Abwehrreflex trotz aller bisherigen Forschungen noch viele ungelöste Rätsel in sich. Die damit verknüpften Probleme sind für die gesamte Biologie des Zentralnervensystems von hoher Bedeutung, streifen sie doch die Fragen des Ineinandergreifens latenter und tätiger Mechanismen und wichtige phylogenetische und ontogenetische Zusammenhänge.

Andererseits aber muß die rein klinische Bedeutung des Symptoms, das, wie ich gezeigt habe, seit fast hundert Jahren bekannt und beschrieben, lange Zeit vernachlässigt wurde und erst seit wenigen Jahrzehnten für die Klinik wiedergewonnen ist, nachdrücklich betont werden.

Wir müssen den Abwehrreflex nicht nur als eine diagnostische Methode würdigen, sondern in ihm auch eine scheinbar spontan auftretende auffallende und für den Patienten bedeutungsvolle Krankheitserscheinung sehen, deren genaue Kenntnis unerlässlich ist. Kommt es doch vor, daß die reflektorischen Beugungen der Beine im Vordergrund der Klagen der Patienten stehen. Ein zweites Moment, das den Abwehrreflex aus der Menge der bekannten Reflexe heraushebt, ist seine Universalität. Was nun die diagnostische Bedeutung des Abwehrreflexes anlangt, so besitzen wir in ihm ein leicht auslösbares und sinnfälliges, in den meisten Fällen eindeutiges Symptom, dessen pathognomonischer Wert dem des *Babinskischen* Reflexes nur wenig, dem der

übrigen ähnlichen Phänomene, die zum großen Teil nur Sonderformen des Abwehrreflexes sind, in nichts nachsteht. Auch in Fällen mit positivem *Babinski* erlaubt die genaue Untersuchung des Abwehrreflexes, seiner reflexogenen Zone und seiner motorischen Manifestation häufig besondere Schlüsse. Je mehr sich die Klinik mit der Beobachtung der Abwehrreflexe beschäftigen wird, desto mehr Zusammenhänge zwischen ihnen und verschiedenen Affektionen des Nervensystems werden zutage treten.

Es wäre also zu wünschen, daß die Untersuchung der Abwehrreflexe dauernd geübt und ihr Ergebnis zu einem Bestandteil jeder neurologischen Krankengeschichte gemacht würde.

Literaturverzeichnis.

- 1) *Alajouanine*: Sur un type de paraplégie en flexion d'origine cérébrale. Contribution à l'étude de l'automatisme médullaire dans les lésions encéphaliques. Ann. de méd. 1923, mars, 3. — 2) *André-Thomas*: La paraplégie spastique avec contracture variable; contracture en extension et en flexion; mouvements réflexes de défense. La Clinique 20. et 27. juin 1913, ref. in Revue neurol. 1916, 2, 204. — 3) *André-Thomas*: A propos de la discussion sur les sections de la moelle. Société de neurologie de Paris. 6. III. 1919, Rev. neurol. 1919, 209. — 4) *André-Thomas*: Les moyens d'exploration du système sympathique et leur valeur. Rev. neurol. 1926, 1, 1. — 5) *André-Thomas und Jumentié*: Section complète de la moelle chez le singe. Soc. de neurol. 29. VII. 1915, Presse méd. 1925, S. 331. — 6) *André-Thomas und Jumentié*: Les Réflexes de Défense, les Réflexes sympathiques dans un cas de Syndrome de Brown-Séquard. Soc. de neurol. 6. VII. 1922, Rev. neurol. 1922, S. 944. — 7) *Ariens Kappers*: Vergleichende Anatomie des Nervensystems der Wirbeltiere und des Menschen. Haarlem 1921. — 8) *Austregesilo*: Les dernières acquisitions dans le Domaine des Réflexes. Bericht auf dem 1. brasiliianischen Kongreß f. Neurol., Psych., gerichtl. Med., Rio de Janeiro 1926. ref. in Rev. neur. — 9) *Babinski*: Du phénomène des orteils et de sa valeur sémiologique. Semaine médicale 18, 1898. 321. — 10) *Babinski*: Sur une forme de paraplégie spastique consécutive à une lésion organique et sans dégénération du faisceau pyramidal. Bull. et mém. de la soc. méd. des hôp. de Paris 16, 1899. 342. — 11) *Babinski*: Sur la transformation du régime des réflexes cutanés dans les affections du système pyramidal. Soc. de neurol. de Paris 1904, Presse méd. 1904, 46. — 12) *Babinski*: Paraplégie spastique organique avec contracture en flexion et contractions musculaires involontaires. Rev. neurol. 21, 132. 1911. — 13) *Babinski*: Contracture tendino-réflexe et contracture cutanéo-réflexe. Rev. neurol. 24, 77. 1912. — 14) *Babinski*: Sur la localisation des compressions de la moelle; moyen d'en déterminer la limite inférieure au moyen des réflexes de défense. Acad. de méd. 12. I. 1912, Presse méd. 1912, S. 56. — 15) *Babinski*: Réflexes de défense. Etude clinique. Rev. neurol. 28, 145. 1915. — 16) *Babinski*: Réflexes de défense. Brain XLV, 2, 1922. — 17) *Babinski und Barré*: Compression de la moelle par une tumeur extra-dure-mérienne; valeur localisatrice des réflexes cutanés de défense. Soc. de neurol. 29. I. 1914. Presse méd. 1914, S. 120. — 18) *Babinski und Jarkowski*: Sur la possibilité de déterminer la hauteur de la lésion dans les paraplégies d'origine spinale par certaines perturbations des réflexes. Soc. de neurol. 19. V. 1910, Presse méd. 1910, 413. — 19) *Babinski und Jarkowski*: De la surréflectivité hyperalgesique. Rev. neurol. 28, 433. 1921. — 20) *Babinski und Jarkowski*:

