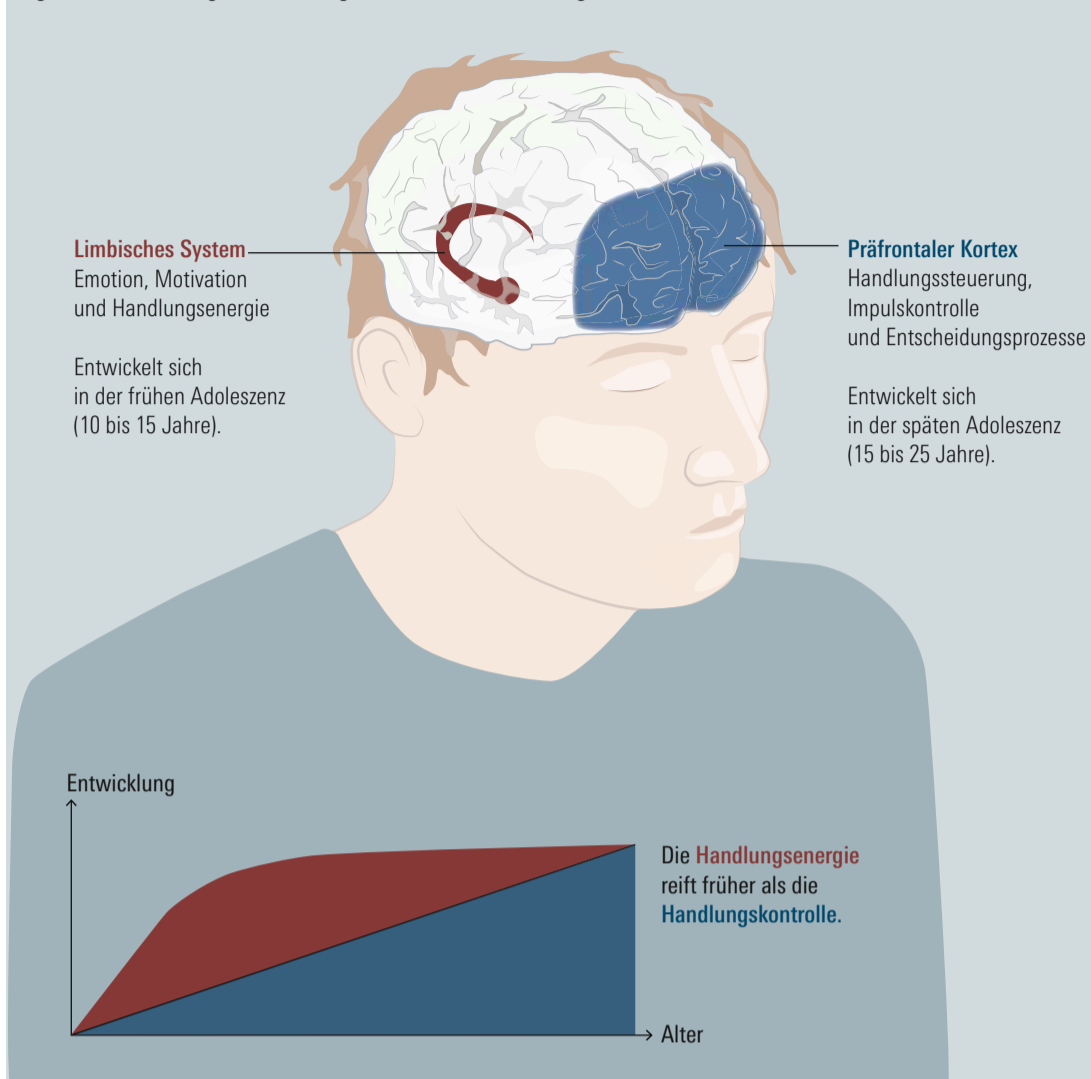


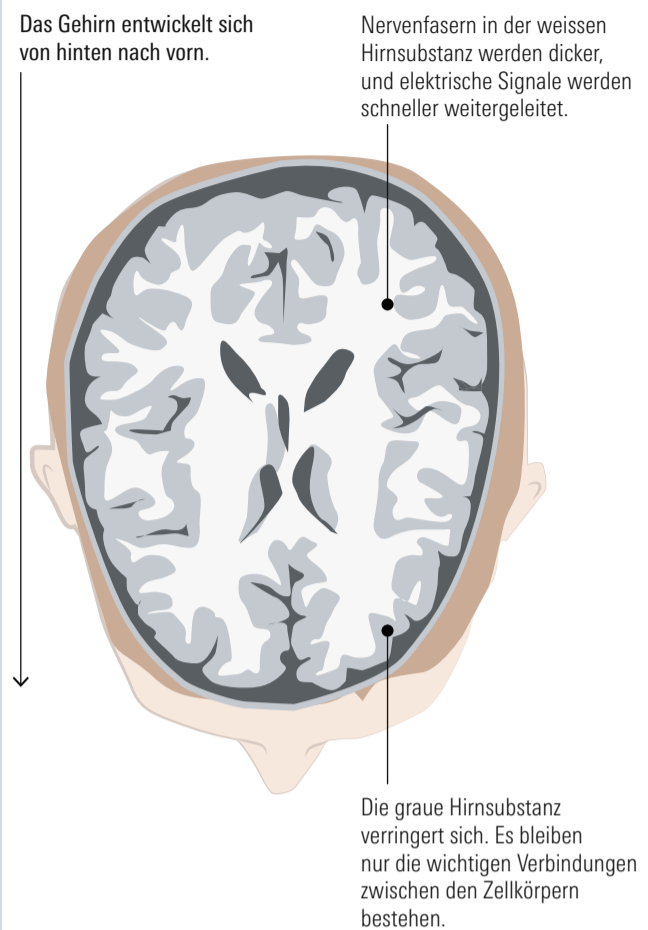
Ein Blick ins Gehirn von Jugendlichen zeigt, welchen Herausforderungen sich Heranwachsende tagtäglich stellen

Ungleiche Entwicklung von Handlungsmotivation und Handlungskontrolle



QUELLEN: CASEY ET AL. (2011) JOURNAL OF RESEARCH ON ADOLESCENCE, GIEDD (2015) SCIENTIFIC AMERICAN

Spezialisierung der Netzwerkstruktur des Gehirns im Laufe der Adoleszenz



Jugendliche reagieren besonders sensibel

Die psychische Gesundheit von Teenagern habe gelitten, sagen Fachleute. Ein Blick ins Gehirn zeigt, warum gerade sie während der Pandemie so vulnerabel sind. VON EVELINE GEISER (TEXT), ANJA LEMCKE (INFOGRAFIK)

Die Massnahmen während der Pandemie waren für die ganze Bevölkerung belastend. Doch Ärzte und Psychologen weisen darauf hin, dass besonders Jugendliche leiden und vermehrt psychotherapeutische Hilfe benötigen. Neurowissenschaftler können erklären, warum das Gehirn von Jugendlichen manchmal schlecht mit Stress umgehen kann; der Grund liegt in der Art und Weise, wie sich das Gehirn während der Adoleszenz entwickelt.

Belohnungssystem reift zuerst

Nicht alle Gehirnfunktionen entwickeln sich gleichzeitig. Mit dem Einsetzen der Pubertätshormone reifen zuerst diejenigen Hirnstrukturen, die Emotionen verarbeiten und Handlungsergebnisse beurteilen: das limbische System und die Basalganglien. Diese Strukturen sind die neuroanatomische Basis für Handlungsantrieb und Motivation. Der Jugendliche strotzt nun vor Handlungenergie. Gleichzeitig sucht er vermehrt nach Bestätigungs- und Belohnungssignalen in seiner Umwelt.

