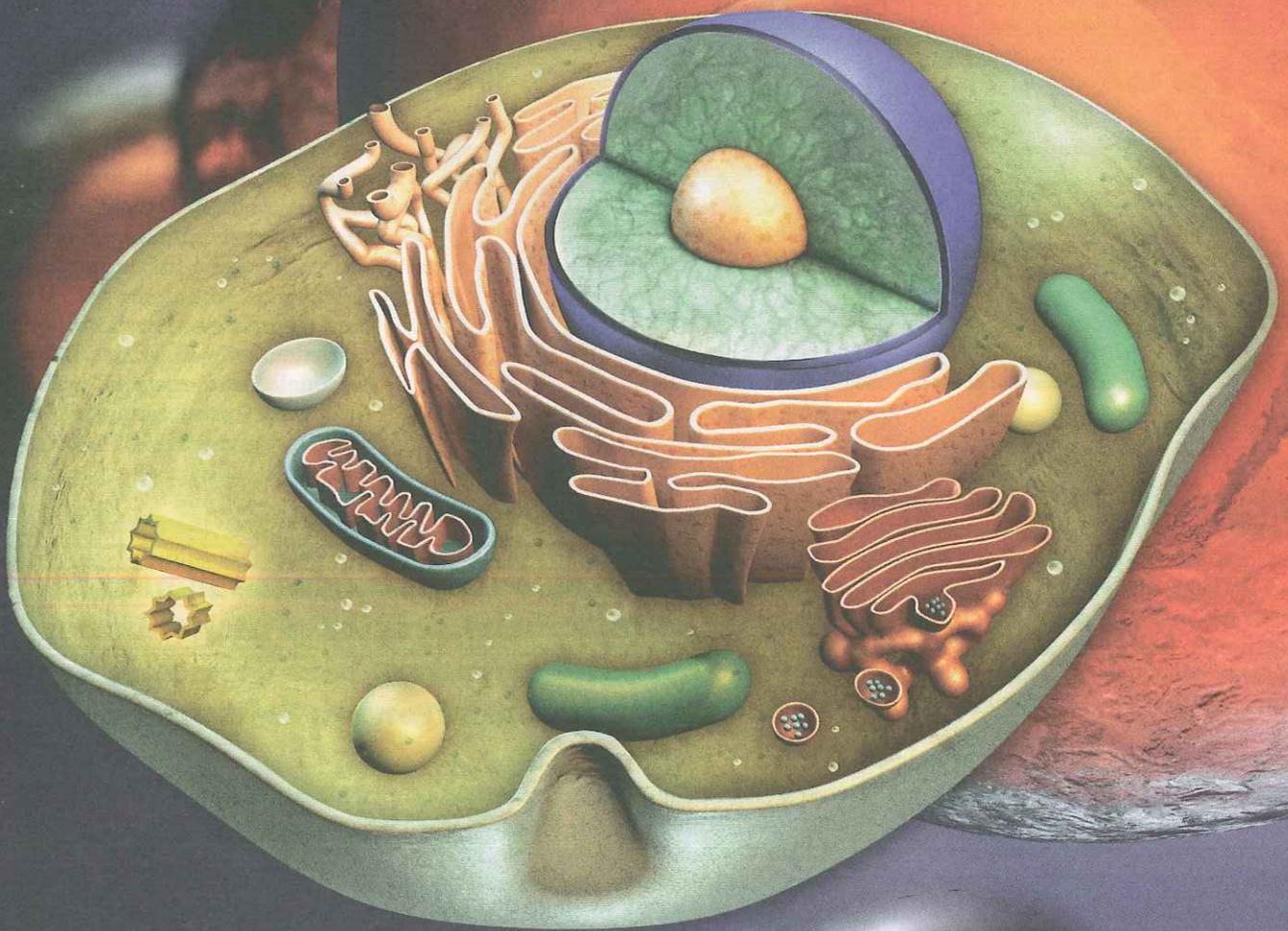
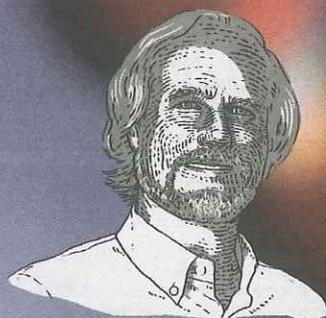


