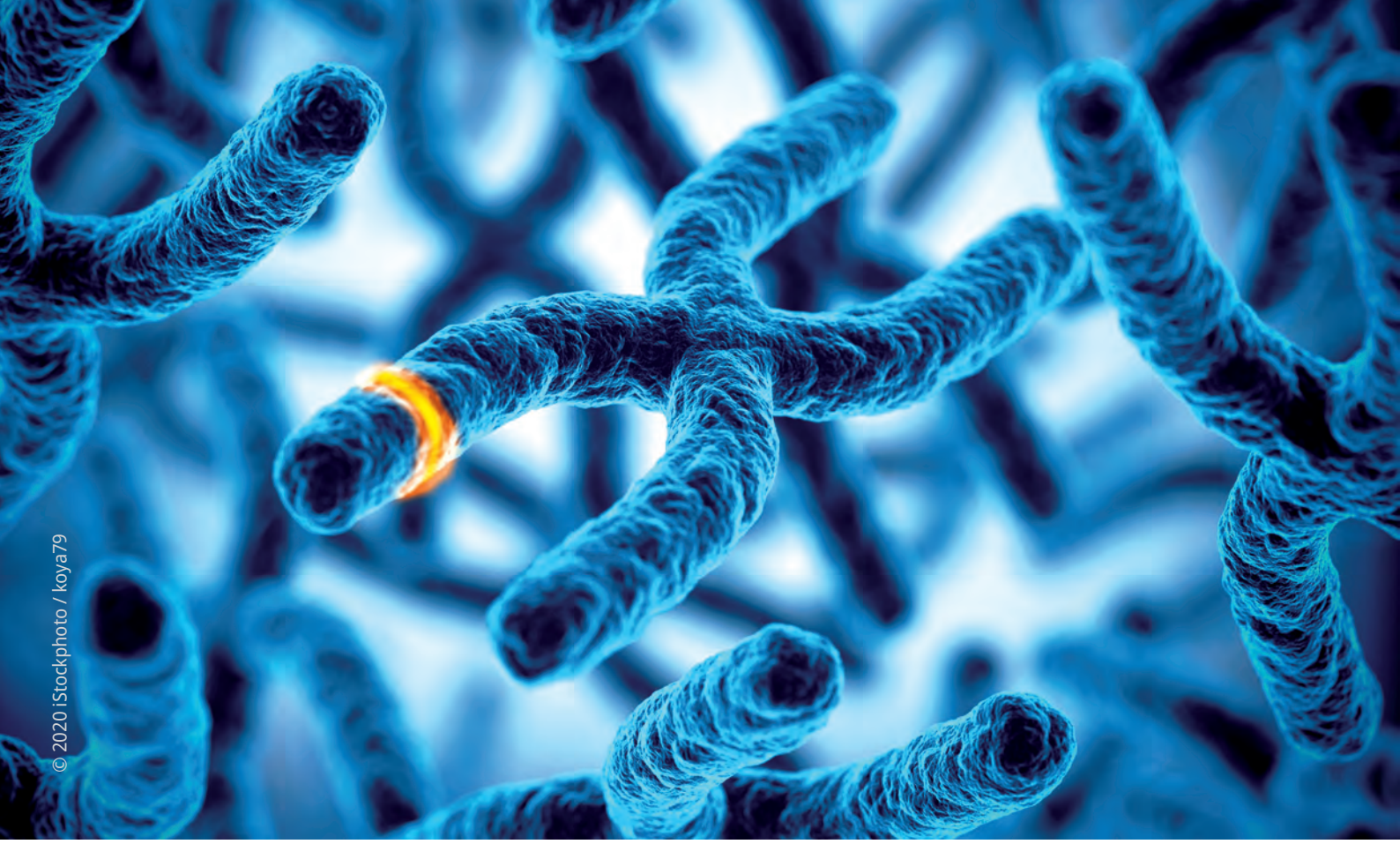
© 2020 iStockphoto / koya79

Epigenetik: Wie Erfahrungen vererbt werden

Bisher wurde immer angenommen, dass die Gene eines Menschen „*in Stein gemeißelt*“ wären. Nun ist die Wissenschaft zu neuen, verblüffenden Erkenntnissen gekommen. Wir beginnen zu verstehen, dass nicht nur die Gene den Menschen prägen, sondern auch umgekehrt, der Mensch dazu in der Lage ist, die Wirkung seiner Gene zu prägen. Wie dies möglich sein kann, wird hier erklärt.

