

Aus der Universitäts-Nervenlinik Göttingen (Direktor: Prof. Dr. K. CONRAD)
und aus der Universitäts-Nervenlinik des Saarlandes
(Komm. Leiter: Priv. Doz. Dr. H. WITTER)

Zur Ontogenese und Pathologie des Schreckverhaltens*

Von

ST. WIESER und K. DOMANOWSKY

(Eingegangen am 5. August 1958)

In einer ersten Publikation wurde über das Schreckverhalten des Säuglings berichtet. Auf starke Sinnesreize reagieren Kinder in den ersten Lebenswochen mit einer zweiphasigen Antwort: Auf ein initiales Zusammenschrecken folgt ein verwickelter, tonischer Ablauf, dessen auffälligstes Detail das Auseinanderfahren der Gliedmaßen ist. Die *initiale Beugezuckung* ist ein generalisierter Schutzreflex, die *sekundäre Spreizphase* resultiert aus dem Zusammenwirken vorwiegend labyrinthärer Stell- und Haltungsreflexe.

Dieses komplizierte Verhalten des Neugeborenen weicht sehr von der motorischen Antwort Erwachsener auf starke Sinnesreize ab. Es mußte daher angenommen werden, daß es während der ontogenetischen Entwicklung umstrukturiert und auf die Verhaltensschablone des erwachsenen Menschen reduziert wird. Aus theoretischen Gründen muß postuliert werden, daß dieser physiologische Strukturwandel des Verhaltens im ersten, noch ganz überwiegend genetisch bestimmten Lebensjahr stattfindet. Das Ziel der Studie war also, die Reaktion vom frühen Säuglingsalter an bei zunehmend reiferen Kindern zu verfolgen, bis der Ablauf über verschiedene Stadien der Wandlung seine endgültige Form annimmt.

Es wurde die gleiche Versuchsanordnung gewählt, die bei der Untersuchung des Schreckverhaltens des Säuglings angewandt worden war. Die kinemato-graphischen Aufnahmen wurden mit derselben Kamera durchgeführt, die Zeitdehnung betrug 400—600 Bilder in der Sekunde. Die Details der Methodik sind aus der Schrift „Das Schreckverhalten des Säuglings“ zu entnehmen. Insgesamt wurden 21 Einstellungen bei 6 Monate alten Kleinkindern und bei Kindern von 1 Jahr gefilmt und ausgewertet.

Beim Vergleich des Schreckverhaltens des Säuglings mit der Reaktion späterer Altersstufen zeigt sich ein eindrucksvoller Wandel, der beim 1 Jahr alten Kind im wesentlichen als abgeschlossen betrachtet werden

* Die Arbeit wurde durch eine Sachbeihilfe der Deutschen Forschungsgemeinschaft ermöglicht. Dem Institut für den wissenschaftlichen Film in Göttingen, Leiter Dipl.-Ing. Dr. WOLF, medizinischer Sachbearbeiter Dr. HÖFLING, sprechen wir für die großzügige Unterstützung unseren Dank aus.

kann. Die initiale Beugezuckung erweist sich dabei als viel beständiger, während die sekundäre Spreizphase über schwer bestimmbare Zwischenstufen schnell verschwindet.

Die Tabelle vermittelt einige Latenzzeiten, die zwischen Reiz und Beginn der ersten sichtbaren Beugereaktion am Körper gemessen wurden. Die Zeiten entsprechen durchaus der Latenz des unter identischen Bedingungen ausgelösten generalisierten Beugereflexes des Neugeborenen. Auch bei älteren Kindern liegen die Werte zwischen 0,02 und 0,07 sec.

Tabelle

	1. Kind (6 Monate)	2. Kind (6 Monate)	3. Kind (6 Monate)	4. Kind (1 Jahr)	5. Kind (1 Jahr)	6. Kind (1 Jahr)
Latenz des Zusammen- schreckens	0,025	0,06	—	0,05	0,03	0,07
	0,025	0,03	0,05	—	0,03	0,04
	0,04	0,024	0,03	0,07	0,04	0,03