Automatisme et Hyperalgésie dans l'Hémiplégie cérébrale. Rev. neurol. 38, 300. 1922. — ²¹⁾ Babinski, Lecène und Jarkowski: Tumeur extramédullaire opérée et guérie. Rev. neurol. 27, 801. 1914. — ²²⁾ Babinski, Vincent, Jarkowski: Les réflexes cut. de déf. dans la maladie de Friedreich. Rev. neurol. 1912, 463. — ²³⁾ Baglioni: Zur Analyse der Reflexfunktion. Wiesbaden 1907. — ²⁴⁾ Barré, Desmarest, Joltrain: Compression de la moelle par tumeur. Rev. neurol. 1914, S. 269. — ²⁵⁾ Bastian: On the symptomatology of total transverse lesions of the spinal cord. Brit. med. journ. 1890. — ²⁶⁾ Bechterew: Über eine eigentümliche Reflexerscheinung bei Plantarflexion des Fußes und der Zehen in Fällen von Affektionen des zentralen motorischen Neurons. Neurol. Zentralbl. 25, 290. 1906. — ²⁷⁾ Benedikt: Einige qualitative Varietäten des Kniephänomens. Neurol. Zentralbl. 1889, 489. — ²⁸⁾ Bersot: Variabilité et correlations organiques. Nouvelle étude du réfl. plantaire. Schweiz. Arch. f. Neurol. u. Psychiatrie 1918, H. 4. 277. — ²⁹⁾ Bersot: Développement réactionnel et réfl. plantaire du bébé né avant terme à celui de deux ans. Schweiz. Arch. f. Neurol. u. Psychiatrie 7, 212. 1920 und 8, 47. 1921. — ³⁰⁾ Bing: Zur diagnostischen Bewertung der Varietäten des Babinskischen Reflexes. Schweiz. Arch. f. Neurol. u. Psychiatrie 1918. — ³¹⁾ Bittorf: Über den sogenannten Verkürzungstypus bei Mitbewegungen, Reflexen und Paresen. Dtsch. Zeitschr. f. Nervenheilk. 32, 329. — ³²⁾ Böhme: Über koordinierte subcorticale Reflexe. Verhandl. d. Kongresses f. inn. Med. 1914, ref. in Dtsch. med. Wochenschr. 1914, S. 1085. — ³³⁾ Böhme: Vergleichende Untersuchungen über die reflektorischen Leistungen des menschlichen und des tierischen Rückenmarks. Dtsch. Arch. f. klin. Med. 121, 129. 1917. — ³⁴⁾ Böhme: Untersuchungen über die koordinierten Reflexe des menschlichen Lendenmarks, besonders die rhythmischen Reflexe. Dtsch. Zeitschr. f. Nervenheilk. 56, 217. 1917. — ³⁵⁾ Böhme: Das Verhalten der Antagonisten und die Reflexumkehr bei spinalen Reflexen. Dtsch. Zeitschr. f. Nervenheilk. 56, 256. 1917. — ³⁶⁾ Böhme: Hautreflexe an den Armen. Dtsch. Zeitschr. f. Nervenheilk. 56, 267. 1917 — ³⁷⁾ Böhme: Die koordinierten Gliederreflexe des menschlichen Rückenmarks. Ergebn. d. inn. Med. u. Kinderheilk. 17, 1. 1919. — ³⁸⁾ Boisseau, Lhermitte, Cornil: Sur un cas de section complète de la moelle dorsale par contusion directe. Etude anatomo-clinique. Rev. neurol. 1922, S. 902. — ³⁹⁾ Brissaud: Myelite transverse et paraplegie flaccide. Semaine méd. 1898, S. 338. — ⁴⁰⁾ Brown-Séquard: Sur l'arrêt immédiat de convulsions violentes par l'influence de l'irritation de quelques nerfs sensitifs. Archives de physiologie norm. et pathol. 1, 157. 1868. — ⁴¹⁾ Brown-Séquard: Théorie des mouvements involontaires coordonnés des membres et du tronc chez l'homme et les animaux. Arch. de physiol. norm. et pathol. 1890, 411. — ⁴²⁾ Bruns: Über einen Fall totaler traumatischer Zerstörung des Rückenmarks an der Grenze zwischen Hals- und Dorsalmark. Arch. f. Psychiatrie u. Nervenkrankh. 25, 759. 1893. — ⁴³⁾ Brunschweiler: L'état actuel de la réflexologie clinique. Schweiz. Arch. f. Neurol. u. Psychiatrie 15, 278. 1924. — ⁴⁴⁾ Budd: Contributions to the pathology of the spinal cord. Med. chir. transactions. 22, 153. 1839. — ⁴⁵⁾ Cassirer: Klinik der traumatischen Schädigungen des Rückenmarks. Dtsch. Zeitschr. f. Nervenheilk. 70, 1921 und Zeitschr. f. d. ges. Neurol. u. Psychiatrie 70. — ⁴⁶⁾ Charcot: Leçons sur les maladies du système nerveux. Oeuvres complètes. 2, 7. leçon, 1893. — ⁴⁷⁾ Claude: Sur certains phénomènes d'hyperkinésie réflexe observés chez des hémiplégiques, leur valeur pronostique. L'Encéphale 5, 1. 287. — ⁴⁸⁾ Claude: Sur un cas de sclérose en plaques avec astéroglosie, syndrome de Brown-Séquard et inégalité des réflexes cutanés de défense. Soc. de neurol. de Paris. 5. XII. 1912. Presse méd. 1912, S. 1048. — ⁴⁹⁾ Claude: La section traumatische de la Moelle. Soc. de neurol., 6. III. 1919. Rev. neurol. 1919, 213. — ⁵⁰⁾ Claude u. Lhermitte: Etude anatomo-patholog. d'un cas de section totale de la moelle. Recherches sur la réflexivité. Ann. de méd. 3, 407. 1916. — ⁵¹⁾ Claude u. Rouillard: Evolution inverse des réflexes et des troubles de