Diese Empfänglichkeit für Belohnung ist auch im Gehirn der Adoleszenten messbar. Beispielsweise zeigen Forscher im Fachjournal «Child Development», wie sich die neuronale Aktivität im Belohnungszentrum des Gehirns beim Betrachten von Instagram-Bildern verhält. Demnach verursachen Bilder mit vielen Likes im sogenannten Nucleus accumbens starke neuronale Aktivität – besonders, wenn es sich dabei um selbst gepostete Bilder handelt.

Das mag auf den ersten Blick nicht überraschen. Es ist allgemein bekannt, dass Jugendliche sich stark mit den Reaktionen ihrer Peer-Gruppe, also ihrer Kollegen und Freunde, beschäftigen. Doch die Studie illustriert auch eine generellere Beobachtung der Wissenschaftler: Das Belohnungszentrum im Hirn reagiert während der Adoleszenz auffällig sensibel. Erst im jungen Erwachsenenalter nimmt diese Sensibilität wieder langsam ab.

Dem ausgeprägten Belohnungssystem in der frühen Adoleszenz steht die Ausdifferenzierung der frontalen Grosshirnrinde gegenüber, die sich noch bis in die späte Adoleszenz entwickelt. Insbesondere der sogenannte präfrontale Kortex spezialisiert sich bis ins Alter von 25 Jahren. Damit reift auch die Fähigkeit des Jugendlichen, sein Verhalten zu steuern und mit seinen Emotionen differenzierter umzugehen, noch bis ins frühe Erwachsenenalter.

Mit diesem «Zwei-Phasen-Modell» beschreiben Forscher grob die Hirnentwicklung in der Adoleszenz. Natürlich beginnt sich der frontale Kortex bereits im Kindesalter zu entwickeln, und bereits vor der Pubertät sind Kinder in der Lage, rational zu handeln und zu entscheiden. Doch während der Adoleszenz und besonders, wenn Emotionen mit ins Spiel kommen, driften die Handlungenergie und die Handlungskontrolle zuweilen auseinander. Das Wissen um die unterschiedlichen Geschwindigkeiten, mit denen sich das limbische System und das Frontalhirn entwickeln, macht das Verhalten von Jugendlichen, das manchmal impulsiv und emotional daherkommt, verständlicher.

Hormonelle Veränderungen

Die frühe Reifung des Belohnungssystems hat Vorteile. Manche Forscher betonen, dass die hohe Sensibilität für Feedback aus der Umwelt schnelles Lernen ermögliche. Doch der jugendliche Elan hat eine Kehrseite. Denn wer sein Verhalten weniger gut planen kann, reagiert auf Herausforderungen eher impulsiv und kann somit auch mit Stress weniger konstruktiv umgehen.

Dass Jugendliche stressanfällig sein können, scheint aber nicht nur an der lange andauernden Reifung des Frontalhirns zu liegen. Deanna Barch, Professorin an der Washington University, erforscht die Entstehung von Ängsten und Depressionen in der Kindheit und Jugend. Neben der genetischen Vorbe-

Wer sein Verhalten weniger gut planen kann, reagiert auf Herausforderungen eher impulsiv und kann mit Stress weniger konstruktiv umgehen.

lastung, die etwa 40 Prozent der Erkrankungen erklärt, gebe es einen klaren Zusammenhang zwischen den hormonellen Veränderungen in der Pubertät und dem Auftreten dieser Erkrankungen, meint die Entwicklungspsychologin.

Obwohl beide Erkrankungen – Angststörungen wie Depressionen – schon im Kindesalter auftreten können, werden sie nach Einsetzen der Pubertät unvermittelt häufiger. Und auch epidemiologische Studien zeigen, dass 75 Prozent der Menschen, die im Laufe des Lebens an einer psychischen Erkrankung leiden, bereits vor dem 24. Lebensjahr erkranken. Dabei treten Angststörungen oft bereits vor dem 15. Lebensjahr auf, während Depressionen in der späteren Adoleszenz diagnostiziert werden.