Schon bei 6 Monate alten Kindern scheinen die Beine an der initialen Beugezuckung weit weniger regelmäßig teilzunehmen, als beim Neugeborenen. Dafür tritt ein eigentümliches mimisches Verhalten stärker hervor, das zusammen mit einem Heben der Schultern bei einjährigen Kindern weitgehend das Bild der Reaktion bestimmt. Kurz nach Reizbeginn setzt eine verspannte Kontraktion der Gesichtsmuskulatur ein und selbst wenn das Kind vorher geweint hatte, weicht dieser Ausdruck einer maskenartigen Erstarrung. 1—2 sec nach Reizbeginn löst sich diese eigenartige, wie festgefroren wirkende Ausdruckslosigkeit des Gesichtes und die mimische Starre geht allmählich in eine Grimasse des Unbehagens über. Meistens werden während des emotionalen Stupors die Lippen geschlossen, wodurch eine leichte Schnutenbildung entstehen kann. Viel seltener kann demgegenüber eine Mundöffnung registriert werden. In diesem letzteren Fall verharren die Kinder eine Weile mit weit aufgerissenem Mund, bis sich der emotionale Stupor löst.

Es bestehen Gründe für die Annahme, daß das Kernstück der Reaktion bei einjährigen Kindern, wie beim Erwachsenen auch, vom Schließen der Augen gebildet wird. Diese Teilantwort hat durchweg die kurzen Latenzzeiten des Blinzelreflexes. Besonders bei leichten Stimuli, bei hoher Reizschwelle oder bei Adaptation an den Reiz, durch wiederholtes Erschrecken tritt die zentrale Stellung des Blinzelreflexes im Rahmen der gesamten Beugereaktion hervor. Auf schnell aufeinanderfolgende Reize nimmt der Körper mit den Armen an der Bewegungsantwort immer weniger teil und nur der Blinzelreflex und eventuell eine Zuckung der Lippen bleiben in solchen Fällen allmählicher Adaptation übrig. Vielleicht kann man diesen Tatbestand physiologisch damit erklären,

daß der Blinzelreflex die niedrigste Reizschwelle hat und daß er am wenigsten einer Adaptation fähig ist.

In Verbindung mit der geschilderten Verschiebung des Schwerpunktes der Reaktion auf das Gesicht steht die Einengung der generalisierten Beugeantwort. Beim 6 Monate alten und noch mehr beim einjährigen Kind besteht der Ablauf, abgesehen von der obligaten Teilreaktion des Gesichtes, im Anheben der Schultern und Beugen des Halses, wodurch der Kopf zwischen den Schultern eingezogen erscheint. Die Arme werden, wenn sie reagieren, leicht nach innen rotiert, nach vorne gehoben und im Ellenbogengelenk etwas gebeugt.

Eingangs ist erwähnt worden, daß beim Säugling viele Sinnesreize eine Reaktion auszulösen vermögen, vorausgesetzt, daß sie stark sind und plötzlich auf den Körper einwirken. Es besteht somit eine weitgehende Unspezifität für Stimuli heterogener Sinnesgebiete. Bei unseren eigenen Untersuchungen wurde ein und derselbe Reiz, ein kräftiger Schlag auf die Unterlage, angewandt, der auch bei den nachfolgenden Versuchen an Kindern höherer Altersstufen beibehalten blieb. Reize verschiedener Natur und Intensität kamen also nicht zur Anwendung, so daß wir beim Strukturwandel der Afferenz nicht über eigene experimentelle Erfahrungen verfügen. SPINDLER hat bei gesunden Kindern, und auch bei Zwillingen die gleiche Reaktion auf kräftige Reize aller Sinnesgebiete untersucht und gefilmt. Er prüfte das Verhalten auf unvermittelte und kräftige olfaktorische, gustatorische, cutane, optische und akustische Stimuli. Die Reaktionsschablone auf olfaktorische und gustatorische Afferenzen ist vom Zusammenschrecken völlig verschieden und auch plötzliche Schmerzreize lösen keinen typischen Schreckreflex aus. Überstarke optische Stimuli können fallweise eine Beugezuckung hervorrufen, während akustische Einwirkungen anscheinend den eigentlichen adäquaten Auslösungsmodus darstellen. Unverkennbar kommt darin eine Umformung der Afferenz zum Ausdruck, die zunächst durch eine Selektivität des Auslösers gekennzeichnet ist. Hinzu kommt noch die überragende Bedeutung der Telereceptoren, während olfaktorische, gustatorische und cutane Auslöser im Zuge der Reife völlig bedeutungslos werden. Die Rolle der leibnahen Signalreize wird beim Erwachsenen vorwiegend vom akustischen und in beschränktem Maße vom optischen Apparat übernommen.