Um dieses komplexe Thema zu verstehen, möchte ich Sie einladen, Epigenetik als “*Bindeglied*” zwischen Genen und Umwelteinflüssen zu betrachten.

Das menschliche Genom – also die Summe aller Gene, die im Erbgut enthalten sind - wurde bisher als ein unveränderlicher Bauplan eines Menschen angenommen, der bereits bei der Zeugung, also am Beginn des Lebens, festgelegt wird. Epigenetik trotzt dieser Annahme und liefert Antworten zu der bisher unbeantworteten Frage, ob wir durch unsere Gene “*vorprogrammiert*” sind oder ob es der Umwelt gelingt, dieses Programm spontan zu ändern?

Was bisher bekannt war, ist schnell erklärt. Das Genom zeigt sich als nahezu endlose Abfolge von vier chemischen Grundbausteinen, die zusammen die Buchstaben des genetischen Textes bilden, Adenin, Thymin, Cytosin und Guanin. Dieser Text – uns bekannt als DNA - ist der sprichwörtliche Bauplan, der von den Zellen “*gelesen*” wird. Mit dieser Information “*wissen*” diese dann, welche Gestalt sie annehmen sollen. Das menschliche Genom wurde 2012 komplett sequenziert und erlaubt uns nun genauer zu verstehen, welches Gen welche Information an die Zellen weitergibt. Jedes Lebewesen besteht buchstäblich aus Eiweißmolekül-Übersetzungen.

Die Epigenetik

Was neu ist, darüber berichtet die Epigenetik. Sie zeigt uns, dass der

"*Bauplan zum Buch des Lebens*" nicht ausschließlich aus der DNA herausgelesen wird. Umwelteinflüsse, positive wie auch negative Erfahrungen, heften sich als zusätzliche Informationen an bestimmte Teile der DNA fest und bestimmen, vereinfacht ausgedrückt, ob dieser Teil der DNA gelesen wird oder ob er "*still schweigt*" (obwohl die Information vorhanden wäre!). Diese "*Information*" kann man sich wie eine kleine Signalflagge vorstellen, ihre wissenschaftliche Bezeichnung ist "*Methylgruppe*" und sie ist eigentlich kaum mehr als ein Atomgrüppchen, bestehend aus einem Kohlenstoffatom und drei Wasserstoffatomen. Das Sich-Anheften der "*Signalflaggen*", sprich der Epigene, nennt man Methylierung.

Diese kleine Methylgruppe kann buchstäblich über Leben und Tod bestimmen. Und dies nicht nur während der Zeugung oder während der Schwangerschaft, nein, Forschungen zufolge bestimmen diese Methylgruppen lebenslang, ob Gene abgelesen werden oder nicht, ob sie angeschaltet werden oder "*aus*" bleiben. Man kann sogar behaupten, die Epigene, also die kleinen Informationsgrüppchen über den Genen, geben den Zellen eine neue "*Identität*".

Ein Beispiel

Ein anschauliches Beispiel, wie sehr Umwelteinflüsse das Ablesen des ursprünglichen genetischen Bauplans verändern können, ist bei den Bienen zu finden.

Eine Arbeitsbiene, konkret eine Sammelbiene, die im Sommer schlüpft, wird unter den besten Bedingungen höchstens 10 Wochen alt. Wird die Bienenlarve jedoch mit einem speziellen Futter, genannt "*Gelée royale*" gefüttert, so kann das Tier (ausgestattet mit dem gleichen genetischen Bauplan) jedoch bis zu fünf Jahre alt werden. Auch in ihrer Körpergröße unterscheidet sie sich deutlich, sie kann fast doppelt so groß werden wie die Arbeitsbienen.

Zwillingsstudien

Bei Menschen fanden epigenetische Erkenntnisse ihren Ursprung in Zwillingsstudien.
Es wurden in einer Untersuchung 80 eineiige Zwillinge, die sehr wenig Lebenszeit miteinander verbracht hatten, miteinander verglichen und dies mit verblüffenden Ergebnissen.

