

Mitochondrien – Update aus der Wissenschaft

Die weitreichende Bedeutung der Mitochondrien für Leben und Gesundheit

#Mitochondrien #Kraftwerke der Zellen #Energiestoffwechsel
#mitochondriale Atmungskette #Zellatmung #mitochondriales Erbgut

Michael Petersen

Die lange in der Medizin vernachlässigten Mitochondrien gewinnen in der Wissenschaft immer mehr an Bedeutung. In einer früheren Ausgabe (AKOM 04/21) haben wir bereits von zahlreichen Erkrankungen berichtet, bei denen die Mitochondrien in Verdacht stehen, maßgeblich an ihnen beteiligt zu sein. Die neuen Erkenntnisse, die wir heute vorstellen, unterstreichen, wie wichtig die Mitochondrien-Forschung geworden ist.

Aus der Grundlagenforschung

Wie lebenswichtig die Mitochondrien sind, konnte auf Zellebene demonstriert werden. Die Zellen sind ständig in einer Art Wettstreit um ihre Existenz. Dieser Wettstreit dient dazu, ungeeignete Zellen auszusortieren und loszuwerden. Der Schlüsselfaktor für die Fitness der konkurrierenden Zellen ist dabei die Aktivität der Mitochondrien. Liegen dort Defekte beispielsweise in der Energieproduktion vor, wird die Zelle nicht überleben. Forscher haben festgestellt, dass die Zellen, die den Wettstreit verlieren, defekte Mitochondrien haben und durch Sequenzveränderungen im Genom der Mitochondrien gekennzeichnet sind. [1]

Um die Funktionsmechanismen der Mitochondrien zu verstehen, entdecken Wissenschaftler immer wieder spannende Zusammenhänge. So wurde ein neues Prinzip mit dem Namen SAM-Komplex (Sortierungs- und Assemblierungs-Maschinerie) entdeckt, das für die Bildung der Membranproteine verantwortlich ist. Diese erfüllen lebenswichtige Funktionen in den Zellen. [2]

Damit der Prozess der Energiegewinnung in den Mitochondrien angestoßen wird, pumpt ein Zusammenschluss von Proteinen geladene Teilchen, Protonen, durch die Mitochondrienmembran. Sie wirken damit wie die Starterbatterie im Auto. [3]

Ebenfalls in die Grundlagenforschung gehört die Erforschung des Erbgutes der Mitochondrien – wichtig, um Zusammenhänge zwischen Mutationen und Erkrankungen aufzudecken. So lässt sich die Aktivität der Stammzellen im Körper aufgrund genetischer Mutationen in der mitochondrialen DNA-Sequenz nachvollziehen. Dazu wurden neue Einzelzellmethoden etabliert, die zur Sequenzierung des mitochondrialen Genoms dienen. Zukünftig sollen Erkenntnisse gewonnen werden, welche Eigenschaften und Folgen Mutationen und Varianten des mitochondrialen Erbguts auf Erkrankungen haben. [4]

Haben Mitochondrien in der Biologie womöglich ungeahnte Konkurrenten? Jedenfalls fanden mikrobiologische Forscher aus Bremen in einem einzelligen Wimpertierchen aus dem schweizerischen Zugsee ein Bakterium, das das Tierchen mit Energie versorgt. Dazu nutzt es zur Energieproduktion die Stickstoffverbindung Nitrat anstatt Sauerstoff. Für die Wissenschaftler steht fest, dass „prinzipiell auch Endosymbionten mitochondriale Funktionen in Eukaryoten übernehmen können“. Es sei nicht auszuschließen, dass sich der Symbiont irgendwann zu einer Organelle entwickelt. Zumal er auf einer ähnlichen Entwicklungsgeschichte wie die Mitochondrien beruht. Möglicherweise gibt es noch weitere Symbiosen, die der Energiegewinnung dienen. [5]

Mitochondrien sind direkt an der Immunabwehr beteiligt. So setzen die Mitochondrien der Eosinophilen Granulozyten DNA frei, die dabei hilft, Larven von Fadenwürmern unschädlich zu machen. [6]

Auch das Max-Planck-Institut für Biologie des Alterns hat sich mit der Bedeutung der Mitochondrien für das Immunsystem auseinandergesetzt. Sie haben einen Zusammenhang zwischen dem Stoffwechsel der DNA-Bausteine und der zellulären Entzündungsreaktion beobachtet. Kommt es zu einem Mangel an DNA-Bausteinen der Zelle, setzen die Mitochondrien ihr

mitochondriales Erbgut frei, wodurch es zu einer Entzündungsreaktion kommt. Dies wiederum stehe in einem Zusammenhang zum Alterungsprozess und diversen Erkrankungen wie Herz-Erkrankungen und neurodegenerative Krankheiten. [7]

