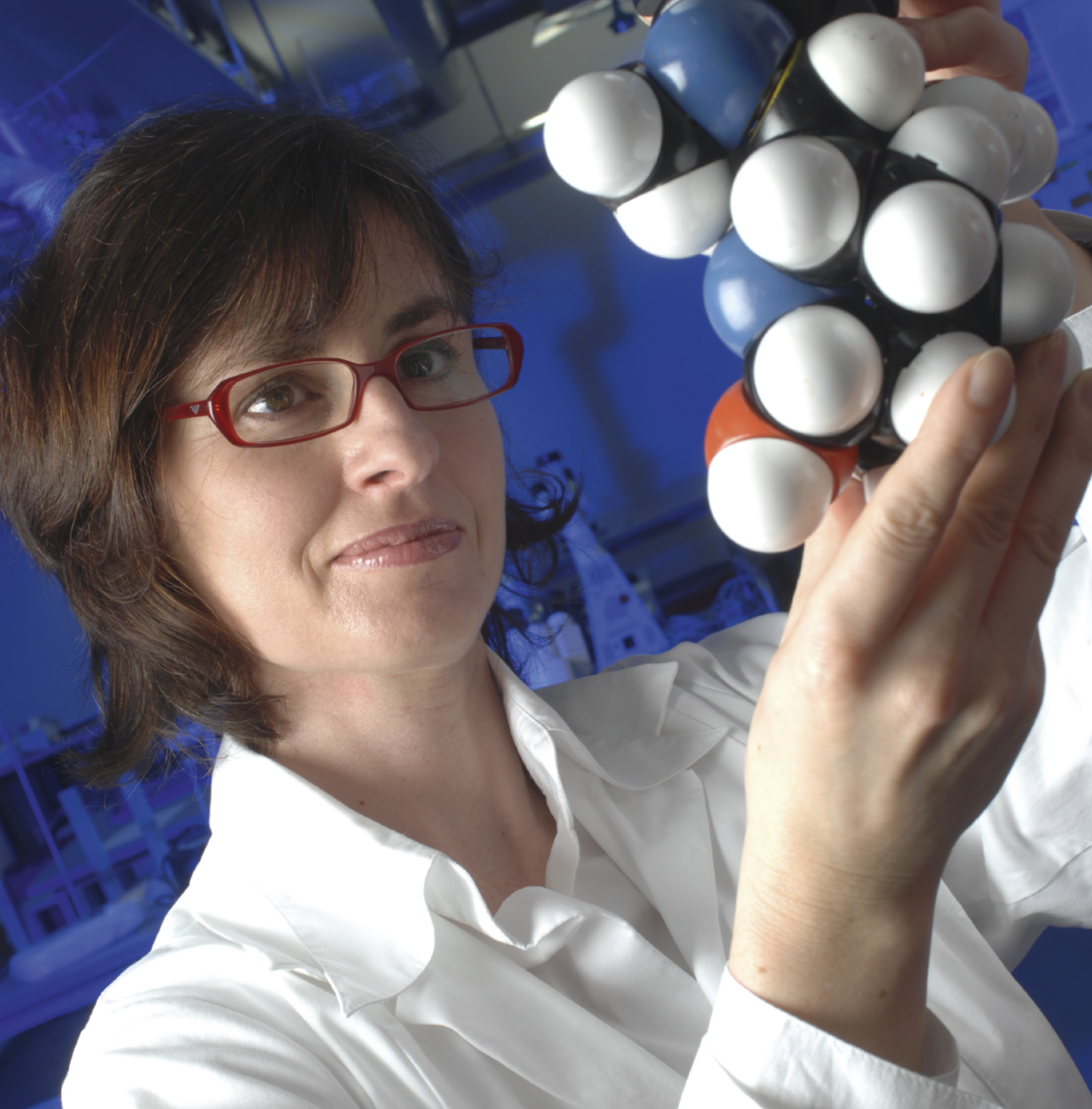




MIT SPITZENFORSCHUNG VOLKSKRANKHEITEN VORBEUGEN

Präventionsforschung in der Helmholtz-Gemeinschaft

 **HELMHOLTZ**
| GEMEINSCHAFT

HelmholtzZentrum münchen
Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt

dkfz. DEUTSCHES
KREBSFORSCHUNGSZENTRUM
IN DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT

 **JÜLICH**
FORSCHUNGSZENTRUM

MDC MAX-DELBRÜCK-ZENTRUM
FÜR MOLEKULARE MEDIZIN
BERLIN-BUCH
IN DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT e.V.

 **HELMHOLTZ**
ZENTRUM FÜR
INFEKTIIONSFORSCHUNG



INHALT

Auf ein Wort	3
An Gesunden über Krankheiten lernen – Großstudien zur Früherkennung von Herz-Kreislauf- und Stoffwechselerkrankungen	
Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt	4
Was kann Neuroimaging für die Demenzprävention leisten?	
Forschungszentrum Jülich	6
Bakterielle Kommunikation stören – Vorbeugung und Heilung chronischer Infektionen	
Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung	8
Impfen gegen Krebsviren – Eine Erfolgsgeschichte mit viel Potential	
Deutsches Krebsforschungszentrum	10
Kampf gegen den plötzlichen Herztod – Wie Gentests Leben retten	
Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC) Berlin-Buch	12
Die fünf Gesundheitszentren der Helmholtz-Gemeinschaft	14
Die Helmholtz-Gemeinschaft – Zahlen, Daten, Fakten	15

Impressum

Herausgeber

Deutsches Krebsforschungszentrum in Heidelberg, Forschungszentrum Jülich, Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt, Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung, Max-Delbrück-Zentrum für Molekulare Medizin Berlin-Buch

Texte und wissenschaftliche Beratung

Susanne Wedlich

Prof. Dr. Lutz Gissmann, Dr. Susanne Häußler, Prof. Dr. Ludwig Thierfelder, Prof. Dr. Dr. H.-Erich Wichmann, Prof. Dr. Karl Zilles

Redaktion

Ulrike Koller
Barbara Bachtler, Thomas Gazlig, Hannes Schlender, Annette Stettien, Dr. Stefanie Seltmann

Bildquellen

Deutsches Krebsforschungszentrum in Heidelberg, Forschungszentrum Jülich, Helmholtz Zentrum Mün-