sensibilité dans un cas de mal de Pott à évolution aigue. Soc. de Neurol. de Paris 10. VII. 1913. Presse méd. 1913, 601. — ⁵²⁾ *Coyon u. Barré*: Paraplégie en flexion, type Babinski, par compression médullaire. Soc. de Neurol. 5. XII. 1912, Presse méd. 1912, S. 1048. — ⁵³⁾ *Danielopolu, Radovici, Carniol*. Réflexes viscero-moteurs, cutanéo-viscéraux et oculo-viscero-moteurs. Rev. neurol. 1922, 1, 249. — ⁵⁴⁾ *Davidenkof*: Les études sur la contracture précoce et sur la rigidité décérébrée chez l'homme dans la littérature méd. russe contemporaine. Le syndrome hormétonique. L'Encéphale 8, 599. 1925. — ⁵⁵⁾ *Davidenkof*: Réflexes de défense, reproduisant le syndrome de la soi-disant „Surréflectivité hyperalgésique“ dans un cas d'hémiplégie récente par thrombose artérielle. Soc. de neurol. 15. IV. 1926, Rev. neurol. 1926, S. 614. — ⁵⁶⁾ *Déjerine*: Sémiologie du système nerveux. Paris 1913. — ⁵⁷⁾ *Déjerine u. Lévy-Valensi*: Paraplégie cervicale d'origine traumatique. Rev. neurol. 1911, S. 22. — ⁵⁸⁾ *Déjerine u. Long*: Examen histologique d'un cas de section complète de la moelle cerv. infér. d'origine traumatique. Soc. de neurol. 12. XII. 1912, Rev. neurol. 1912, S. 769. — ⁵⁹⁾ *Déjerine u. Mouzon*: Sur l'état des réflexes dans les sections complètes de la moelle épinière. Rev. neurol. 22, 155. 1915. — ⁶⁰⁾ *Deutsch*: Der Thermoreflex. Jahrb. d. Psychiatrie u. Neurol. 38, 359. 1918. — ⁶¹⁾ *Egger*: Über totale Kompression des oberen Dorsalmarks. Arch. f. Psychiatrie u. Nervenheilk. 27. — ⁶²⁾ *Epstein*: Typen der Plantarreflexe und ihre klinische Bedeutung. Moderne Psychoneurologie. Kiew, März 1926 (russisch). — ⁶³⁾ *Etienne u. Gelma*: Paraplégie spastique spinale en flexion. Rev. neurol. 1911, S. 173. — ⁶⁴⁾ *Filimonoff*: Die pathologischen und normalen Abwehrreflexe und die anatomischen Bedingungen ihrer Entstehung und Steigerung. Zeitschr. f. d. ges. Neurol. u. Psychiatrie 78, 219. — ⁶⁵⁾ *Foerster*: Die Mitbewegungen. Jena 1902. — ⁶⁶⁾ *Foerster*: Die Contracturen bei der Erkrankung der Pyramidenbahn. Berlin, 1906. — ⁶⁷⁾ *Foerster*: Das phylogenetische Moment in den spastischen Contracturen. Berlin. klin. Wochenschr. 1913, S. 1217 u. 1255. — ⁶⁸⁾ *Foix*: Questions neurologiques d'actualité. Paris 1922, 389. — ⁶⁹⁾ *Freemann u. Morin*: Réflexes d'automatisme mésocéphalique. Rev. neurol. 1924, S. 1. — ⁷⁰⁾ *Freusberg*: Reflexbewegungen beim Hunde. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. 9. 1874. — ⁷¹⁾ *Froment*: Les réflexes de défense. Journ. de méd. de Lyon. Jg. 4, Nr. 83, S. 371. — ⁷²⁾ *Froment*: Arrêt de la trépidation épileptoïde par provocation du flexion reflex et du crossed extension refl. Soc. de Neurol. de Paris, 9.—10. Juni 1923. — ⁷³⁾ *Froment u. Bernheim*: Hémorragie méningée, exagération des réflexes de défense et hyperkinésie réflexe bilatérale. Lyon méd. 1921, S. 225. — ⁷⁴⁾ *Froment u. Bernheim*: Les réflexes de défense et leur irradiation. Soc. neurol. de Paris, 8. VI. 1923, Rev. neurol. 1923, II. — ⁷⁵⁾ *Froment u. Comte*: L'hyperkinésie réflexe du membre supérieur et le pronostic de l'hémiplégie. Lyon méd. 1920, S. 582. — ⁷⁶⁾ *Froment u. Loison*: Les réflexes de défense et leur caractères myographiques. Soc. de Neurol. de Paris, 9.—10. Juni 1923. — ⁷⁷⁾ *Froment u. Loison*: Y'a-t-il dans le refl. de déf. inhibition du groupe musculaire fonctionnel, antagoniste? Soc. de Neurol. de Paris, 9.—10. Juni 1923. — ⁷⁸⁾ *Gerhardt*: Über das Verhalten der Reflexe bei Querdurchtrennung des Rückenmarks. Dtsch. Zeitschr. f. Nervenheilk. 6, 127. 1895. — ⁷⁹⁾ *Gierlich*: Über die Pathogenese des Babinski-Phänomens und seine Bez. z. Fluchtrefl. des menschlichen Rückenmarks. Zeitschr. f. d. ges. Neurol. u. Psychiatrie 92. 1924. — ⁸⁰⁾ *Goldflam*: Zur Lehre von den Hautreflexen an den Unterextremitäten (insb. des Babinskischen Zeichens). Neurol. Zentralbl. 1903, S. 1109. — ⁸¹⁾ *Goldflam*: Über Abschwächung bzw. Aufhebung des Zehen- und Verkürzungsreflexes. Neurol. Zentralbl. 1908, S. 946. — ⁸²⁾ *Goldflam*: Beitrag zur Sémiose des Verkürzungsreflexes. Dtsch. Zeitschr. f. Nervenheilk. 80, 238. 1923. — ⁸³⁾ *Goldflam*: Sur la valeur clinique du signe de Gordon, réflexe paradoxal des fléchisseurs, phénomène paradoxal des orteils et du mollet. Rev. neurol. 1925, S. 592. — ⁸⁴⁾ *Goldstein*: Die Reflexe in ihrer Beziehung zur Entwicklung und Funktion. Berlin. klin. Wochenschr.