Waren die Zwillingspaare genetisch nahezu ident, so war es auf einer Ebene darüber, der Epigenetik, deutlich anders. Hatten sie noch als dreijährige relativ ähnliche Epigenome, so waren die Übereinstimmungen bei 50jährigen Zwillingspaaren deutlich geringer.
Vor allem in Bezug auf ihre Krankengeschichten konnte festgestellt werden, dass – je unterschiedlicher die Leben verliefen – umso größer auch die epigenetischen Unterschiede ausfielen. Mit anderen Worten: das Leben bestimmt, welche Epigene sich an die DNA-Basen anhängen und folglich, welche Entwicklung die Zellen durchmachen.

Diese Erkenntnis verblüffte die Wissenschaftler und regte zu weiteren Studien an. So fand man heraus, dass ein einschneidendes Erlebnis, das eine werdende Mutter in der Schwangerschaft erlebt hat, lebenslange, epigenetische Auswirkungen auf die Gesundheit ihres Kindes haben kann. Hat die Mutter beispielsweise eine Hungersnot zu einem frühen Zeitpunkt in der Schwangerschaft erleben müssen, so zeigt das Kind eine Änderung im Methylierungsmuster des Gens Igf2. Als Erwachsener kann dieser Mensch aufgrund der Methylierung ein erhöhtes Risiko haben, an Schizophrenie oder Herz-Kreislauf-Erkrankungen zu leiden.

Beispiel Hungerkinder

Als konkretes Beispiel ist der Winter 1944 zu nennen. Nazis errichteten Blockaden auf Transportwegen in die Niederlande und verhinderten somit die Versorgung der Bevölkerung. Viereinhalb Millionen Menschen litten in den Niederlanden Hunger. So auch schwangere Frauen. Den werdenden Müttern standen nicht einmal 800 Kilokalorien pro Tag zur Verfügung – sie mussten mit einem Drittel des Tagesbedarfs dessen, was für Schwangere notwendig wäre, auskommen. Die Babys waren bei der Geburt zu klein und zu leicht und auch noch im Erwachsenenalter hatten sie wesentlich öfter gesundheitliche Beschwerden als ihre Geschwister, die eine Schwangerschaft ohne Hungersnot erleben durften. Doch die wichtigste Erkenntnis dieser unglücklichen Ereignisse: die Kinder der "*Hungerkinder*" waren bei der Geburt ebenfalls untergewichtig, obwohl diese Mütter im Lauf ihres Lebens nicht mehr Hunger leiden mussten.

Es verdichtete sich somit der Verdacht, dass epigenetische Informationen auch noch in den folgenden Generationen das Ablesen der Gene beeinflussen können!

Tierversuche

Spezielle Tierversuche vertiefen diese Erkenntnisse und geben gleichzeitig Anlass zu besonderer Hoffnung. Forscher konnten bisher bereits rund 900 Gene identifizieren, die in engem Zusammenhang mit mütterlicher Fürsorge und kindlichem Verhalten stehen.

Nicola Iovino, Gruppenleiter am Max-Planck-Institut (Freiburg), gibt im Interview bekannt: "*Unsere Ergebnisse zeigten, dass bei der Fortpflanzung nicht nur epigenetische Instruktionen von einer Generation auf die nächste gegeben werden, sondern – was viel wichtiger ist – dass diese auch entscheidend für die Entwicklung des Embryos sind.*"

Die Schweizer Forscherin Isabelle Mansuy (ETH Zürich) hat Mäusebabys im Tierversuch bewusst Stress ausgesetzt, indem sie die neugeborenen Tiere die ersten 14 Tage ihres Lebens täglich für eine bestimmte Zeitspanne von der Mäusemutter getrennt hatte. Auf körperlicher Ebene zeigten die durch diesen Stress hochtraumatisierten Mäuse

einen beeinträchtigten Stoffwechsel sowie Anzeichen von Depressionen. Auf der Verhaltensebene war ein krankhaft gesteigertes Risikoverhalten zu beobachten und ein allgemein gestörtes Sozialverhalten. Diese Auffälligkeiten waren bis in die vierte Generation nachweisbar.

