



Krebs als Rückschritt in der Evolution

Medizinphysiker und Biosens PD Dr. Rainer Klement erklärt aus Sicht der evolutionären Medizin, welche besondere Rolle die Mitochondrien bei der Krebsentstehung spielen und welche Konsequenzen dies für die Prävention und Behandlung der Erkrankung hat.

Im Jahre 1971 rief der damalige Präsident der USA, Richard M. Nixon, einen „Krieg gegen den Krebs“ („war on cancer“) aus mit der festen Absicht, diese Krankheit ein für alle Mal zu besiegen. Dazu wurden hunderte Milliarden US Dollar investiert, um Strahlen-, Chemo- und operative Therapien auszubauen und neue, auf bestimmte Moleküle zielende Therapien zu entwickeln.

Ein halbes Jahrhundert später müssen wir ernüchert anerkennen, dass der Krieg gegen den Krebs verloren wurde: Bis heute sind die allermeisten Krebsarten mit den gängigen Therapien nicht

heilbar, und auch wenn Krebspatienten heutzutage einige Monate bis Jahre länger leben als in den 1970er Jahren, werden diese Erfolge oft durch chronische Nebenwirkungen der Therapie erkaufte. Zudem steigt die Zahl der Neuerkrankungen ungebremst weiter. Hier sieht man wieder, dass der Kampf gegen eine Erkrankung nicht gewonnen werden kann; stattdessen hätte ein tieferes Verständnis der Krebserkrankung dazu führen müssen, gezielt die Faktoren und Therapien zu fördern, welche die Gesundheit stärken.

Die Strategie, die im Krieg gegen den Krebs bis heute verfolgt wurde, ist,

Krebs auf die Mutation einzelner Gene zu reduzieren und wie einen nicht zum Körper gehörenden Teil zu behandeln, der möglichst radikal entfernt, vergiftet oder anders zerstört werden muss. Doch was ist mit der Tatsache, dass es sich bei Krebs um körpereigene Zellen handelt, die sich eigentlich im Laufe der Evolution auf die harmonische Zusammenarbeit mit allen anderen Zellen dieses ungeheuer komplexen Systems, das wir „Körper“ nennen, spezialisiert haben? Was veranlasst Zellen, diese Zusammenarbeit aufzukündigen und sich eher wie einzellige Organismen zu verhalten – mit unbegrenzter Vermehrung, solange es Nährstoffe dafür gibt? Hier

kann die evolutionäre Medizin wertvolle Einsichten liefern.

Vor ca. 2-1,5 Milliarden Jahren ereignete sich auf der Erde der wohl fundamentalste evolutionäre Übergang, ohne den es keine komplexeren Organismen wie den Menschen geben würde: die Entstehung der Eukaryonten, das heißt Zellen mit Zellkern und Mitochondrien. Es ist ziemlich gut gesichert, dass die Mitochondrien aus einem Bakterium hervorgingen, welches von einem Archaeon (ein anderer einzelliger Organismus ohne Zellkern) vereinleibt wurde. In der Folge entstanden innerhalb der Archaeon-Zelle der Zellkern und alle weiteren Organellen, welche für heutige eukaryotische Zellen typisch sind. Einen Teil ihrer eigenen bakteriellen DNA haben die Mitochondrien dabei bis heute behalten, den weitaus größeren Teil jedoch im Laufe der Evolution an den Zellkern ihrer „Wirtszelle“ abgegeben.

Kraftwerke der Zelle

Das Zusammenleben der Mitochondrien in ihrer neuen Umgebung innerhalb der Wirtszelle erforderte eine enge Kooperation mit entsprechendem Informationsaustausch. Die Mitochondrien übernahmen den Großteil der Energieversorgung der neu entstandenen eukaryotischen Zelle, weshalb sie heute vor allem als Kraftwerke der Zelle bekannt sind. Aus den Bestandteilen von Kohlenhydraten, Fetten und Eiweißen wird in Mitochondrien in der sogenannten Atmungskette unter Verbrauch von Sauerstoff Energie für die gesamte Zelle erzeugt. Im Gegenzug übernahm der neu entstandene Zell-



Dr. Rainer Klement

kern teilweise die Steuerung über das Wachstum und den Stoffwechsel der Mitochondrien.