Damit ist der physiologische Strukturwandel vollzogen und wir sehen beim 1 Jahre alten Kind jene Form des Verhaltens auf starke Sinnesreize, die beim Erwachsenen von STRAUSS als Zusammenschrecken, von LANDIS u. HUNT als „startle pattern“ und von SPINDLER als „Schulter-Halsreaktion“ bezeichnet wird.

In einer sorgfältigen verhaltensphysiologischen Studie hat SPINDLER aufgezeigt, daß das von ihm als Schulter-Halsreaktion bezeichnete Zusammenschrecken des

Menschen bei einer größeren Zahl von Tierarten aus der Stammesverwandtschaft des Menschen in ähnlicher Gestalt vorkommt. SPINDLER folgert daraus, daß es sich um homologe Abläufe handelt, die eine stammeseigene Erbkoordination annehmen lassen.

Eine Kontroverse über die Reifung der Motorik geht auf die ausgesprochen gegensätzlichen Theorien von COGHILL über die Individuation von Bewegungsweisen bzw. auf die Integration von Einzelreflexen im Sinne von WINDLE, BARCROFT u. a. zurück. Nach COGHILLS Beobachtungen bestanden die ersten Bewegungen der Amblystoma-Larve in simultanen und umfassenden Bewegungen vieler Rumpfabschnitte. Mit Reifung des Nervensystems formen sich aus dieser Massenbewegung umschriebene Bewegungsmuster heraus, womit sich die Entwicklung der Lokomotion allmählich vollzieht. Dieses Beispiel erläutert die Auffassung der sogenannten Individuationstheorie, wonach ein ausgereiftes Bewegungsverhalten nicht etwa summativ oder integrativ entstehen soll, sondern durch die zunehmende Strukturierung eines vorher diffusen Ganzen. WINDLE, BARCROFT u. a. hingegen stützen ihre Integrationstheorie auf Beobachtungen bei Säugetierfeten. Ihre Schlußfolgerungen wurden von KORTLAND durch Studien an anderen Wirbeltieren bestätigt. Nicht in einem Auskristallisieren von Teilakten aus einem diffusen Ganzen sollen die motorischen Abläufe in diesen Fällen entstehen, sondern durch eine sukzessive Integration mit fortschreitendem Zusammenschluß von Teilen aus einem komplizierten Bewegungsmuster.

Wir haben gesehen, daß das Zusammenschrecken bei Neugeborenen eine den ganzen Körper umfassende Beugereaktion darstellt. Die Frage ist, ob die zunehmende Einengung mit der Verlagerung des Schwerpunktes der Antwort nach oral mit dem Begriff der Individuation zutreffend gekennzeichnet ist. Als Individuation wird die fortschreitende Ausformung einer prägnanten und gegliederten Gestalt aus einem binnendiffusen und komplexhaften Ganzen bezeichnet. Wir sind nun der Auffassung, daß in den aufeinanderfolgenden Reifungsstadien des Schreckverhaltens stets eine wohlstrukturierte Bewegungsform zu erblicken ist. Eine noch so ausgedehnte primäre Beugeantwort ist keineswegs binnendiffus und ungegliedert, sondern ebenso reich an geordneter Sukzession von Teilreakten und damit ebenso durchstrukturiert wie die Reaktion des Erwachsenen. In die Diskussion zwischen Anhängern der Individuations- und Integrationstheorien schleicht sich so eine terminologische Unklarheit ein, die die sachlichen Grundlagen und die empirischen Bestände leicht verschleiern kann. So sehr sich gestalttheoretische Begriffe für die Beschreibung der Erlebnisseite psychischer Vollzüge und speziell für die Wahrnehmung eignen, so sind sie für unseren speziellen realontologischen Bereich nicht verwendbar. Ungeachtet dieser terminologischen Differenzen kann man so viel sagen, daß sich die Entwicklung des Schreckverhaltens beim Menschen nach dem Coghill-Typus vollzieht, ohne daß mit dieser Feststellung der gesamte Tatbestand charakterisiert wäre.