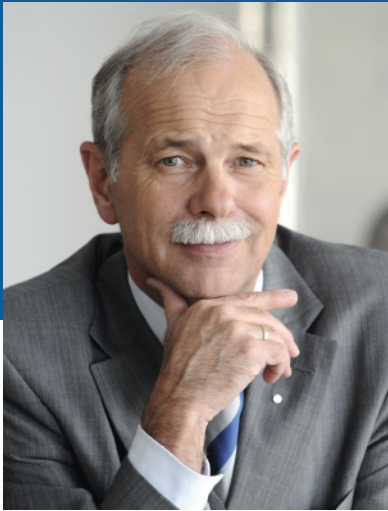
chen – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt, Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung, Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin Berlin-Buch

Layout

kraftwork. München

Druck

Märkl Offset München



Jürgen Mlynek



Günther Wess



Otmar D. Wiestler

AUF EIN WORT

Es gibt Grund zu Optimismus: Wer heute jung ist, hat gute Chancen, weit über 80 Jahre alt zu werden. Die kontinuierlich ansteigende Lebenserwartung haben wir vor allem den Fortschritten der modernen Medizin zu verdanken. Doch wie so oft hat auch diese Medaille zwei Seiten, denn ältere Menschen werden auch häufiger krank. Es sind die bekannten Leiden, welche die Statistiken anführen, Krebs, Herz-Kreislauf-, Stoffwechsel- und Demenzerkrankungen.

Diese komplexen Krankheitsbilder sind eine große Herausforderung für die Gesellschaft. Schon jetzt sind die Gesundheits- und Sozialsysteme überlastet. Mit dem demographischen Wandel wird sich dieses Problem verschärfen. Weltweit wird deshalb intensiv vor allem nach neuen Ansätzen zur Früherkennung und Prävention dieser Leiden geforscht.

Sinnvolle Prävention fragt, welche Ursachen sich im Detail hinter einem Erkrankungsrisiko verbergen und betrachtet den Patienten von morgen möglichst individuell. Oft stößt man dabei auf ein Zusammenspiel von genetischen Faktoren, Lebensgewohnheiten und Umweltfaktoren – man denke an Krebs, Diabetes oder Alzheimer. Doch nur in wenigen Fällen ist der Zusammenhang zwischen Ursache und Leiden eindeutig. So etwa beim Gebärmutterhalskrebs, der durch bestimmte Viren verursacht wird. Für diese Entdeckung erhielt der Helmholtz-Forscher Harald zur Hausen den Medizin-Nobelpreis 2008. Aber auch große Bevölkerungsstudien sollen und können Abhilfe schaffen, indem sie viele Menschen über lange Zeit beobach-

ten und untersuchen. Oft erlauben auch neue bildgebende Verfahren, den Ursachen von Störungen frühzeitig auf die Spur zu kommen – wie dies bei einigen neurodegenerativen Erkrankungen schon der Fall ist. Ist zudem eine genetische Anlage als Risikofaktor identifiziert, kann möglicherweise ein Gentest entwickelt werden, um potentielle Patienten frühzeitig zu finden und präventiv behandeln zu können.

Der Weg von der Forschung zur individuellen Prävention ist weit und voller Hindernisse. Auf jeder Etappe dieses Weges engagieren sich auch Spitzenforscher der Helmholtz-Gemeinschaft. Mit der vorliegenden Broschüre wollen wir Ihnen einige ausgewählte Projekte aus unseren Zentren vorstellen – Erfolgsgeschichten in der Prävention von Volkskrankheiten.

Viel Vergnügen beim Lesen wünschen Ihnen

Jürgen Mlynek
Präsident der Helmholtz-Gemeinschaft

Otmar D. Wiestler
Vizepräsident für den Forschungsbereich Gesundheit
Deutsches Krebsforschungszentrum

Günther Wess
Sprecher des Management-Boards Gesundheit
Helmholtz Zentrum München



AN GESUNDEN ÜBER KRANKHEITEN LERNEN

Großstudien zur Früherkennung von Herz-Kreislauf- und Stoffwechselerkrankungen

Bei der Suche nach genetischen und umweltbedingten Risikofaktoren für Krankheiten bringen oftmals nur groß angelegte Untersuchungen mit mehreren tausend Teilnehmern die Forscher auf die richtige Spur. Professor H.-Erich Wichmann vom Helmholtz Zentrum München leitet federführend eine solche große – und äußerst erfolgreiche – Studie zu Diabetes, Herz-Kreislauf-Erkrankungen und anderen komplexen Krankheiten.

Untersuchung der Bevölkerung im Dienste der Wissenschaft: Die Epidemiologie beschäftigt sich mit der Verbreitung von Krankheiten in der Bevölkerung und den Risikofaktoren, die zur Entstehung der Leiden beitragen. Am Anfang steht die Feldarbeit, die akribische Untersuchung vieler tausend Probanden, die so ausgewählt werden, dass sie möglichst repräsentativ für die Bevölkerung sind.

Liegen deren Untersuchungsergebnisse vor, folgt die Auswertung – die Analyse von Einflussfaktoren, die bestimmte Leiden begünstigen oder deren Entstehung entgegenwirken. Zu den wichtigsten Einflussfaktoren zählen der Lebensstil (Ernährung, Rauchen, körperliche Aktivität), Belastungen aus Beruf und Umwelt sowie die genetische Veranlagung. Gesucht sind dabei vor allem allgemeingültige Aussagen, die sich – im günstigsten Fall – auf die gesamte Gesellschaft oder große Bevölkerungsgruppen übertragen lassen.

Gene und Umwelt – Wie komplexe Krankheiten entstehen

Hierzu wird die KORA-Studie in und um Augsburg durchgeführt. Rund 20.000 Probanden wurden in den letzten beiden Jahrzehnten in die Studie einbezogen, um wichtigen und häufigen Leiden auf die Spur zu kommen und auch deren ökonomische Folgen zu analysieren. Zu Bluthochdruck, Herzinfarkt, Schlaganfall, Diabetes, chronischen Lungenerkrankungen und

Allergien wird in Augsburg intensiv geforscht. Man bezeichnet diese Erkrankungen auch als komplexe Erkrankungen, weil bei ihnen mehrere Gene eine Rolle spielen und oft erst nicht-genetische Umwelteinflüsse hinzukommen müssen, um Störungen auszulösen.

Die Jagd nach relevanten genetischen Veränderungen gleicht dabei nicht selten der sprichwörtlichen Suche nach der Nadel im Heuhaufen: Oft macht schon der Austausch eines einzigen Bausteins der Erbsubstanz DNA durch einen anderen die betreffende genetische Anlage zu einem Risikofaktor. Doch diese sogenannten „Single Nucleotide Polymorphisms“, kurz SNPs, finden sich millionenfach im menschlichen Erbgut. Durch Analyse von bis zu einer Million dieser SNPs an mehreren tausend Probanden gelang in KORA der Nachweis wichtiger genetischer Komponenten bei Herzinfarkt, Diabetes und allergischen Hauterkrankungen, aber auch bei Blutfetten, Harnsäure, bei EKG-Parametern und Übergewicht.