- 1921, S. 999. — ⁸⁵⁾ *Goltz*: Über die Verrichtungen des Großhirns. *Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol.* **20**. — ⁸⁶⁾ *Goltz u. Ewald*: Der Hund mit verkürztem Rückenmark. *Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol.* **63**, 362. 1896. — ⁸⁷⁾ *Gordon*: Sur la valeur clinique du réflexe paradoxal (réponse à *M. Goldflam*). *Rev. neurol.* 1926, **1**, 11. — ⁸⁸⁾ *Graham Brown*: Die Reflexfunktionen des Zentralnervensystems. *Ergebn. d. Physiol.* **13** u. **15**. — ⁸⁹⁾ *Grainger*: Observations on the structure and functions of the spinal cord. London, 1837. — ⁹⁰⁾ *Guillain*: Les lésions traumatiques de la moelle épinière. *Quest. neurol. d'actualité*, Masson 1922. — ⁹¹⁾ *Guillain, Alajouanine, Périssón, Petit-Dutailly*: Considérations sur la symptomatologie et le diagnostic d'une tumeur intra-rachidienne de la région dorsale inf. *Rev. neurol.* 1925, **1**, 11. — ⁹²⁾ *Guillain u. Barré*: Les réflexes de défense vrais au cours de syndromes méninogéniques (Hémorragies Méninogéniques, Inflammations aigues). *Bull. et mém. de la soc. méd. des hôp. de Paris*, **13**, Okt. 1916, ref. in *Rev. neurol.* 1917, **1**, 331. — ⁹³⁾ *Guillain u. Barré*: Etude anatomo-clinique de 15 cas de section totale de la moelle. *Ann. de méd.* 1917. — ⁹⁴⁾ *Head*: Studies in Neurology. London 1920. — ⁹⁵⁾ *Head u. Riddoch*: The automatic bladder, excessiv sweating and some other conditions in gross injuries of the spinal cord. *Brain* **40**, 188. 1917; ref. in *Rev. neurol.* 1919. — ⁹⁶⁾ *Herring*: Die intrazentralen Hemmungsvorgänge in ihrer Beziehung zur Skelettmuskulatur. *Ergebn. d. Physiol.* **1**. 1902. — ⁹⁷⁾ *Hoffmann*: Über die Beziehungen der Hautreflexe zu den Sehnenreflexen; Eigenrefl. und Fremdrefl. der Muskeln. *Zeitschr. f. Biologie* 1920, S. 101. — ⁹⁸⁾ *Hoffmann*: Untersuchungen über die Eigenreflexe. Berlin 1922. — ⁹⁹⁾ *Jarkowski*: Quelques remarques sur les réflexes de défense, „d'automatisme médullaire“. *Rev. neurol.* **23**, 34. 1916. — ¹⁰⁰⁾ *Jendrassik*: Über die allgemeine Lokalisation der Reflexe. *Dtsch. Arch. f. klin. Med.* **52**, 5—6. — ¹⁰¹⁾ *Juster*: Réflexes de défense ou d'automatisme médullaire. Réflexes d'hyper-excitabilité médullaire. *Soc. de Neurol. de Paris*, **3**. XII. 1925, *Rev. neurol.