Einen immunologischen Mechanismus haben womöglich auch die Forscher vom Leibniz-Institut für Naturstoff-Forschung und Infektionsbiologie Hans Knöll-Institut (HKI) entdeckt: Sie fanden heraus, dass sich Mitochondrien der infizierten Zelle bei einer Candida-Infektion opfern. Sie verändern ihre Form und geben dabei die DNA in die Zelle ab. Dies löst eine spezifische Immunantwort aus. Der Signalweg dafür ist eine sogenannte Interferon-Typ-I-Antwort. Diese wirkt schützend gegen die Infektion mit Candida und dämpft entzündungsfördernde Reaktionen. [8]

Mitochondrien können vom Organismus auch als „Notfall-Aggregate“ eingesetzt werden. Im Falle einer Gefahr können sich Mikrogliazellen, die Immunzellen des Gehirns, zusammenschließen, um der Gefahr zu begegnen. Über sogenannte „Verbindungsschläuche“ werden Mitochondrien an Nachbarzellen geschickt, um mit zusätzlicher Energie den bedrängten Zellen zu helfen. Bei Parkinson-Patienten ist dieser Transport beeinträchtigt, wenn bestimmte Mutationen vorliegen. [9]

Mitochondrien und Krankheiten

Forscher der Universität Freiburg kamen einem Signalprotein (DYRK1A) auf die Spur, das für die Stoffwechselaktivität der Mitochondrien von großer Bedeutung ist. Bei Defekten dieses Signalproteins und fehlerhaften Stoffwechselvorgängen der Mitochondrien kann es zu den schwerwiegendsten Erkrankungen wie Alzheimer und Parkinson, aber auch zu neurologischen Entwicklungsstörungen wie Autismus kommen. [10]

An der Charité wird der Einfluss von bioenergetischen Defekten und funktionsgestörten Mitochondrien bei neurodegenerativen Erkrankungen wie Parkinson und Alzheimer untersucht. Im Fokus steht dabei die Wechselbeziehung zwischen Glukosestoffwechsel und Apoptose, dem programmierten Zelltod, bei Schädigung von Mitochondrien, den Mitochondriopathien. [11] Frühere Studien haben einen ursächlichen Zusammenhang mit einem veränderten Fettstoffwechsel bei Parkinson angenommen.

Wissenschaftler der Universität Lübeck haben inzwischen den Wirkungsmechanismus herausgefunden: Bei Mitochondrien, deren Energieproduktion nachlässt, reichert sich in ihnen das Fett Ceramid an. Zugleich steigert sich der Beseitigungsbedarf für diese nicht mehr funktionierenden Mitochondrien. So kommt es zu einem Teufelskreis, an dessen Ende die Parkinson-Erkrankung steht. [12]

In Tübingen hat man im Zusammenhang mit der neurologischen Erbkrankheit Ataxie ein Gen identifiziert, das ein Enzym mit antioxidativer Wirkung in den Mitochondrien von Nervenzellen kodiert. Bei veränderten Genen kann dieses Enzym seine schützende Wirkung vor freien Sauerstoffradikalen nicht mehr in vollem Umfang entfalten. [13]

In einer früheren Berichterstattung hatten wir auf den Zusammenhang zwischen Mitochondrien und Depressionen hingewiesen. Auch dazu gibt es inzwischen neuere Erkenntnisse, die möglicherweise sogar einen diagnostischen Marker für Depressionen hervorbringen werden.

Forscher aus Kiel untersuchten die Blutproben von 1.411 Studienteilnehmern. Sie fanden den Metaboliten Laurylcarnitin, der signifikant mit Depressionen assoziiert ist. Eine niedrigere Konzentration bei depressiven Menschen könnte ein Hinweis auf eine veränderte Fettsäureoxidation und eine gestörte mitochondriale Funktion sein. [14]

Von den Mitochondrien geht außerdem eine Schutzwirkung nach einem Herzinfarkt aus. Wissenschaftler der Universität Düsseldorf haben entdeckt, wie dies funktioniert. Innerhalb der Mitochondrien in den Zellen des Herz-Kreislauf-Systems ist eine Enzymkomponente des sogenannten „Unsterblichkeits-Enzyms“ Telomerase enthalten: die Telomerase Reserve Transkriptase (TERT). Diese verbessert die Mitochondrienfunktion und verkleinert das beschädigte Areal nach einem Herzinfarkt. [15]