Die Patienten von morgen identifizieren

Das Geflecht der genetischen und umweltbedingten Faktoren, die eine komplexe Erkrankung begünstigen, lässt sich besonders gut mit Hilfe prospektiver Kohortenstudien aufklären. „Dabei werden anfangs gesunde Teilnehmer über einen langen Zeitraum wiederholt untersucht“, berichtet Wichmann. „Die Zahl der Probanden muss groß sein, damit die betreffende Krankheit oft genug in der Kohorte auftritt. Solche prospektiven Studien sind also nur bei wirklich häufigen Leiden sinnvoll.“

Wenn gesunde Teilnehmer einbezogen werden, ist eine Frage besonders kritisch: Was soll man untersuchen? Die Basis- und Nachfolgeuntersuchungen sind in der Regel sehr breit angelegt. So liefern unter anderem Elektrokardiogramme, Echo-Herzuntersuchungen, der orale Glukose-Toleranztest, der die Reaktion des Stoffwechsels auf eine Zuckerlösung bestimmt, und

„Viele der aktuellen Fragestellungen erfordern eine sehr große Zahl an Teilnehmern für unsere Kohortenstudien.“

Prof. H.-Erich Wichmann, Direktor des Instituts für Epidemiologie am Helmholtz Zentrum München



Allergietests wichtige Informationen. Hinzu kommen Analysen vielfältiger Blutparameter.

Im Visier der Forscher – Der gesunde Patient

Es erweist sich als besonders nützlich, Bioproben, die von jedem Probanden genommen werden, längerfristig aufzubewahren. Sie erlauben einen analytischen Blick auf Patienten, bevor diese erkrankt sind. Anhand der Erbsubstanz DNA und verschiedener Blutproben kann dann nach Frühformen eines Leidens gesucht werden.

Insgesamt erlauben die Proben heute Untersuchungen, deren Relevanz zur Zeit der Entnahme in vielen Fällen noch nicht zu erraten war. All diese breit angelegten Befragungen und Analysen sind langwierig und äußerst kostspielig. Anfangs ist oft noch nicht bekannt, welche Symptome und Charakteristika für die Entstehung und Früherkennung einer Erkrankung relevant sind. Die epidemiologischen Daten entpuppen sich meist als Goldgrube an Informationen, die in vielen Fällen erst nach und nach zum Vorschein kommen.

So konnten die Forscher im Rahmen von KORA unter anderem zeigen, dass das Herzinfarktrisiko in den letzten Jahren aufgrund der medizinischen Fortschritte in der frühzeitigen Behandlung zurückgegangen ist. Dennoch werden die Herz-Kreislauf-Erkrankungen als Todesursache Nummer eins in Deutschland wohl wegen der hohen und weiter zunehmenden Lebenserwartung der Bevölkerung sogar noch an Bedeutung gewinnen.

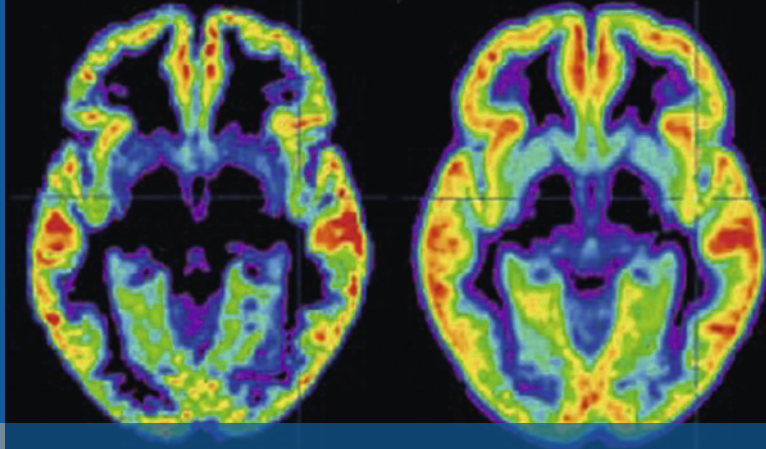
Ähnliches gilt für Stoffwechselstörungen, die nicht selten zu Herz-Kreislauf-Erkrankungen führen können. Dazu zählt der Typ 2 Diabetes, der bis vor wenigen Jahrzehnten fast ausschließlich in den späten Lebensjahren auftrat. Doch das ehemals als „Altersdiabetes“ bekannte Leiden breitet sich aus und betrifft mittlerweile immer mehr junge Erwachsene und sogar

Jugendliche. Begünstigt wird die chronische Störung des Zuckerhaushalts durch eine ungesunde Ernährung und einen Mangel an körperlicher Aktivität. Auch Übergewicht gehört zu den Risikofaktoren. Weil zunehmend mehr Menschen mit überflüssigen Pfunden zu kämpfen haben, ist auch Diabetes auf dem Vormarsch. Die genetischen Faktoren spielen im Vergleich zum Lebensstil beim Diabetes eine deutlich kleinere Rolle.

Neue Analysen für alte Daten

„Die KORA-Plattform mit ihrer umfangreichen Datenbasis und den eingelagerten Bioproben bietet einzigartige Möglichkeiten für die Gesundheitsforschung in Deutschland“, sagt Wichmann. „Diese Ressource ist nicht nur für uns sondern auch für andere Wissenschaftler mit ganz unterschiedlichen Forschungsinteressen offen. Wer relevante Forschungsfragen hat, die sich mit KORA bearbeiten lassen, kann gerne mit uns zusammenarbeiten. Diese Möglichkeit wird jetzt schon intensiv genutzt, wobei sich die Fragestellungen im Laufe der Zeit ändern, und zunehmend neue genetische und molekularbiologische Methoden zur Verfügung stehen.“

„Viele aktuelle Fragestellungen erfordern aber eine noch größere Zahl an Teilnehmern“, berichtet Wichmann. „Da reicht KORA nicht mehr aus. Deshalb ist eine neue bundesweite Bevölkerungsstudie geplant, die „Helmholtz-Kohorte“. Hier wollen mehrere Helmholtz-Zentren zusammen mit Epidemiologen kooperierender Universitäten eine Stichprobe von 200.000 Erwachsenen untersuchen und über viele Jahre beobachten. Dadurch ergeben sich nicht nur ganz neue Möglichkeiten, die Entwicklung häufiger Erkrankungen zu beobachten, sondern es können auch seltenere, schwere Krankheiten und vor allem die Krebsentstehung genauer untersucht werden. Die Detailplanung der „Helmholtz-Kohorte“ läuft derzeit unter Federführung des Deutschen Krebsforschungszentrums und des Helmholtz Zentrums München an.