* 1925, **2**, 767. — ¹⁰²⁾ *Kausch*: Über das Verhalten der Sehnenreflexe bei totaler Querschnittsunterbrechung des Rückenmarks. *Mitt. a. d. Grenzgeb. d. Med. u. Chir.* 1901, S. 541. — ¹⁰³⁾ *Kino*: Über die klinische Bedeutung des Gordonschen Reflexes. *Dtsch. Zeitschr. f. Nervenheilk.* **86**, 105. 1925. — ¹⁰⁴⁾ *Kocher*: Die Läsionen des Rückenmarks bei Verletzungen der Wirbelsäule. *Mitt. a. d. Grenzgeb. d. Med. u. Chir.* 1896. — ¹⁰⁵⁾ *Kroll*: Klinische Studien über Synergierreflexe der unteren Extremitäten (réflexes de défense). *Zeitschr. f. d. ges. Neurol. u. Psychiatrie* **26**, 438. 1914. — ¹⁰⁶⁾ *Lamaze*: Les réflexes d'automatisme médullaire dans la maladie de Friedreich. *Thèse de Paris* 1922. — ¹⁰⁷⁾ *Lapinski*: Der Zustand der Reflexe in paralysierten Körperteilen bei totaler Durchtrennung des Rückenmarks. *Arch. f. Psychiatrie u. Nervenkrankh.* **42**, 55. 1907. — ¹⁰⁸⁾ *Lautejoul u. Hartmann*: Note sur le réflexe cut. plantaire chez le jeune enfant, notamment au moment de la naissance. *Rev. neurol.* 1923, **4**, 387. — ¹⁰⁹⁾ *Legallois*: Oeuvres complètes. **1**. 1812. — ¹¹⁰⁾ *Léri*: Artikel: „Hémiplégie“ in: *Nouveau traité de médecine et de thérapeutique*, v. *Brouardel, Gilbert, Carnot*, Paris 1925, **21**, Sémiologie nerveuse, S. 347. — ¹¹¹⁾ *Lévy-Valensi*: Précis de diagnostic neurologique. Paris 1925. — ¹¹²⁾ *Lewy*: Das Babinskische und verwandte Phänomene. *Monatsschr. f. Psychiatrie u. Neurol.* **25**, 55. 1909. — ¹¹³⁾ *Leyden*: Klinik der Rückenmarkskrankheiten. Berlin 1875. — ¹¹⁴⁾ *Leyden*: Ein Fall von Rückenmarkserschütterung durch Eisenbahnunfall. *Arch. f. Psychiatrie u. Nervenkrankh.* **8**. — ¹¹⁵⁾ *Lhermitte*: La section complète de la Moelle épinière. Dorsale à la phase tardive. *Progr. méd.* 1918, Nr. 9, S. 76, ref. in *Rev. neurol.* 1918, **2**, 213. — ¹¹⁶⁾ *Lhermitte*: Sur la section totale de la moelle dorsale. *Thèse de Paris* 1919. — ¹¹⁷⁾ *Lhermitte*: Sur la réflexivité et les phénomènes d'automatisme dans la section totale de la moelle dorsale. *Soc. de Neurol. de Paris*, **6**. III. 1919, *Rev. neurol.* 1919, S. 203. — ¹¹⁸⁾ *Liddell u. Sherrington*: Recruitment type of reflexes. *Proc. of the royal soc. London*, Serie B. B. 95, No. 1670, 1923; ref. in *Zeitschr. f. d. ges. Neurol. u. Psychiatrie*, Ref. **39**, 398. —