Forscher vermuten, dass sich in der Adoleszenz auch die physiologische Reaktion auf Stress in der Umwelt verändert. So wird beobachtet, dass Jugendliche vermehrt das Stresshormon Cortisol ausschütten. Dieses bindet sich an Rezeptoren im Gehirn und kann dort die Zellen schädigen. Gerade das limbische System – genauer gesagt der Hippocampus – trägt viele dieser Rezeptoren.

Aus neuropsychologischer Sicht erstaunt es also nicht, dass die jugendliche Psyche in der Pandemie besonders herausgefordert war. Erstens verfügten Jugendliche aufgrund ihres Entwicklungsstandes über weniger Möglichkeiten, konstruktiv mit der Herausforderung umzugehen, andererseits liefen gerade die Kontaktbeschränkungen dem natürlichen Bedürfnis vieler jugendlicher entgegen, sich mit Gleichaltrigen zu treffen.

Hirnrinde schrumpft

Einen weiteren Grund für die Vulnerabilität von Jugendlichen sehen Wissenschaftler in der hohen Dynamik des jugendlichen Gehirns. Ganz generell könnten Umwelteinflüsse ein sich wandelndes System stärker beeinflussen. Oder wie Jay Giedd, Professor am amerikanischen National Institute of Mental Health, im «Scientific American» schreibt: «Moving parts get broken.» Ein System in Entwicklung sei verletzlicher als ein statisches System. Tatsächlich findet während der Adoleszenz ein konstanter Umbau der Netzwerkstruktur des Gehirns statt.

Das neuronale Netzwerk des Gehirns verändert sich in zweierlei Richtung. Zum einen verringert sich die graue Hirnsubstanz. Was auf den ersten Blick kontraintuitiv erscheint, ist Ausdruck davon, dass das Gehirn nun laufend effizienter wird. Denn während in der Kindheit mehr und mehr Verbindungen zwischen den Hirnzellen gebildet wurden, werden diese in der Adoleszenz wieder reduziert. Es bleiben nur diejenigen Synapsen bestehen, die für die Funktions-

weise des Gehirns am nützlichsten und am effektivsten sind.

Unwesentliche Verbindungen zwischen den Neuronen der Hirnrinde werden im «pruning»-Prozess wieder entfernt – und lassen damit die graue Substanz des Gehirns schrumpfen. Dies geschieht aber nicht in der ganzen Hirnrinde gleichzeitig, sondern beginnt im Hinterkopf bereits während der Kindheit und erreicht in der späten Adoleszenz die graue Substanz des Stirnhirns – also jenen Bereich, der für die Handlungssteuerung und die Kontrolle von Emotionen zuständig ist.

Schnellere Signalverarbeitung

Während die weisse Hirnsubstanz schrumpft, wächst die weisse Hirnsubstanz. Denn nach und nach legen sich mehr Isolationszellen um die Nervenfasern, die weit entfernte Gruppen von Neuronen – beispielsweise zwischen Zellen des Stirnlappens und Zellen des Hinterhauptlappens – verbinden. Dadurch wird die weisse Hirnsubstanz dichter, und elektrische Signale werden schneller übermittelt.

Diese neuroanatomischen Veränderungen im Gehirn beeinflussen seine Funktionsweise. Elektrische Signale durchlaufen das neuronale Netzwerk – im Jargon Konnektom genannt – immer effektiver. Es entstehen kleinräumigere funktionale Einheiten, innerhalb deren schnell kommuniziert wird, während elektrische Signale zwischen den Einheiten geringer werden.

Die Ausdifferenzierung des Konnektoms während der Adoleszenz beeinflusst die Funktionsweise des Gehirns im Erwachsenenalter, weswegen viele Forscher die Adoleszenz als sensible Phase der Gehirnentwicklung betrachten. Doch sie sind sich auch einig, dass das gesunde Gehirn über die gesamte Lebensspanne hinweg ausserordentlich wandelbar bleibt. Somit besteht die Hoffnung, dass sich Jugendliche von der Pandemie auch psychisch erholen können.