Eine neue Studie hat nachgewiesen, dass die Beeinträchtigung des Herzmuskels bei Typ-2-Diabetes, und damit die Entwicklung der gefürchteten Herzschwäche, über den Energiestoffwechsel in den Mitochondrien erfolgt. Der Sauerstoffumsatz in den Mitochondrien wird bei Typ-2-Diabetes reduziert, wodurch der Herzmuskel nur auf weniger Energie zurückgreifen kann. Die Studie zeigt, dass bei Typ-2-Diabetes die Herzmuskulatur in ansonsten scheinbar gesunden Herzen einen eingeschränkten Energiestoffwechsel aufwies. [16]

Mitochondrien stehen im Verdacht, einen Anteil an chronischen Erschöpfungssyndromen bei Long Covid zu haben. Jetzt hat ein Würzburger Forscher einen bestimmten Mechanismus im Visier: Hierbei spielen bestimmte Herpesviren eine Rolle. Das Humane Herpes Virus 6 (HHV-6) greift die Kraftwerke der Zellen an und löst dort eine Fehlfunktion aus. Dadurch wird weniger ATP produziert und der Kalziumhaushalt gerät stark ins Schwanken. Möglicherweise kann ein Infekt mit SARS-CoV-2 die Herpesviren aktivieren und diesen Prozess fördern. Weitere Forschungen dazu stehen an. [17]



Michael Petersen

ist Heilpraktiker und war über viele Jahre in einer großen Praxis tätig. Dabei lernte er das gesamte Spektrum der ganzheitlichen Medizin kennen. Sein Schwerpunkt lag in der Bioresonanztherapie.



Heute gibt er sein Wissen aus über 20 Jahren als Autor und Online-Redakteur zu Themen der ganzheitlichen Medizin, sowie zu seinem Schwerpunktthema Bioresonanz nach Paul Schmidt, weiter. Er ist Autor mehrerer Bücher (z.B. „Vom Schmerz zur Heilung“) sowie zahlreicher eReports.

Kontakt: www.mediportal-online.eu

Im Deutschen Zentrum für Diabetesforschung sehen Forscher in den Mitochondrien einen Ansatz zur Behandlung von Adipositas und deren Folgen. Der menschliche Körper verfügt über weißes, beiges und braunes Fett. Während ein Zuviel an weißem Fett Adipositas begünstigt, gilt dies gerade umgekehrt für braunes und beiges Fett. Der Grund: Beiges und braunes Fett enthalten viele Mitochondrien, die überschüssige Energie verbrennen. Dieser Mechanismus könnte zukünftig ein Therapieansatz sein. [18]

Bei Erkrankungen des Bewegungsapparates kommt es häufig zu Veränderungen in der extrazellulären Matrix (EZM). So beispielsweise bei Osteoporose und Arthrose, mit die häufigsten Gründe für chronische Schmerzen weltweit. Forscher aus Köln haben entdeckt, dass die Atmungskette der Mitochondrien im Knorpelgewebe bei der Aufrechterhaltung des Gleichgewichts eine Schlüsselfunktion hat. Durch eine Dysfunktion der mitochondrialen Atmungskette, im Zuge einer gestörten metabolischen Signalübertragung, kommt es zu einer Desorganisation im Knorpel. Das Gewebe dehnt sich aus und die Knorpelmatrix versteift. [19]

Einflussfaktoren auf die Mitochondrien

Ein zu hoher Salzkonsum hat einen negativen Einfluss auf die Mitochondrien. Die Atmungskette wird bei einer erhöhten Natriumkonzentration unterbrochen, wodurch die Zellen weniger ATP produzieren und weniger Sauerstoff verbrennen. Das hat nach Erkenntnissen des Max-Delbrück-Centrums für Molekulare Medizin in der Helmholtz-Gemeinschaft beeinträchtigenden Einfluss auf den Energiehaushalt von Immunzellen. Denn diese können dadurch empfindlich gestört und ihre Funktionsfähigkeit beeinträchtigt werden. Eine solche Wirkung fanden die Forscher bei den Monozyten: Die Fresszellen reifen anders aus. Dieser dämpfende Effekt zeigte sich nicht erst bei längerer erhöhter Salzzufuhr, sondern bereits bei einmalig erhöhtem Salzkonsum. Allerdings bildete sich dieser Effekt nach wenigen Stunden wieder zurück. Die Forscher warnen allerdings davor, dass bei länger anhaltendem erhöhtem Salzkonsum Akkumulationseffekte nicht auszuschließen sind. Denn die Natriumionen greifen in den zentralen Punkt der Elektronentransportkette ein. [20]