Alon Chen, Direktor des Max-Planck-Instituts für Psychiatrie (München), bereichert uns dank seiner Experimente mit weiteren epigenetischen Erkenntnissen.
Ist man als Embryo Stress ausgesetzt, so verändern sich epigenetische Merkmale. Erlebt dieser Mensch im Lauf seines Lebens ein schweres Trauma, so lässt seine epigenetische Signatur Gene nun "*anders*" ablesen und es kann zu einem erhöhten Krankheitsrisiko kommen, das wieder an den Nachwuchs vererbt werden kann.

Die gute Nachricht

Und nun zur guten Nachricht: die epigenetische Vererbung kann tatsächlich "*rückgängig*" gemacht werden. Positive Umwelteinflüsse und positiver Lebensstil können die flexible Epigenetik positiv verändern. Dadurch ergeben sich für uns lebenslang mannigfaltige Wege, auf vorgeburtlich erlittenen Stress (womöglich sogar von früheren Generationen geerbten Stress) heilend einzuwirken.

Im Mäuseexperiment konnte eine reizarme, stressfreie Umwelt traumatisierte, krankheitsanfällige Mäuse heilen. Humanstudien sind noch abzuwarten, doch es darf Hoffnung aufkeimen. In Begleitung von Psychotherapie kann es gelingen, den Lebensstil zu korrigieren und eine heilsame Umwelt zu generieren. Ganz besonders empfehlenswert ist es, sich bereits bei der Familienplanung mit "*altem Erbe*" psychotherapeutisch auseinanderzusetzen.

Iovino, Mansuy und Chen zeigen in ihren Experimenten was möglich ist – selbst "*eingebrannte Spuren*" sind durch eine positive, anregende Umgebung sowie einen gesunden Lebensstil beseitigbar. Und die Mäuseversuche beweisen, die neue, positive, epigenetisch erworbene Information, die sich als Methylgruppe an die DNA anhaftet, vererbt sich ebenso positiv weiter.

Je genauer unsere Erkenntnis über epigenetische Prozesse, umso spezifischer wird unsere "*Handlungsanleitung*", wie fatale Ereignisketten unterbrochen werden können und dem Ausbruch alter Traumata womöglich sogar vorgebeugt werden kann.

Obwohl die Forschung auf dem Gebiet der Epigenetik noch in ihren berühmt-berüchtigten Kinderschuhen steckt, lassen sich fundamentale Erkenntnisse bei der Entstehung von beispielsweise Schizophrenie, Alzheimer, Krebs, Diabetes oder Nervenkrankheiten vermuten.

Isabelle Mansuys Worte sind auf jeden Fall ermutigend: "*Wir beginnen erst, die Mechanismen im Körper zu verstehen. [...] Aber das Forschungsgebiet der Epigenetik ist noch sehr jung.*"

Dr. Maria Fessl
Systemische Familientherapeutin,
Leitung Kinderhilfswerk Linz,
Universitätslehrbeauftragte,
Referentin, Trainerin

maria.fessl@kinderhilfswerk.at

Autor

Quellen:
- Bendesky A / Bargmann C. (2011): genetic contributions to behavioural diversity at the gene-environment interface. In: Nat. Rev. Genet. 12, 809-820.
- Jensen P. (2015): Adding ´epi-´ to behaviour genetics: implications for animal domestication. In: The Company of Biologists (Ed.): The Journal of Experimental Biology 2015/ 218, 32-40.
- Jirtle R.L./Skinner M.K. (2007): Environmental epigenomics and disease susceptibility. In: Nat.Rev.Genet. 8, 253-262.
- Murgatroyd C. et al. (2009): Dynamic DNA methylation programs persistent adverse effects of early-life stress. In: Nature Neuroscience 12 (12), 1559-1566.
- Spork P. (22009): Der zweite Code. Reinbek: Rowohlt.

Online-Quellen:

- www.deutschesgesundheitsportal.de/2018/07/09/epigenetik-die-spuren-von-trauma-und-erworbenen-eigenschaften-sind-ueber-generationen-nachweisbar/
- www.dw.com/de/epigenetik-wenn-wir-traumata-vererben
- www.mpg.de/11396064/epigenetik-vererbung
- www.spektrum.de/news/trauma-verebung-kann-verhindert-werden
- www.wissensschau.de/genom/epigenetik.php