WAS KANN NEUROIMAGING FÜR DIE DEMENZPRÄVENTION TUN?

Die Vermessung der Welt ist weitgehend abgeschlossen. Das Gehirn des Menschen aber ist ein unbekannter Kontinent, den es erst zu kartieren gilt. Professor Karl Zilles und seine Kollegen am Forschungszentrum Jülich wollen mit Hilfe komplexer und weltweit einzigartiger Techniken Einblicke in das normal alternde und erkrankte Gehirn gewinnen. Diese Forschung soll die grundlegenden Mechanismen des Alterns entschlüsseln, aber auch neue Ansätze für die Diagnose und Prävention von Demenzerkrankungen und anderen Fehlfunktionen des Gehirns ermöglichen.

Zuerst sind die bekannten Orte nicht mehr ganz so vertraut. Dann nehmen Alltagsgeschäfte immer mehr Zeit in Anspruch. Zunehmende Starrheit, Depression und Angst verdrängen die Spontanität: Die Unsicherheit nimmt zu. Viele Betroffene verändern sich so langsam, dass die ersten Symptome einer beginnenden Demenz übersehen werden. Wer hat denn schon ein perfektes Namensgedächtnis? Und bringt das Älterwerden nicht einfach eine gewisse Zerstreutheit mit sich? Das eingeschränkte Erinnerungsvermögen und eine anfänglich kaum feststellbare Persönlichkeitsveränderung können aber das erste Anzeichen eines fortschreitenden Prozesses sein, bei dem Nervenzellen in großer Zahl untergehen.

Alzheimer auf dem Vormarsch

Die häufigste Ursache einer Demenz ist die Alzheimer'sche Erkrankung. Allein in Deutschland leidet gegenwärtig rund eine Million Menschen an dieser progressiven Neurodegeneration, die von manchen Experten bereits als Epidemie eingestuft wird. Denn mit zunehmender Überalterung wird die Alzheimer'sche Erkrankung schon bald große Teile der älteren Bevölkerung betreffen. Von den Folgen sind neben den Patienten aber immer auch die Familienangehörigen und das Pflegepersonal betroffen, das oft jahrelang die zunehmend hilfloseren Patienten betreut.

Schon jetzt stellen Demenzerkrankungen eine kaum zu bewältigende Belastung für unser gesamtes Gesundheits- und Sozialsystem dar. Deshalb arbeiten Alzheimer-Forscher weltweit intensiv an einer Impfung und anderen präventiven Maßnahmen wie auch an neuen Therapieansätzen im Kampf gegen das Sterben der Neuronen. Noch ist eine Heilung nicht möglich. Das Einsetzen der Symptome könnte aber erheblich verzögert werden, wenn die Erkrankung vorher erkannt wird, und die Behandlung schon frühzeitig beginnt.

Schwere Symptome sollen verzögert werden

Derzeit gelingt der Nachweis einer Alzheimer'schen Erkrankung anhand verschiedener Blutuntersuchungen und einer Analyse der Gehirnflüssigkeit allerdings erst, wenn das Leiden bereits begonnen hat. Für eine vorbeugende Behandlung müsste die Demenz aber vor dem Auftreten erster Störungen diagnostiziert werden können. Ließen sich die Symptome dann mit einer geeigneten Therapie um beispielsweise fünf Jahre hinauschieben, würden die Patienten gesunde Lebenszeit gewinnen – und die Gesellschaft rund 40 Milliarden Euro pro Jahr allein in Deutschland sparen.

Doch noch immer ist zu wenig darüber bekannt, wie und über welche neurobiologischen Prozesse eine Demenz in den allerersten Anfängen das Gehirn in seiner Gesamtheit verändert. Von der Alzheimer'schen Erkrankung ist bekannt, dass „plaques“ und „tangles“ eine Rolle spielen. Das sind Proteinablagerungen und Veränderungen in der Zelle, die schon sehr früh in einer relativ kleinen Hirnregion auftreten, aber zu diesem Zeitpunkt noch nicht Symptome verursachen.

Auf der Suche nach den Frühzeichen einer Demenz

An diesem Punkt im Krankheitsverlauf möchte das Forschungszentrum Jülich in Zusammenarbeit mit den umliegenden

„Die Diagnostik von Hirnveränderungen durch eine Kombination neuester bildgebender und genetischer Methoden wird künftig eine große Rolle spielen.“

Prof. Karl Zilles, Direktor am Institut für Neurowissenschaften und Biophysik am Forschungszentrum Jülich



Universitätskliniken in Aachen, Bonn, Düsseldorf und Köln ansetzen. Ein Schwerpunkt ist die Suche nach spezifischen Frühzeichen. Diese sogenannten Biomarker können krankheitstypische genetische oder molekulare Indikatoren, aber auch anatomisch-funktionelle Veränderungen sein. Sie können für die Früherkennung einer Erkrankung und möglicherweise für die Prävention genutzt werden.

„Die Diagnostik von Hirnveränderungen durch eine Kombination neuester bildgebender und genetischer Methoden wird künftig sicher eine große Rolle spielen“, sagt Professor Karl Zilles, Direktor am Institut für Neurowissenschaften und Biophysik am Jülicher Forschungszentrum. „So können krankheitsrelevante Symptome definiert und neue Therapieansätze auf ihre Effektivität hin untersucht werden. Ich bin mir sicher, dass in wenigen Jahren Demenzerkrankungen in Frühstadien noch ohne behindernde Symptome nachgewiesen werden können, und dass dann auch individuelle, maßgeschneiderte Therapien zur Verfügung stehen.“

Mit diesem Ziel vor Augen haben sich die Jülicher Forscher mit ihren Kooperationspartnern einem besonders ambitionierten Projekt verschrieben: der präsymptomatischen Diagnose mit bildgebenden Verfahren. Das Team ist dank langjähriger Erfahrung im Umgang mit modernsten bildgebenden Verfahren bestens gerüstet für den Blick in unser Denkorgan. „Das Besondere an unserem Team ist eine Kombination von Methoden und wissenschaftlicher Kompetenz an der Schnittstelle von Physik, Hirnforschung und Medizin“, meint Zilles.