Gute Kooperation vonnöten

Nun ist Krebs dadurch charakterisiert, dass die Zelle ihren Stoffwechsel von Zellatmung graduell auf Fermentation umstellt. Fermentation bezeichnet hier vor allem die Vergärung von Traubenzucker (Glukose) zu Milchsäure (Laktat), welche in normalen Zellen immer dann stattfindet, wenn zu wenig Sauerstoff zur Verfügung steht. Das kennt man zum Beispiel von einem Sprint, wo die Muskelzellen sehr schnell sehr viel Laktat produzieren, was zu einer Übersäuerung des Gewebes und den typischen brennenden Schmerzen führt. In Tumorzellen findet Glukosevergärung unabhängig vom Sauerstoffangebot statt.

Dieses Phänomen wurde in den 1920er Jahren systematisch vom deutschen Biochemiker Otto Warburg beschrieben und wird deshalb auch als Warburg-Effekt be-

zeichnet (s. Abbildung auf der Folgeseite). Beim Warburg-Effekt handelt es sich vermutlich um ein biologisches Sonderprogramm, um das Überleben der Zelle bei Energieverknappung zu sichern. Die Energieverknappung rührt daher, dass die Mitochondrien nicht mehr ausreichend Energie durch Atmung erzeugen und/oder für die Zelle bereitstellen können. Durch die Störung der Atmungskette wird auch die Kommunikation mit dem Zellkern gestört, denn diese hängt entscheidend von bestimmten Signalmolekülen ab, welche in der Atmungskette gebildet werden. Dies führt im Zellkern zu genetischer Instabilität und kann die für Krebs typischen DANN-Mutationen zur Folge haben.

In der Tat finden sich in Tumorzellen oft deformierte oder in ihrer Struktur veränderte Mitochondrien sowie Mu-

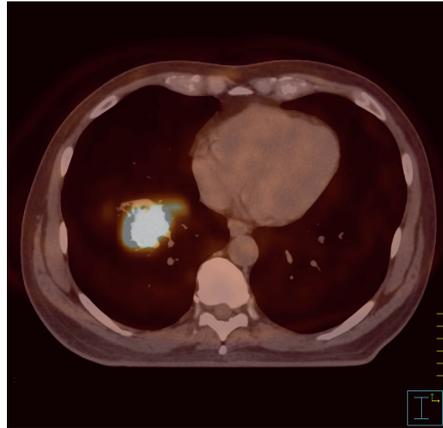
„Auf der körperlichen Ebene beeinträchtigt chronischer Stress die Funktionsweise der Mitochondrien und erhöht den Blutzuckerspiegel, also die bevorzugte Energiequelle für Krebszellen. (...) Um die Ursachen von chronischem Stress abzubauen, bieten sich die Bio- meditation und Stressabbau- meditation sehr gut an.“

tationen in der mitochondrialen DNA, die alle eine Beeinträchtigung der Atmungskette bedingen können. Alle bekannten Karzinogene, ionisierende Strahlung, bestimmte Viren, chronische Entzündungen und der normale Alterungsprozess

verringern die Gesundheit der Mitochondrien.