In einer Studie zum pathologischen Zusammenschrecken bei Erkrankungen zentraler Hirngebiete, insbesondere des extrapyramidalen motorischen Systems, unterscheidet DUENSING zwischen dem „Schreckreflex“ und der „Schreckreaktion“. Diese Unterscheidung wird mit den verschiedenen Latenzzeiten begründet, die beim Schreckreflex etwa 0,03—0,05 sec und bei der Schreckreaktion 0,08—0,2 sec betragen. Der motorische Ablauf ist in beiden Fällen gleich, er besteht in einem Lid-schluß, Streckung des Kopfes in der Wirbelsäule sowie Flexion und Adduktion der Arme und Beine. Zur Auslösung des Zusammenfahrens

ist jeder plötzliche akustische und taktile Reiz geeignet. Das rezeptive Feld für taktile Reize nimmt die obere Körperhälfte ein, Focus ist der Nasenrücken. Außer diesem generalisierten Schutzreflex vom Typus des Beugereflexes beschreibt DUENSING eine größere Zahl pathologischer Fremdreflexe einzelner Muskeln, die bei Athetotikern, bei der Myoklonie, im hypoglykämischen Schock und ausnahmsweise auch beim post-encephalitischen Parkinsonismus vorkommen.

In welcher Beziehung stehen diese pathologischen Reflexe zur Reaktion des Säuglings auf starke, potentiell schädliche Sinnesreize? In welchen Fällen ist man berechtigt, im pathologischen Symptom den Ausdruck einer Enthemmung ursprünglicher Erbkoordinationen zu erblicken, und wo tritt eine primäre Desintegration mit pathologischem Funktionswandel entgegen?

Der Versuch, den generalisierten Fremdreflex bei Erkrankungen des extrapyramidalen motorischen Systems aus der Ontogenese abzuleiten, stieß früher auf Schwierigkeiten. Der umfassende pathologische Schutzreflex konnte mit dem Moro-Reflex nicht recht in Beziehung gebracht werden, weil nach damaligen Kenntnissen das Schreckverhalten beim Säugling in einem primären Auseinanderfahren der Gliedmaßen zu bestehen schien. Heute wissen wir, daß nicht der Moro-Reflex dem pathologischen Zusammenschrecken kongruent ist, sondern die früher kaum bekannte initiale Beugereaktion. Hier ergeben sich allerdings so weitgehende Übereinstimmungen, daß an der Homologie beider Reaktionen kaum Zweifel bestehen. Eine solche nahe strukturelle Beziehung bildet die Voraussetzungen dafür, daß der Schreckreflex hirnanorganisch Erkrankter in seiner generalisierten Form als ein Regressionsphänomen auf eine frühere ontogenetische Stufe gedeutet werden kann. In diesem und nur in dem einen Fall hat eine organisch bedingte Regression stattgefunden, die den enthemmten Schreckreflex als das Ergebnis eines dissolutiven Abbaues zentralnervöser Leistungen mit Rückgriff auf die Ontogenese erscheinen läßt. Demgegenüber würde man den Zerfall der Erbkoordination in isolierte Fremdreflexe einzelner Muskeln vorerst kaum als Ausdruck einer Regression auffassen können. Für eine solche entwicklungsgeschichtliche Interpretation darf gefordert werden, daß das fragliche Phänomen einen Rückgriff auf real durchlaufene Stufen der Evolution darstellt. So weit die Entfaltung der Art überblickbar ist, bestehen weithin keine homologen Abläufe im Sinne isolierter Fremdreflexe einzelner Muskeln. Allerdings bleibt es offen, ob nicht in der pränatalen, embryonalen Phase der Motorik isolierte Fremdreflexe vorkommen, denn es wäre denkbar, daß während des intrauterinen Lebens die allgemeine Beugereaktion durch eine zunehmende Integration von Teilakten zustande kommt. Soweit wir aber die Arbeiten MINKOWSKIS über die Entwicklung der fetalen Motorik überblicken,

sind dort entsprechende Beobachtungen nicht mitgeteilt. Es scheint uns, daß die Reifung der embryonalen Bewegungsschablonen eher durch eine fortschreitende Einengung und Umgestaltung zustande kommt und nicht etwa durch einen summativen Zusammenschluß.