Das alternde Gehirn unter der Lupe

Die interdisziplinär ausgebildeten Forscher wollen die Struktur und Funktion des gesunden alternden und des durch eine Neurodegeneration veränderten Gehirns untersuchen. Dabei setzen die Wissenschaftler auf eigens entwickelte Methoden, um Signalprozesse und wichtige Moleküle aufzuspüren und zu charakterisieren.

Die Jülicher Forschung hat bereits gezeigt, dass strukturelle Veränderungen des Gehirns, die bislang als alterstypisch galten, schon im jungen Erwachsenenalter beginnen. Manche dieser

vermeintlich altersbedingten Störungen sind daher wohl eher Ausdruck der Plastizität des Gehirns. Tritt aber eine Neurodegeneration hinzu, nimmt diese Dynamik fast unmerklich einen abweichenden Verlauf, der letztlich zu den typischen Symptomen der Demenz führt.

Die gesamte Bandbreite moderner bildgebender Verfahren zur Früherkennung steht in Jülich zur Verfügung – und wird in naher Zukunft durch ein Gerät der Superlative verstärkt werden. Künftig soll das weltweit einzigartige 9,4-Tesla-MR-PET-Hybridssystem der Forschung völlig neue Perspektiven eröffnen. Hier werden in Zusammenarbeit mit Siemens Healthcare in einem Großgerät die zwei wichtigsten bildgebenden Verfahren kombiniert: die Magnet-Resonanz-Tomografie (MRT) und die Positronen-Emissions-Tomografie (PET).

„Dem Gehirn beim Denken zusehen“

Diese Technik kann das Gehirn millimetergenau abbilden und besonders aktive Hirnabschnitte sichtbar machen“, berichtet Zilles. „Wir werden dem Gehirn mit MRT beim Denken zusehen, und dank dem integrierten PET-System können wir gleichzeitig für die normale und krankhafte Hirnorganisation wichtige Moleküle nachweisen, wie auch die Effizienz neuer Therapieformen testen. Insgesamt könnte sich das Neuroimaging zu einer der wichtigsten Waffen im Kampf gegen die neurodegenerativen Erkrankungen entwickeln, weil sie das Tor zur schon lange erhofften Früherkennung und damit zur Prävention öffnet.“



BAKTERIELLE KOMMUNIKATION STÖREN

Vorbeugung und Heilung chronischer Infektionen

Der Siegeszug der Infektionskrankheiten schien mit der Einführung der Antibiotika gestoppt. Zunehmend häufiger aber scheitern selbst moderne Therapeutika an Bakterien, die chronische Infektionen verursachen. Die Erreger bilden sogenannte Biofilme und sind dann weitgehend vor Antibiotika sowie der Immunabwehr ihres Wirtes geschützt. Dr. Susanne Häußler vom Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung in Braunschweig untersucht an dem Erreger *Pseudomonas aeruginosa*, welche molekularen Mechanismen für die Entstehung dieser komplexen bakteriellen Gemeinschaften essentiell sind – und wie man sie in therapeutischen Ansätzen blockieren kann.

Die Krankheit als ungezähmtes und unberechenbares Tier: Von dieser etwas urtümlichen Vorstellung zeugt selbst heute noch der Sprachgebrauch. Schließlich sind oft viele Menschen „befallen“, wenn eine Seuche „ausbricht“. Mittlerweile können wir Bakterien und Viren zumindest in den Industrieländern dank Antibiotika und flächendeckender Impfprogramme meist gut kontrollieren. Doch bewährte Wirkstoffe versagen zunehmend häufiger im Kampf gegen Bakterien, die chronische Infektionen verursachen. Diese Krankheiten verlaufen meist langsam: Das Immunsystem kann die Keime nicht vollständig beseitigen; sie überleben im Körper und schädigen die betroffenen Organe bis hin zum kompletten Funktionsverlust.

Hightech-Medizin: Ein Wegbereiter für Erreger

Dabei finden Erreger chronischer Infektionen immer mehr Opfer – gerade auch wegen der Fortschritte der modernen Medizin. Fremdkörper, die vorübergehend oder dauerhaft in den Körper eingeführt werden, also etwa Prothesen, Herzschrittmacher, aber auch medizinische Geräte, bieten den Keimen perfekte Oberflächen zur Besiedlung. Ist dann zudem das Immunsystem des Patienten eingeschränkt, können leicht chronische

Infektionen entstehen. Sie machen in den Industrienationen mittlerweile rund zwei Drittel aller Infektionen aus und verursachen nicht zuletzt auch enorme Kosten.

„Bei bakteriellen Erregern finden wir in diesem Zusammenhang eine Besonderheit“, sagt Susanne Häußler: „Die durch sie verursachten chronischen Infektionen sind sehr häufig Biofilminfektionen.“ Tatsächlich sind Biofilme wohl die häufigste Erscheinungsform von Bakterien überhaupt, sei es in der Umwelt oder im medizinischen Bereich. Dabei schließen sich Bakterien in großer Zahl zusammen, vernetzen sich miteinander und stimmen ihr Verhalten ab. „Die Erreger in der Gemeinschaft sind organisiert“, erklärt Häußler: „Die Biofilm-Bakterien bilden eine Hülle, die sie wie ein Klebstoff zusammenhält.“ Die Erreger in der Schleimschicht sind dann weitgehend vor Umweltstress, vor dem Immunsystem ihres Wirtes und eben auch vor Antibiotika geschützt.

Neue Strategien gegen Biofilme

Es ist also eine medizinische Notwendigkeit, neue Abwehrstrategien gegen diese Erreger zu entwickeln. Die Herangehensweise unterscheidet sich dabei von der herkömmlicher Antibiotika. Es ist weniger wichtig, den Stoffwechsel der einzelnen Bakterien zu stören, als die Biofilme aufzulösen oder ihre Bildung zu verhindern. Vereinzelte Erreger können nämlich sehr effektiv mit Hilfe der gängigen Wirkstoffe bekämpft werden. Um Biofilme zu stören, müssen Wissenschaftler wie Susanne Häußler zunächst aber verstehen, welche Prozesse die bakterielle Gemeinschaft überhaupt ermöglichen. „Es war eine der aufregendsten Entdeckungen der letzten Jahre, dass bakterielle Erreger sehr intensiv miteinander kommunizieren und ihr Verhalten aufeinander abstimmen“, berichtet Häußler: „Jetzt müssen wir im Detail klären, wie sich die Bakterien verständigen und synchronisieren.“