Die Wichtigkeit gesunder Mitochondrien für die Verhinderung der Krebsentstehung kann man aus Versuchen ableiten, in denen das Ersetzen von Krebs-Mitochondrien durch gesunde Mitochon-

Abbildung 1: Der Warburg-Effekt, sichtbar gemacht durch 18F-FDG-Positronen-Emissionstomographie (FDG-PET). Radioaktiv markierte Glukose (18F-FDG) wird dem Patienten gespritzt und reichert sich in Geweben mit hoher Glukoseaufnahme an. 18F-FDG kann nicht im Stoffwechsel abgebaut werden, sondern zerfällt radioaktiv. Die Zerfallsprodukte können detektiert werden und geben Aufschluss über den Ort des Zerfalls (hier ein Tumor in der Lunge).



drien zu einer Normalisierung von Krebszellen führt, das Einbringen von Krebs-Mitochondrien in gesunde Zellen jedoch zur Entartung mit anschließenden krebstypischen Mutationen auch im Zellkern. Die Kooperation gesunder Mitochondrien mit dem Rest der Zelle ist also essentiell für die Gesundheit der gesamten Zelle. Ist diese Kooperation länger gestört, beginnen Mitochondrien und ihre „Wirtszelle“ sich wieder wie zwei unabhängige Organismen zu verhalten – so wie es einstmals der Fall war, als die Vorfahren der Mitochondrien als Bakterien außerhalb ihrer Archaeon-Wirtszelle lebten.

Wie bei einem Familienstreit

In gleicher Weise lässt sich Krebs auch mit einem anderen wichtigen evolutionären Ereignis verknüpfen, nämlich der Entstehung mehrzelliger Lebewesen durch eine neue Art von Kollaboration unter eukaryotischen Zellen vor ca. 750-650 Millionen Jahren. Dabei mussten bestimmte Mechanismen entstehen, welche dafür sorgen, dass die Zellen in mehrzelligen Organismen sich nicht wie egoistische Einzeller verhalten, sondern

kooperieren, um einem höheren Ziel zu dienen, nämlich der Gesundheit des gesamten Gewebes, Organs, Organsystems und letztlich Organismus. Ein solcher Mechanismus war zum Beispiel die Entstehung des programmierten Zelltods (Apoptose) als Mittel, defekte Zellen aus dem Zellverband zu nehmen, bevor sie die Funktion des gesamten Gewebes gefährden könnten. Allerdings erfordert Apoptose, dass die Mitochondrien intakt sind. Manche Theorien zur Krebsentstehung setzen auf der Ebene des Gewebes und nicht auf der intrazellulären Ebene der Mitochondrien oder des Zellkerns an, um die primäre Krebsursache zu lokalisieren. Dabei wirkt sich eine Störung der Zusammenarbeit zwischen den Zellen immer auch in die einzelnen Zellen aus – so wie ein Streit innerhalb der Familie sich auf die Gesundheit der einzelnen Familienmitglieder auswirken kann.

Chronische Entzündungen und ein Überangebot von Wachstumsfaktoren wie Glukose und Insulin führen langfristig zu einer Beeinträchtigung der Kooperation zwischen den Zellen, indem sie intakte Gewebestrukturen verändern. Ein Beispiel für eine mechanisch

erzeugte chronische Entzündung wäre die eingeatmete Asbestnadel, welche in der Lunge über viele Jahre ein sogenanntes Mesotheliom erzeugen kann. Weitaus häufiger ist heutzutage eine niedergradige chronische Entzündung durch zu viel Fettgewebe (v. a. Organfett), Rauchen oder Umweltgifte (z. B. Quecksilber, Aluminium).

Verbindung zu Mutter Erde wiederfinden

Wir haben gesehen, dass die Kooperation zwischen Mitochondrien und Zelle sowie zwischen einzelnen Zellen innerhalb eines Gewebes entscheidend für die Gesundheit der Zellen ist. Faktoren, welche die Kooperation fördern, hängen alle eng mit einem natürlichen Lebensstil zusammen. Auch dies lässt sich evolutionär verstehen, denn der Mensch lebte die meiste Zeit seiner Evolutionsgeschichte (mindestens 2 Millionen Jahre) als Jäger und Sammler im Einklang und enger Kooperation mit den Elementen der Natur. Dazu gehörten eine natürliche Ernährung, viel Bewegung, viel Sonne (gute Vitamin D-Versorgung), akuter körperlicher, aber kein chronischer psychischer Stress und insbesondere eine feste Bindung an Mutter Erde und das Göttliche. Erst mit der Erfindung des Ackerbaus während der sogenannten neolithischen Revolution vor ca. 10.000 Jahren begann der Mensch schrittweise, sich von diesen Faktoren zu trennen.