Während die Untersuchungen manches zur Phänomenologie, Entwicklungsgeschichte und Pathologie des Zusammenschreckens beitragen konnten, ist es nicht recht klar geworden, was eigentlich mit dem Moro-Reflex während des ersten Lebensjahres geschieht. Auf den angefertigten Filmstreifen kommt zum Ausdruck, daß der Ablauf schon beim 4 Wochen alten Säugling nicht mehr so ausgeprägt ist, wie in den ersten 2 Wochen nach der Geburt. Die Grundschiablone ist zwar noch erhalten, aber der Ablauf wird unregelmäßig, ohne daß man sagen könnte, nach welchen Regeln sich der physiologische Gestaltwandel vollzieht. Beim Kind von 6 Monaten sind nur Bruchstücke des ursprünglichen Vollzuges zu sehen, eine Abduktion der Arme, die in eine Art Willkürbewegung übergehen kann, eine Retraktion des Kopfes oder eine asymmetrische Stellung der Gliedmaßen können als Rest von den einstigen recht komplizierten Stellreaktionen und Haltungsreflexen zeugen. Die von uns angewandte Methodik ist offenbar für die Untersuchung dieser speziellen Zusammenhänge nicht geeignet. Doch wird man hier auf frühere Untersuchungen von SCHALTENBRAND, ISBERT und PEIPER u. a. zurückgreifen können, aus denen hervorgeht, daß die physiologischen Haltungs- und Stellreflexe beim Kleinkind zu verschiedenen Zeiten verschwinden. So ist z. B. der Halsstellreflex auf den Körper im ersten Lebensjahr häufig vorhanden, später nicht mehr, der asymmetrische tonische Halsreflex auf die Gliedmaßen fehlt bereits im zweiten Lebensjahr und die Lidreaktion wird im zweiten Halbjahr schon selten. Es ist demnach zu vermuten, daß der Moro-Reflex, der aus einer ganzen Anzahl von Haltungs- und Stellreflexen besteht, während der Cephalisation nicht als Ganzes in das motorische Schema des Erwachsenen übergeht, sondern entsprechend dem Verschwinden seiner Komponenten über schwer bestimmbare Zwischenstufen, die von Individuum zu Individuum variieren können.

Zusammenfassung

Im Anschluß an eine erste Veröffentlichung über das Schreckverhalten des Säuglings wird über den physiologischen Strukturwandel berichtet, den dieser sensomotorische Ablauf während des ersten Lebensjahres durchmacht. Die initiale Beugezuckung geht aus einer generalisierten, den ganzen Körper umfassenden Form in eine umschriebeneren Reaktion des Gesichtes und der oralen Körperhälfte über. Gleichzeitig übernehmen Telereceptoren, besonders akustische Auslöser, die dominierende Rolle beim Ingangsetzen der Reaktion.

Zur Frage der Regression wird ausgeführt, daß eine zentral-nervöse Enthemmung nur in einem einzigen Fall realisiert erscheint, nämlich beim Wiederauftreten des generalisierten Beugereflexes, wie dies beispielsweise bei Erkrankungen des extrapyramidalen motorischen Systems beobachtet werden kann.

Die sekundäre Spreizphase, die beim Säugling bekanntlich vom 3. Monat an verschwindet, wird über schwer bestimmbare Zwischenstufen desintegriert. Es ist anzunehmen, daß die einzelnen Haltungs- und Stellreflexe, aus denen sie sich zusammensetzt, zu verschiedenen Zeiten im Verlauf der Cephalisation des zentralen Nervensystems überbaut werden.

Literatur

BARCROFT, J., and D. H. BARON: Movement in the mammalian foetus. *Ergebn. Physiol.* **42**, 107—152 (1939). — COGHILL, G. E.: Anatomy and the Problem of Behavior. Cambridge 1929. — HUNT, W. A., and C. LANDIS: Studies of the startle Pattern. *Amer. J. Psychol.* **2**, 201—205 (1936). — ISBERT, H.: zit. nach PEIPER. Die Eigenart der kindlichen Hirntätigkeit. Leipzig: Thieme 1956. — KORTLANDT, A.: Eine Übersicht der angeborenen Verhaltensweisen des mitteleuropäischen Kormorans (*Phalacrocorax carbo sinensis*) 1940. — LANGWORTHY, O. R.: A Physiological Study of the Reaction of young decerebrated Animals. *Amer. J. Physiol.* **69**, 254 (1924). — The Differentiation of Behavior Patterns in the Foetus and Infant. *Brain* **55**, 265 (1924). — SCHALTENBRAND, G.: *Dtsch. Z. Nervenheilk.* **87**, 23—60 (1925). — SPINDLER, P.: Studien zur Vererbung von Verhaltensweisen. *Z. Anthropologie* (im Druck). — STRAUSS, H.: Das Zusammenschrecken. *J. Psychol. Neurol. (Lpz.)* **39**, 11—231 (1929). — WINDLE, W. F., and R. E. BAXTER: Development of reflex mechanisms in the spinal cord of albino rat embryo. *J. comp. Neurol.* **63**, 202 (1936).

Priv.-Doz. Dr. STEFAN WIESER, Univ.-Nervenlinik Göttingen, v. Sieboldstraße
Dr. K. DOMANOWSKY, Univ.-Nervenlinik, Homburg/Saar