„Es war eine der aufregendsten Entdeckungen der letzten Jahre, dass bakterielle Erreger sehr intensiv miteinander kommunizieren und ihr Verhalten aufeinander abstimmen.“

Dr. Susanne Häußler, Leiterin der Arbeitsgruppe Chronische Pseudomonas Infektionen am Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung



Mit Hilfe der bakteriellen Kommunikation können die Bakterien wahrnehmen, wieviele Artgenossen sich in ihrer Umgebung befinden. Erst wenn ihre Anzahl einen gewissen Schwellenwert überschreitet und bestimmte Umweltbedingungen vorliegen, bilden die Erreger einen Biofilm und lassen es auf eine Konfrontation mit dem Immunsystem ihres Wirtes ankommen. Das Gefühl für die Zahl der Nachbarn – das sogenannte Quorum Sensing – ist dafür essentiell und wird deshalb als möglicher Zielmechanismus für Therapien im Kampf gegen chronische Infektionen gehandelt.

Pseudomonas – ein gefürchteter Erreger

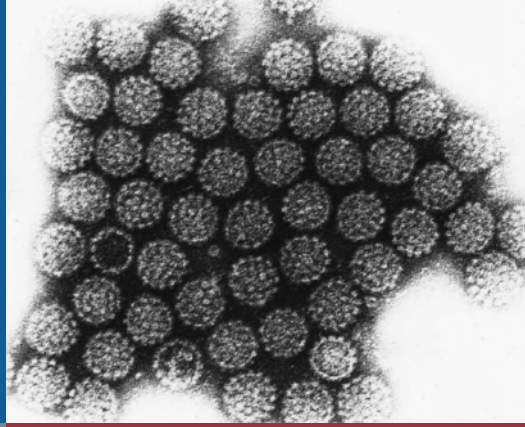
Bei ihren Untersuchungen arbeitet Häußler vor allem mit dem Modellorganismus *Pseudomonas aeruginosa*. Das Bakterium ist allgegenwärtig in unserer Umwelt, aber auch als Krankheitserreger von Pflanzen, Tieren und Menschen gefürchtet. „Nicht selten infiziert *Pseudomonas* etwa Verbrennungsoffer und andere Klinikpatienten mit einem geschwächten Immunsystem“, so Häußler. „Außerordentlich gefährlich ist das Bakterium auch für Mukoviszidose-Patienten. Die angeborene Stoffwechselerkrankung lässt zähflüssigen Schleim in der Lunge entstehen, in dem sich die Erreger einnisten und vor der Körperabwehr verstecken können. Eine chronische Infektion mit *Pseudomonas aeruginosa* ist bei Mukoviszidose-Patienten mit über 90 Prozent sogar die bei weitem häufigste Todesursache.“

An diesem Modellorganismus konnten Häußler und ihre Mitarbeiter auch die Wirkung des Medikaments Azithromycin, kurz AZM, aufklären. „Der Wirkstoff wurde genutzt, ohne dass man seinen genauen Effekt auf Bakterien kannte“, berichtet die Medizinerin. „Wir haben seinen Einfluss auf der Ebene der Gene und der Proteine untersucht. Dabei hat sich gezeigt, dass AZM die Kommunikation der Erreger stört und damit den Informationsfluss in der bakteriellen Gemeinschaft blockiert.“ Das Antibiotikum vernichtet die Keime nicht, sondern lässt sie in einem relativ gutartigen Zustand verharren. Die Bakterien gehen nicht dazu über, das ohnehin angegriffene Lungengewebe massiv und großflächig zu zerstören – was unbehandelt bei Mukoviszidose-Patienten meist zum Tode führt. Entscheidend ist wahrscheinlich, dass das Immunsystem des Wirts wertvolle Zeit im Kampf gegen die Erreger gewinnt, solange diese mit ihrer Attacke warten.

Nadelöhr in der bakteriellen Kommunikation

„AZM ist aber bei weitem kein perfektes Medikament und wirkt auch nicht immer“, berichtet Häußler. „Vermutlich hat das damit zu tun, dass die Kommunikation der Erreger, also die Wahrnehmung der bakteriellen Zelldichte, nur ein wichtiger Faktor von vielen bei der Entstehung von Biofilmen ist. Die Bakterien nehmen eine Vielzahl von Informationen aus ihrer Umgebung auf, etwa die Temperatur und das Nährstoffangebot, die dann verarbeitet werden. Die äußeren Bedingungen müssen genau aufeinander abgestimmt sein, damit sich ein Biofilm bildet. Es ist sehr schwer, diesen komplexen Zusammenhang zuverlässig zu stören.“ Die Medizinerin und ihr Team konzentrieren sich bei der Suche nach neuartigen Therapieansätzen deshalb auf ein molekulares „Nadelöhr“. „Irgendwann müssen nämlich die äußeren Signale auf Einzelzellebene der Bakterien in Verhalten umgesetzt werden“, sagt Häußler. „Und an dieser Stelle wollen wir ansetzen.“

Denn hier spielt nur ein Molekül die Hauptrolle: das c-di-GMP, kurz für (3',5')-zyklisches di-Guanosinmonophosphat. Der Botenstoff scheint eine Art Schalter zwischen den bakteriellen Lebensformen zu sein: Geringe Mengen finden sich in einzeln lebenden Erregern, ein erhöhtes Level lässt Biofilme entstehen. Dieses zur Zeit weltweit intensiv erforschte Schlüsselprotein ist noch aus einem anderen Grunde für die Biomedizin außerordentlich vielversprechend: c-di-GMP wurde bislang nur in Bakterien gefunden. Therapien würden damit möglicherweise auf die Erreger wirken, ohne aber die Patienten zu beeinträchtigen.



IMPFEN GEGEN KREBSVIREN

Eine Erfolgsgeschichte mit viel Potential

Etwa jedes fünfte Krebsleiden wird durch ein Virus oder einen anderen Krankheitserreger ausgelöst. Impfstoffe können und sollen hier helfen. Der Gebärmutterhalskrebs ist weltweit eines der häufigsten Tumorleiden bei Frauen und wird durch bestimmte Typen des Humanen Papillomvirus verursacht. Professor Lutz Gissmann vom Deutschen Krebsforschungszentrum (DKFZ) in Heidelberg hat entscheidend an der Entwicklung von Vakzinen mitgewirkt, die eine Infektion mit diesen Erregern verhindern – und damit der Entstehung von Gebärmutterhalskrebs in vielen Fällen vorbeugen.