Die Nahrungsqualität nahm ab, während Kriege, Unterdrückung und chronischer Stress zunahmen. Und damit auch die Zivilisationskrankheiten, zu denen Krebs gehört. Deshalb wäre es ratsam,

zur Prävention chronischer Krankheiten wie Krebs soweit es geht wieder die Verbindung zu Mutter Erde und ihren Elementen zu suchen. Die Reduktion von chronischem Stress ist essentiell. Auf der körperlichen Ebene beeinträchtigt chronischer Stress die Funktionsweise der Mitochondrien und erhöht den Blutzuckerspiegel, also die bevorzugte Energiequelle für Krebszellen.

Ähnliches gilt auch für eine Ernährung mit zu vielen Kohlenhydraten und zu wenigen Mikronährstoffen. Um die Ursachen von chronischem Stress abzubauen, bieten sich die Biomeditation und Stressabbaumeditation sehr gut an. Eine natürliche Ernährungsweise der Jäger und Sammler lässt sich zum Beispiel durch die Paläoernährung imitieren. Weitere Lebensstilmaßnahmen, die die Gesundheit der Mitochondrien und deren Kooperation mit der Zelle fördern, sind intermittierendes Fasten, Heilfasten, Sauna und Kaltwasseranwendungen und insbesondere Sport. Schließlich sollte das ganze Jahr auf einen guten Vitamin-D-Spiegel (mindestens 40 ng/ml) geachtet

werden, denn Vitamin D ist u.a. auch für eine optimale Funktion der Mitochondrien und genetischen Programme der Immunzellen essentiell, welche Krebszellen normalerweise sehr früh an der Ausbreitung hindern.

Gesundheit stärken statt Krankheiten bekämpfen

Neben der schulmedizinischen Behandlung, die als effektive Therapie bei schon sichtbaren Tumoren schnelle Hilfe leistet, sollten auch hier die oben beschriebenen Maßnahmen als Unterstützung angewandt werden, um die Gesundheit des Körpers zu stärken. Kooperation zwischen den Zellen wird vor allem dann gefördert, wenn Wachstumsfaktoren wie Glukose und Insulin niedrig sind. Das erreicht man zum Beispiel durch kurzzeitiges Fasten oder mit einer streng kohlenhydratarmen, sogenannten ketogenen Ernährung. Insbesondere in Kombination mit Chemotherapie scheint Fasten von 24 bis 78 Stunden positive Effekte zu haben, indem es die Gesundheit normaler Zellen

stärkt, aber Tumorzellen wahrscheinlich sogar empfindlicher gegenüber der Therapie macht. Die sogenannte ketogene Ernährung imitiert viele Aspekte des Fastens, ohne dass es zu Hunger oder Gewichtsabnahme kommen muss. Dabei müssen allerdings die Kohlenhydrate bis auf ein Maximum von ca. 50g pro Tag reduziert werden. Nur dann bleibt der Insulinspiegel dauerhaft so niedrig, dass nach ca. 1-3 Tagen in der Leber vermehrt Ketonkörper aus körpereigenen und Nahrungsfetten produziert werden. Ketonkörper können hervorragend in den Mitochondrien der normalen Zellen zu Energie verbrannt werden, jedoch nicht in solchen Tumorzellen, deren Mitochondrien defekt sind.

Zusammenfassend kommt eine Betrachtung des Krebsproblems aus evolutionärer Sicht ebenfalls zu dem Schluss, dass ein Kampf gegen die Krankheit wenig Erfolgsaussichten bietet, während die Stärkung der Gesundheit gute Chancen bringt, die Krankheit im Einklang mit der natürlichen Evolution (Kooperation) wieder aufzulösen.