- ¹¹⁹⁾ Lorenz: Beitrag zur Kenntnis der paradoxen Reflexe. *Dtsch. Zeitschr. f. Nervenheilk.* **54**, 259. 1915. — ¹²⁰⁾ Magnus: Zur Regelung der Bewegungen durch das Zentralnervensystem I—IV, *Arch. f. d. ges. Physiol.* 130 u. 134. — ¹²¹⁾ Mann: Klinische und anatomische Beiträge zur Lehre von der spinalen Hemiplegie. *Dtsch. Zeitschr. f. Nervenheilk.* **10**. 1896. — ¹²²⁾ Marburg: Studien über die sog. Reflexautomatismen des Rückenmarks. *Jahrb. f. Psychiatrie u. Neurol.* **40**. 1920. — ¹²³⁾ Marie: Pratique neurologique. 1911. — ¹²⁴⁾ Marie u. Foix: Retrait réflexe du membre inf. par flexion forcée des orteils. *Soc. de Neurol. de Paris* 7. VII. 1910, *Presse méd.* 1910, S. 574. — ¹²⁵⁾ Marie u. Foix: Les réflexes d'automatisme médull. et le phénomène des raccourisseurs, leur valeur sémiologique, leur signification physiolog. *Rev. neurol.* 1912, S. 657. — ¹²⁶⁾ Marie u. Foix: Le réflexe „d'allongement croisé“ du membre inf. et les réflexes d'automatisme médull. *Soc. de Neurol. de Paris, Rev. neurol.* **21**, 132. 1913. Ref. in *Zeitschr. f. d. ges. Neurol. u. Psychiatrie* Ref. 9, 63. 1914. — ¹²⁷⁾ Marie u. Foix: Réflexes d'automatisme médull. et réflexes dits de déf. Le phénomène des raccourisseurs. *Semaine méd.* 10. X. 1913, S. 505. — ¹²⁸⁾ Marie u. Foix: Les réflexes d'automatisme dits de défense. *Rev. neurol.* **22**, 225. 1915. — ¹²⁹⁾ Marie u. Foix: Paraplegie en flexion d'origine cérébrale par nécrose sous-épendymaire progressive. *Rev. neurol.* **27**, 1. 1920. — ¹³⁰⁾ Marinesco u. Noica: Sur les réactions des membres inf. aux excitations extér. chez l'homme normal et chez le paraplégique spasmodique. Mouvements de défense normaux et patholog. *Rev. neurol.* **25**. 1913; ref. in *Zeitschr. f. d. ges. Neurol. u. Psychiatrie* **9**, 281. 1914. — ¹³¹⁾ Marinesco u. Radovici: Contribution à l'étude des réflexes d'automatisme des membres supér. *Soc. de neurol. de Paris*, 8.—9. Juni 1923 *Rev. neurol.* **1923**, 2, 1. — ¹³²⁾ Marinesco u. Radovici: Sur le phénomène de la sommation et la forme du tracé dans les réflexes d'automatisme médull. *Soc. de Neurol. de Paris, Rev. neurol.* 1923, S. 693. — ¹³³⁾ Marinesco, Radovici u. Rasanu: La période latente et le phénomène de la sommation dans les réfl. d'automatisme médull. chez l'homme. *Cpt. rend. des séances de la soc. de biol.* **14**, 1. 1922; ref. in *Journ. de physiol. et de pathol. gén.* **20**, 450. — ¹³⁴⁾ Marshall Hall: On the reflex function of the medulla. *Philos. transactions of the roy. soc.* 1833. S. 635. — ¹³⁵⁾ Marshall Hall: Memoirs of the nervous system. London 1837. — ¹³⁶⁾ Marshall Hall: Of the diseases and derangements of the nervous system. London 1841. — ¹³⁷⁾ Minkowski: Frühzeitige Bewegungen, Reflexe, muskuläre Reaktionen beim menschlichen Fötus. *Schweiz. med. Wochenschr.* 1922, S. 721 u. 751. — ¹³⁸⁾ Minkowski: Zum gegenwärtigen Stand der Lehre von den Reflexen in entwicklungsgeschichtlicher und anatomisch-physiologischer Beziehung. *Schweiz. Arch. f. Neurol. u. Psychiatrie* **15**, 2 u. **16**, 1, u. 2. — ¹³⁹⁾ v. Monakow: Die Lokalisation im Großhirn und der Abbau der Funktion durch corticale Herde. Wiesbaden 1914. — ¹⁴⁰⁾ Munch-Petersen: Die Hautreflexe und ihre Nervenbahnen. *Dtsch. Zeitschr. f. Nervenheilk.* **22**, 177. 1902. — ¹⁴¹⁾ Munk: Über die Fühlspären der Großhirnrinde. *Sitzungsberichte der kgl. preuß. Akad. d. Wissenschaft.* 1892, 93 u. 96. — ¹⁴²⁾ Negro, F.: Observations sur certains mouvements réflexes d'automatisme médull. dans les tabétiques ataxiques. *Soc. de Neurol. de Paris* 3. VI. 1926, *Rev. neurol.* 1926, 1, 1180. — ¹⁴³⁾ Neuburger: Streifzüge durch die ältere deutsche Myelitisliteratur. *Jahrb. f. Psychiatrie u. Neurol.* 1912, S. 225. — ¹⁴⁴⁾ Nicaud: La paraplegie en flexion. *Thèse de Paris*, 1914. — ¹⁴⁵⁾ Noica: Etude sur les réflexes. *Rev. neurol.* 1914, S. 402. — ¹⁴⁶⁾ Ollivier: Traité de la moëlle épinière et de ses maladies. Paris et Bruxelles, 1827, 2. Aufl. — ¹⁴⁷⁾ Oppenheim: Zur Pathologie der Hautreflexe an den unteren Extremitäten. *Monatschr. f. Psychiatrie u. Neurol.* **12**, 518. 1902. — ¹⁴⁸⁾ Oppenheim u. Siemerling: Beiträge zur Pathologie der Tabes dorsalis und der peripheren Nervenerkrankungen. *Arch. f. Psychiatrie u. Nervenkrankh.* **18**. — ¹⁴⁹⁾ Øvre: Die spinalautomatischen Reflexe. Oslo 1924; ref. in *Zeitschr. f. d. ges. Neurol. u. Psychiatrie* Ref.