Blick in die Zelle

Zahlreiche Erkrankungen gehen mit einer Störung der Zellatmung einher. Ein Forschungsteam der Medizinischen Universität Innsbruck hat mit dem Oxygraph-2k (Ozk) ein Gerät entwickelt, das die Zellatmung sichtbar macht.

Von Sylvia Ainetter





Erich Gnaiger ist Professor an der Innsbrucker Universitätsklinik für Visceral-, Transplantations- und Thoraxchirurgie sowie Gründer und Geschäftsführer der Oroboros Instruments GmbH. Er ist außerdem Leiter des Projekts MitoFit.

Der menschliche Körper besteht aus 10 bis 100 Billionen Zellen – und jede ist ein Wunderwerk für sich. Zellen können sich teilen, sie bilden Proteine, nehmen Sauerstoff auf und geben Botenstoffe, aber auch Giftstoffe ab, sie enthalten Erbgut und im Zellkern ist außerdem gespeichert, welche Aufgabe die Zelle zu erfüllen hat. Im menschlichen Körper gibt es rund 100 verschiedenen spezialisierte Zellen: etwa rote Blutzellen, die für den Sauerstofftransport zuständig sind oder Nervenzellen, die Informationen transportieren.

Zur Energiegewinnung brauchen Zellen Sauerstoff. Man spricht von Zellatmung oder auch innerer Atmung. Diese findet mithilfe der Mitochondrien statt, Zellorganellen im Inneren der Zelle. Die Mitochondrien werden auch häufig als „Kraftwerke der Zellen“ bezeichnet – zu Recht: Ohne den biochemisch äußerst komplizierten Prozess der Zellatmung fehlt der Zelle der wichtigste Mechanismus der Energieumsetzung.

Bei der Zellatmung werden – stark vereinfacht gesagt – mithilfe von Sauerstoff und Enzymen Nährstoffe (z. B. Traubenzucker oder Fett) verbrannt. Dabei entstehen Kohlendioxid und Wasser – und ein Stoff namens Adenosintriphosphat (ATP). Dieses ATP liefert der Zelle die Energie, die sie braucht, um ihre Arbeit zu

verrichten. Ohne Zellatmung gibt es nicht genügend ATP, ohne ATP gibt es kein Leben.

Präzises Messverfahren aus Innsbruck

Die Zellatmung zu evaluieren, erleichtert die Diagnose von zahlreichen Krankheiten maßgeblich. Etwa bei Demenz, Typ-2-Diabetes, verschiedenen Formen von Krebs und zahlreichen weiteren degenerativen Erkrankungen besteht eine Dysfunktion der Mitochondrien. Diese zu messen, ebnet den Weg zur Diagnose.

Das marktführende Messgerät für die Zellatmung wurde in Innsbruck entwickelt. Bereits 1988 startete im Rahmen eines Forschungsprojekts, finanziert durch den Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (FWF), an der Universität Innsbruck (heute Medizinische Universität Innsbruck) die Arbeit an der Entwicklung des Oxygraph-2k (O2k). Das Forschungsteam rund um Prof. **Erich Gnaiger** schuf eine Möglichkeit, die mitochondriale Funktion hoch auflösend und präzise zu messen. „Der FWF hat dann angeregt, mit technischen Firmen zu kooperieren, um den O2k auch kommerziell nutzbar zu machen“, erzählt Gnaiger. Das geschah dann auch. Durch die Gründung der Firma OROBOROS INSTRUMENTS in Innsbruck und mit WGT in Kollnass als Kooperationspartner konnte durch schrittweise Innovation der Oxygraph-2k vom Forschungsgerät zum wirtschaftlichen Erfolg geführt werden.