Mitochondrien werden auch von Nahrungsmitteln beeinflusst. So stellte sich bei einer Untersuchung im Rahmen der Diabetesforschung heraus, dass eine Reduktion von verzweigtkettigen Aminosäuren, die in proteinreichen Lebensmitteln wie Fleisch und Fisch enthalten sind, bereits nach nur sieben Tagen die Funktion der Mitochondrien im Fettgewebe verbesserte. [21]

Auch unser Fortpflanzungssystem beeinflusst die Mitochondrien. Kommt es zur Anhäufung von Proteinen und verändert sich dadurch der Status des Proteingleichgewichts, schütten Keimzellen bestimmte Signale aus, die die Mitochondrien verändern – mit der Folge, dass sich auch in anderen Geweben, Neuronen und Muskeln Proteine ansammeln und Krankheiten fördern, wie beispielsweise Alzheimer. [22]

Antibiotika nehmen Einfluss auf den mitochondrialen Stoffwechsel und die Funktion der Th17-Zellen. Und zwar derges-

stalt, dass sie in die Proteinsynthese in den Mitochondrien eingreifen, indem sie die Herstellung von Botenstoffen blockieren. Die Wissenschaftler vermuten darin einen Grund, weshalb es zu Nebenwirkungen wie Pilzinfektionen unter einer Antibiotikabehandlung kommt. [23]

Das in Nüssen, Pilzen und Weizenkeimen enthaltene Spermidin verbessert die Funktionsweise der Mitochondrien im Gehirn. Das hilft dem Gedächtnis, verlängert die Lebensdauer der Zellen und wirkt sich positiv auf den Alterungsprozess des Gehirns aus. Diese Wirkung konnte bei Mäusen und Fliegen nachgewiesen werden. Um herauszufinden, ob diese Erkenntnisse auf den Menschen übertragen werden können, griffen die Wissenschaftler auf Daten einer früheren Studie in Südtirol zurück. Dort wählten sie ein Kollektiv aus über 800 Teilnehmern aus, die im Jahre 1995 kognitiv normal leistungsfähig waren. Dabei fanden sie heraus, dass diejenigen Studienteilnehmer, die 1995 mehr Spermidin zu sich genommen hatten, in den folgenden fünf Jahren deutlich weniger kognitive Einbußen hinnehmen mussten. [24]

Grüner Tee gilt bekanntlich als gesund – allerdings nur dann, wenn wir behutsam damit umgehen. So empfehlen die Experten der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich (ETH Zürich), sich auf das Trinken des grünen Tees zu beschränken, während sie von der Verwendung von Konzentraten und Extrakten abraten. Denn zu hoch dosierte Katechine des grünen Tees können die Mitochondrien so stark hemmen, dass es zum Zelltod kommt. [25]

Fazit

Die heutigen Wissenschaftsauszüge machen deutlich, wie zentral die Bedeutung der Mitochondrien für unsere Gesundheit ist. Selbst bei ein und derselben Erkrankung können verschiedene Mechanismen, die im Zusammenhang mit den Mitochondrien stehen, entscheidend sein, wie das Beispiel Parkinson zeigt. Die Erkenntnisse zu den Mitochondrien und die aus der früheren Berichterstattung lassen den Eindruck zu, dass die Mitochondrien die zentrale Rolle nahezu alles Guten und Bösen im Organismus spielen. Ein solches Postulat lässt sich sicherlich vor dem Hintergrund rechtfertigen, dass in den Mitochondrien die lebensentscheidende Energie produziert wird und Energie letztlich alles ist, wie es Albert Einstein und Max Planck schon erkannt haben. Das würden die Anwender der Energiemedizin bestätigen, die diese zentrale Bedeutung schon lange annehmen. So ist die Unterstützung der Mitochondrien bei der Bioresonanz nach Paul Schmidt ein wichtiger Baustein einer Therapie. Eigens dafür wurde ein großes Programm mit den maßgeblichen Frequenzspektren geschaffen.

AKOM

Mehr zum Thema

Das Literaturverzeichnis erhalten Sie über die AKOM-Redaktion (redaktion@akom.media).