- 42, 361. 1926. — ¹⁵⁰⁾ *Pastine*: Le signe de Babinski et les réflexes d'automatisme médull. Rev. neurol. 96, 403. 1913; ref. in Zeitschr. f. d. ges. Neurol. u. Psychiatrie 9, 63. 1914. — ¹⁵¹⁾ *Philippon*: L'autonomie et la centralisation dans le système nerveux des animaux. Etude de Physiol. expér. et compar. Bruxelles 1905. — ¹⁵²⁾ *Philippon*: Les réflexes croisés chez le chien. Fol. neuro-biol. 1, 102. 1908 (7. internat. Physiol.-Kongreß, Heidelberg 1907). — ¹⁵³⁾ *Pineas*: Über spinale, vor allem gekreuzte Reflexe an den unt. Extr. Berlin. klin. Wochenschr. 1921, S. 1128. — ¹⁵⁴⁾ *Popper*: Über ein eigenartiges Reflexphänomen (als Beitrag zur Frage des „medullären Automatismus“) Berlin. klin. Wochenschr. 1919, S. 799. — ¹⁵⁵⁾ *Prochaska*: Commotio de functionibus systematis nervosi. 1784, Kap. 4, S. 159. — ¹⁵⁶⁾ *Radovici*: Contractions rythmiques par lésions médull. Rev. neurol. 1923, 2, 114. — ¹⁵⁷⁾ *Radovici u. Fischgold*: Sur un rapport quantitatif entre l'excitant et la réaction dans les réflexes d'automatisme médull. (Application de la loi de Weber à la physiologie de la moelle épinière.) Journ. de physiol. et de pathol. gén. 21, 671. 1923. — ¹⁵⁸⁾ *Remak*: Zur Lokalisation der spinalen Hautreflexe der Unterextremitäten. Neurol. Zentralbl. 1893, Nr. 15. — ¹⁵⁹⁾ *Riddoch*: The reflex functions of the completely divided spinal cord in man compared with those associated with less severe lesions. Brain 40, 264. 1917. — ¹⁶⁰⁾ *Riddoch u. Buzzard*: Reflex movements and postural reactions in quadriplegia and hemiplegia. Brain 44, 397. 1921. — ¹⁶¹⁾ *Romberg*: Lehrbuch der Nerven-Krankheiten des Menschen. Berlin 1840 (I, 1) u. 1843 (I, 2). — ¹⁶²⁾ *Rosenbach*: Ein Beitrag zur Symptomatologie cerebraler Hemiplegien. Arch. f. Psychiatrie u. Nervenkrankh. 6. 1876. — ¹⁶³⁾ *Rosenblum*: Du développement du système nerveux au cours de la première enfance. Thèse de Paris 1915. — ¹⁶⁴⁾ *Rouquier u. Courretas*: Contribution à l'étude des clonus du pied. Rev. neurol. 1926, 1, 17. — ¹⁶⁵⁾ *Roussy u. Cornil*: Réflexes d'autom. méd. apparus au cours d'un syndrome de compression méd. dans un membre antérieurement atteint de paralysie infantile. Soc. de Neurol. de Paris, 9. III. 1922, Rev. neurol. 1922, S. 294. — ¹⁶⁶⁾ *Roussy, d'Oelsnitz, Cornil*: Un cas de section totale de la Moelle dorsale par Contusion indirekte. Rev. neurol. 1919, 1, 207. — ¹⁶⁷⁾ *Schäfer*: Antagonistenreflex. Neurol. Zentralbl. 18, 1016. 1899. — ¹⁶⁸⁾ *Senator*: Zwei Fälle von Querschnittserkrankung des Rückenmarks. Zeitschr. f. klin. Med. 1898. — ¹⁶⁹⁾ *Sherrington*: Über das Zusammenwirken der Rückenmarksreflexe. Ergebni. d. Physiol. 4. 1905. — ¹⁷⁰⁾ *Sherrington*: Propriocept. reflex of the limb. Nature. 28, 592. 1908. — ¹⁷¹⁾ *Sherrington*: Flexion reflex of the limb, crossed extension reflex and refl. stepping and standig. Journ. of physiol. 40. 1910. — ¹⁷²⁾ *Sherrington*: Remarks of the reflex mechanism of the step. Brain 33, 1. — ¹⁷³⁾ *Sherrington*: The integrative action of the nervous system. London 1911. — ¹⁷⁴⁾ *Sittig*: Wiederkehr des Patellarreflexes in einem Falle von hoher Rückenmarks-durchtrennung und die lokalisatorische Bedeutung des sog. paradoxen Kniephänomens. Monatsschr. f. Psychiatrie u. Neurol. 38, 2, 257. 1915. — ¹⁷⁵⁾ *Solieri*: Transversaler Schnitt des Rückenmarks, bedingt durch eine Schnittwaffe, in der Höhe des 3. Rückenwirbels. Mitt. a. d. Grenzgeb. d. Med. u. Chir. 1909. — ¹⁷⁶⁾ *Souques u. Nadal*: Paraplégie pottique en flexion avec exagération des réflexes d'autom. méd. Soc. de neurol. de Paris 4. XII. 1913, Presse méd. 1913, S. 1021. — ¹⁷⁷⁾ *Sternberg*: Die Sehnenreflexe. Leipzig u. Wien 1893. — ¹⁷⁸⁾ *Strohl*: Le réflexe d'autom. méd. Le phénomène des raccourcisseurs. Thèse de Paris 1913. — ¹⁷⁹⁾ *Strohl*: Les refl. d'autom. méd. chez l'homme. Presse méd. 1914, S. 195. — ¹⁸⁰⁾ *Striimpell*: Zur Kenntnis der Haut- u. Sehnenreflexe bei Nervenkranken. Dtsch. Zeitschr. z. Nervenheilk. 15, 254. 1899. — ¹⁸¹⁾ *Trendelenburg*: Vergleichende Physiologie des Rückenmarks. Ergebni. d. Physiol. 10. — ¹⁸²⁾ *Valentin*: De functionibus nervorum cerebralium et nervi sympathici. 1839. — ¹⁸³⁾ *Van Gehuchten*: Réflexes cutanés et réflexes tandineux. Internat. med. Kongreß in Paris 1900; Rev. neurol. 8, 736. — ¹⁸⁴⁾ *Van Woerkom*: Sur la signification physiologique des réflexes cut.