„Lange Zeit wurde in der Medizin die Arbeit der Mitochondrien zu wenig beachtet. Inzwischen ist man sich ihrer Bedeutung zunehmend bewusst – und so ergibt sich auch ein Bedarf an verlässlichen Messgeräten“, erklärt Gnaiger.

Die erste Generation des O2k ermöglichte erstmals eine sehr präzise Messung des Sauerstoffverbrauchs





in den Zellen. Bis Ende der 1990er-Jahre wurden rund 70 Stück des O2k gefertigt und vertrieben. Das Gerät wurde im Rahmen des K-Regio Projekts MitoCom Tirol weiterentwickelt. Aufbauend auf der 2002-Generation konnte durch die Verbindung mit einem Fluoreszenz-Modul die Messung der Zellatmung erweitert und mitochondriale Funktionen sogar sichtbar gemacht werden. So ermöglicht die Kombination des O2k mit optischen Messverfahren neben der Messung des Sauerstoffverbrauchs auch die Evaluierung anderer zellulärer Funktionen, wie etwa die Bildung von reaktivem Sauerstoff (oxidativer Stress), die ATP-Produktion, die Kalzium-Konzentration und das mitochondriale Membran-Potential. Rund 700 Labors weltweit arbeiten bereits mit der O2k-Technologie. „Wesentlich für den kommerziellen Erfolg war der Schulterchluss mit Privatunternehmen, die den weltweiten Vertrieb, den Service, die Weiterentwicklung und die Fertigung abwickeln“, so Gnaiger. 2012 wurde das Forschungsteam rund um Gnaiger für das Projekt Licht in die Kraftwerke der Zelle mit dem Houskapreis ausgezeichnet. 2014 wurde die Oroboros GmbH von Gnaiger für die Entwicklung des Oxygraph 2k für den Innovationspreis der Wirtschaftskammer Tirol und des Landes Tirol nominiert.

Anwendung in der Prävention

Und die Forschung schreitet voran. „Die Weiterentwicklung des Messverfahrens steht gerade in den Startlöchern“, erzählt Gnaiger. Unter dem Namen MitoFit soll künftig die mitochondriale Fitness bestimmt werden können. „Bei Menschen, die von Energielosigkeit oder auch Depression berichten, können Störungen der mitochondrialen Funktion festgestellt werden“, erklärt Gnaiger,



01 Mit dem Oxygraph-2k wurde erstmals ein Gerät entwickelt, das in der Lage ist, den Sauerstoffverbrauch in Zellen präzise zu messen. Inzwischen kommt die Technologie in rund 700 Labors weltweit zum Einsatz.

Erich Gnaiger,
Univ. Prof. und Geschäftsführer von
Oroboros Instruments GmbH

„Bei Menschen, die von Energielosigkeit oder auch Depression berichten, können Störungen der mitochondrialen Funktion festgestellt werden.“

„dagegen haben jene, die regelmäßig Sport treiben, im Normalfall eine besser funktionierende Zellatmung – und mehr Lebensenergie.“

Aufgrund dieser Zusammenhänge sieht Gnaiger durch die Weiterentwicklung des O2k einen wichtigen Schritt für die Präventivmedizin und die personalisierte Medizin.

Mit dem O2k kann detailliert beobachtet werden, wie sich Ernährungsverhalten und Bewegung auf die Zellatmung auswirken – und zwar individuell zugeschnitten auf die Gesundheit und Fitness des Menschen, was den auf die Krankheiten eines Patienten gerichteten Blickwinkel wesentlich erweitert.

Weltweit steigt die Zahl der Übergewichtigen, dazu kommt, dass die Menschen immer älter werden. Diese Tatsachen bringen neue Herausforderungen für die Medizin mit sich – und damit wird auch die Kompetenz im Bereich der mitochondrialen Diagnostik weiter an Bedeutung gewinnen. Dazu gehören verlässliche Messgeräte – wie jenes, das in Innsbruck entwickelt wurde und mit MitoFit noch weiterentwickelt wird.