Kranke Hühner haben der Krebsforschung vor fast 100 Jahren einen Durchbruch beschert: Der junge Amerikaner Francis Peyton Rous hatte ein Filtrat aus den Muskeln der Tiere in gesunde Artgenossen injiziert – die daraufhin ebenfalls Tumoren entwickelten. Weil in der zellfreien Lösung keine Bakterien enthalten sein konnten, vermutete der Mediziner ein Virus als Auslöser des Leidens. Bestätigt wurde seine These allerdings erst zwei Jahrzehnte später, als eine neue Technologie den Nachweis ermöglichte. Für seine Entdeckungen auf dem Gebiet der tumor-erzeugenden Viren, zu denen auch das nach ihm benannte Rous-Sarkom-Virus bei Hühnern gehört, erhielt der Amerikaner 1966 den Nobelpreis für Medizin.

Mittlerweile weiß man, dass Viren, aber auch Bakterien und andere Parasiten, sehr häufig Krebs auslösen. „Nach manchen Schätzungen gehen weltweit bis zu 20 Prozent aller Tumorleiden auf das Konto von Krankheitserregern“, sagt Professor Lutz Gissmann. „Mikrobielle Infektionen werden durch verschiedene Faktoren und Mechanismen des menschlichen Immunsystems kontrolliert. Diese sind aber natürlich nicht immer erfolgreich, und dann kann in manchen Fällen Krebs entstehen. Die moderne Forschung versucht deshalb, die zugrundeliegenden Abwehrprozesse zu entschlüsseln, um sie durch entsprechende Impfstoffe anregen oder verstärken zu können.“

Erste Erfolge durch Krebsimpfung

Dies ist auch bereits in mehreren Fällen gelungen. Besonders erfolgreich ist eine seit etwa 25 Jahren erhältliche Vakzine gegen einen Erreger, der zunächst gar nicht mit Krebs in Verbindung gebracht wurde. Das Hepatitis B-Virus kann chronische Entzündungen der Leber und später eine Zirrhose verursachen. Eine gegen diesen Erreger wirksame Impfung ist etwa in Taiwan seit vielen Jahren zwingend für Neugeborene vorgeschrieben. „Wie man mittlerweile gesehen hat, ist durch diese Maßnahme bereits jetzt die Rate an Leberkrebs bei Kindern und Jugendlichen drastisch gesunken“, berichtet Gissmann.

Gissmann forschte zu Beginn seiner Karriere in der Arbeitsgruppe von Harald zur Hausen, der bereits 1974 als erster postuliert hatte, dass die humanen Papillomviren (HPV) ursächlich an der Entstehung von Gebärmutterhalskrebs beteiligt sind – eine Entdeckung, für die zur Hausen mit dem Nobelpreis für Medizin 2008 ausgezeichnet wurde. Es gibt, so weiß man heute, etwa 100 verschiedene HPV-Typen, die meisten lassen harmlose Warzen auf Haut und Schleimhäuten sprießen. Bei einem chronischen Verlauf der Infektion im Genitalbereich können unter Umständen auch bösartige Tumoren entstehen. Der echte Durchbruch gelang Gissmann und Kollegen in zur Hausens Labor ab 1983 mit der Entdeckung der Virustypen HPV16 und HPV18, die für rund zwei Drittel aller Fälle von Gebärmutterhalskrebs verantwortlich sind.

„Und diese Krebsart ist weltweit eines der häufigsten Tumorleiden bei Frauen, an dem bis zu 200.000 Patientinnen jährlich sterben“, sagt Gissmann. „Gäbe es in Deutschland nicht den Abstrich beim Frauenarzt zur Früherkennung dieses Karzinoms, würden wir Zahlen wie beim Dickdarmkrebs erreichen. Dieses Pap-Screening ist aber nicht weltweit Standard, und die weit überwiegende Mehrzahl der Fälle von Zervixkarzinom tritt in den Ländern der Dritten Welt auf.“



„Wir erwarten durch die neue Vakzine einen Rückgang bei Gebärmutterhalskrebs von bis zu 70 Prozent“.

Prof. Lutz Gissmann, Leiter der Abteilung Genomveränderungen und Carcinogenese am Deutschen Krebsforschungszentrum

Virale Vakzine – Der Kampf gegen ungebetene Gäste

Zu einem chronischen Verlauf der Infektion – der Voraussetzung einer Entartung – kann es unter anderem kommen, weil Papillomviren die gegen sie gerichtete Immunantwort aktiv unterdrücken können, wenn meist auch nicht vollständig. So stand am Anfang der langen Forschungsarbeit für einen HPV-Impfstoff die Frage, welche Abwehrmechanismen den Immunschutz gegen HPV vermitteln und wie sie aktiviert werden können. Eine Besonderheit der Viren ist, dass sie in die Zellen des Wirtes eindringen und sich dort vor der Körperabwehr verbergen können. Eine Vakzine gegen Viren muss also darauf abzielen, das Eindringen der Erreger in die Zellen zu verhindern.

Gissmann und seine Kollegen setzten deshalb auf Antikörper, die gegen das Virus gerichtet sind und es neutralisieren. Antikörper oder Immunglobuline gehören zum Abwehrarsenal des Immunsystems höherer Wirbeltiere und sind wahre Spezialisten: Jedes dieser Immunmoleküle erkennt hoch spezifisch eine Struktur, das sogenannte Antigen. Antikörper patrouillieren im Blut und anderen Körperflüssigkeiten auf der Suche nach Krankheitserregern und anderen fremden Substanzen. Trifft ein Immunglobulin auf sein Antigen, bindet es daran und initiiert so eine Abwehrreaktion des Körpers.