des membres inf. Quelques considérations de l'article de Mm. Marie-Foix. Rev. neurol. **24**, 285. 1912, ref. in Zeitschr. f. d. ges. Neurol. u. Psychiatrie **7**, 274. 1913. — ¹⁸⁵⁾ *Van Woerkom*: A propos des mouvements de retrait des membres inf. et du réfl. de Babinski. Rev. neurol. 1913, S. 407; ref. in Zeitschr. f. d. ges. Neurol. u. Psychiatrie, Ref. 9, 63. 1914. — ¹⁸⁶⁾ *Van Woerkom*: Sur les Réactions Musculaires d'ordre affectif. Leur relation avec les mouvements réflexes. Schweiz. Arch. f. Neurol. u. Psychiatrie **8**, 3. 1921. — ¹⁸⁷⁾ *Vincent*: Sur le diagnostic des Compres- sions de la moëlle. Soc. de neurol. de Paris, Rev. neurol. 1923, **1**, 674. — ¹⁸⁸⁾ *Vin- cent, Krebs, Chavany*: Pseudo-paraplégie en flexion par lésion cérébrale unila- térale. Surréflectivité cutanée hyperaligique. Rev. neurol. 1925, **1**, 337. — ¹⁸⁹⁾ *Vi- zoli*: Contributo allo studio dei riflessi di difesa e delle turbe della sensibilità nel morbo di Pott. Neurologica Jg. 41, Nr. 5, S. 251.; ref. in Zeitschr. f. d. ges. Neurol. u. Psychiatrie **41**, 409. — ¹⁹⁰⁾ *Volkmann*: Über Reflexbewegungen. Arch. f. Anat., Physiol. u. wissensch. Med. 1838, S. 15. — ¹⁹¹⁾ *Vulpian*: Maladies du système nerveux. 1879, S. 27, 36, 64. — ¹⁹²⁾ *Walshe*: Physiologic significance of reflex phenomena in spastic paralysis of lower limbs. Brain **37**, 269, 1914. — ¹⁹³⁾ *Walshe*: On disorders of movement resulting from loss of postural tone, with special reference to cerebellar ataxy. Brain **44**. — ¹⁹⁴⁾ *Walshe*: On certain tonic or postural reflexes in hemiplegia, with special reference to the so called „associated movements“. Brain **46**. 1923. — ¹⁹⁵⁾ *Walshe*: On variations in the form of reflex movements, notably the Babinski plantar response, under different degrees of spasticity and under the influence of Magnus and de Klein's tonical neck reflexes. Brain **46**. 1923. — ¹⁹⁶⁾ *Westphal*: Über eine Fehlerquelle bei Untersuchung des Kniephänomens. Arch. f. Psychiatrie u. Nervenkrankh. **12**, 798. 1882. — ¹⁹⁷⁾ *Whytt*: An essay on the vital and other involuntary motions of animals. Edinburgh 1751. — ¹⁹⁸⁾ *Whytt*: Beobachtungen über die Natur, Ursachen und Heilung der Krank- heiten, die man gemeinlich Nervenübel, incl. hypochondr. und hyster. Zufälle nennet. Leipzig 1794. — ¹⁹⁹⁾ *Wilmers*: Über Pseudobulbärparalyse mit eigen- artigen koordinierten Rückenmarksreflexen. Arch. f. Psychiatrie u. Nervenkrankh. **70**, 600. 1924. — ²⁰⁰⁾ *Winterstein*: Handbuch der vergleichenden Physiologie. Jena 1913. — ²⁰¹⁾ *Yoshimura*: Über die Ausbreitung der reflexogenen Zone für das Babinskiphänomen. Jahrb. f. Psychiatrie u. Neurol. **30**, 41. 1909.

Berichtigung.

In der Arbeit: „Theorie und Praxis der Permeabilitätsprüfung mittels der Brommethode“ ist auf S. 368, Bd. 79 dieser Zeitschrift bei der Angabe der absoluten Bromwerte im Blut überall der Divisor 3 fortgelassen. Es muß also heißen statt 1 : 7000: $\frac{1:7000}{3}$ usw.

Walter.