Starthilfe für das Immunsystem

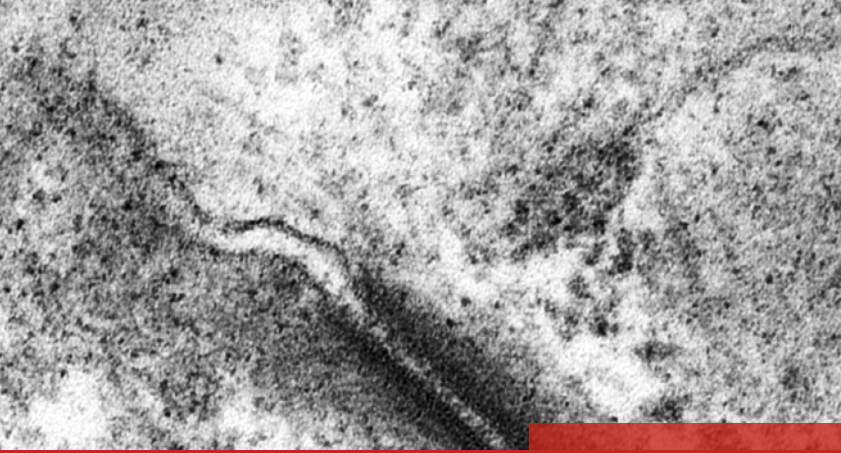
Für den Impfstoff wurden gentechnisch hergestellte Virus-ähnliche Partikel (VLPs) entwickelt, die mit der Oberfläche der lebenden Erreger identisch sind. „Sie sind für das Immunsystem nicht von den kompletten Viren zu unterscheiden, lösen aber selbst keine Infektion aus“, berichtet Gissmann. „In Tierexperimenten und klinischen Studien konnte man zeigen, dass diese Partikel hoch effizient und spezifisch die Produktion von Antikörpern gegen die beiden wichtigsten krebsrelevanten HPV-Typen, das sind HPV 16 und 18, induzieren. Die Wirksamkeit der Impfung ist sogar höher als bei einer natürlichen Infektion, bei der nur maximal zwei Drittel der Betroffenen Antikörper in geringer Konzentration nachweisen.“ Folgt auf die Impfung eine

echte Infektion, beginnen die Immunzellen des Körpers sofort mit der Produktion der Antikörper, die die Viren unschädlich machen.

Zwei verschiedene Impfstoffe gegen HPV sind mittlerweile erhältlich und auch in Deutschland auf dem Markt. Empfohlen wird die Behandlung junger Mädchen, bevor sie sich über sexuelle Kontakte mit dem Virus infizieren können.

Die Vakzinen erreichen einen Schutz vor Infektionen durch die beiden gefährlichsten HPV-Typen von nahezu 100 Prozent. „Weil nicht alle, aber die meisten Fälle von Gebärmutterhalskrebs durch diese Virustypen verursacht werden, erwarten wir einen Rückgang dieser Krebsart von bis zu 70 Prozent“, sagt Gissmann. In Ländern ohne Programme zur Prophylaxe sind die Impfstoffe auf absehbare Zeit die einzig realistische Maßnahme, um die Häufigkeit der Gebärmutterhals-tumoren zu senken. Ein zusätzlicher Effekt in Ländern wie Deutschland, England oder Schweden ist, dass durch eine fast flächendeckende Impfung die Zahl der Krebsvorstufen gesenkt wird, die bei der Früherkennung in Form des Pap-Screenings entdeckt werden.

Doch noch ist die Impfung nicht optimal: So wird derzeit daran gearbeitet, auch andere tumorauslösende HPV-Typen zu erfassen und möglicherweise Frauen mit bereits bestehender chronischer Infektion ebenfalls vor Krebs zu schützen. „In den armen Regionen der Welt sind die Impfstoffe zudem oft nicht einsetzbar, weil sie bei weitem noch zu teuer und ohne Kühlung nicht zu lagern sind“, meint Gissmann. „Wir müssen deshalb intensiv an gleichwertigen Vakzinen arbeiten, die billiger zu produzieren und leichter handhabbar sind.“



KAMPF GEGEN DEN PLÖTZLICHEN HERZTOD

Wie Gentests Leben retten

Gentests, noch lange keine Routine im medizinischen Alltag, können bereits jetzt in manchen Fällen Leben retten. Ein Test, den Professor Ludwig Thierfelder, Forschungsgruppenleiter am Max-Delbrück-Centrum in Berlin-Buch und leitender Kardiologe der Franz-Volhard-Klinik für Herzkreislauferkrankungen des Helios Klinikums Berlin/Charité einsetzt, weist eine von ihm und seinen Mitarbeitern entdeckte genetische Veränderung nach, die schon in jungen Jahren zum plötzlichen Herztod führen kann. Wird der Defekt auf diesem Wege frühzeitig erkannt, kann Organversagen möglicherweise verhindert werden.

Rund drei Milliarden Mal schlägt das Herz eines Menschen, wenn dessen Leben die volle Spanne ausschöpft. Manchmal aber versagt das nur 300 Gramm schwere Organ schon in jungen Jahren oder im Kindesalter seinen Dienst – und das meist ohne Vorwarnung. In vielen Fällen kann erst nach dem Tod festgestellt werden, dass sich im Herzen Fett- und Bindegewebe gebildet hat, wo eigentlich Muskelfasern sein müssten. „Arrhythmogene rechtsventrikuläre Kardiomyopathie“, kurz ARVC, lautet die Diagnose.

Meist wird das Leiden durch eine angeborene genetische Veränderung ausgelöst, eine Mutation. Gene sind Abschnitte auf dem Erbmolekül DNA, die den Bauplan für je ein Protein in sich tragen. Proteine wiederum erfüllen als wichtigste Funktions-träger der Zelle eine Vielzahl von Aufgaben. Treten Mutationen in einem Gen auf, wird von dem betreffenden Protein unter Umständen zuviel, zuwenig, gar nichts oder eine nicht funktions-tüchtige Version produziert.

Ein Gendefekt lässt Herzen stillstehen

Prof. Ludwig Thierfelder und seine Mitarbeiter konnten die genetische Anlage identifizieren, die bei jedem vierten Patienten

mit „Arrhythmogener rechtsventrikulärer Kardiomyopathie“ verändert ist. Wie die Forscher zeigen, ist dabei die Produktion des Proteins Plakophilin 2 beeinträchtigt. Im gesunden Herzen ist dieses Molekül ein wichtiger Bestandteil der sogenannten Desmosomen in den Zellwänden. Desmosomen sind hochspezialisierte, scheibenförmige Zellverbindungen in Geweben, die einer besonderen mechanischen Belastung ausgesetzt sind.

Die komplexen Strukturen heften einzelne Zellen des Herzens fest aneinander und erhalten deren Funktion. Sie stellen auch den Austausch von Molekülen und Signalstoffen sicher.

Gefährlicher Verlust an Muskelzellen

Die Herzschwäche ARVC ist eine „Erkrankung des Desmosoms“: Gendefekte, die das Leiden verursachen, betreffen überwiegend Proteine in den Desmosomen. Ist Plakophilin 2 defekt, lockern sich vermutlich die Verbindungen zwischen den Zellen. Unter einer erhöhten Belastung kann es zum Untergang von einzelnen Herzmuskelfasern kommen. In diesen Bereichen bildet sich ersatzweise Fett- und Bindegewebe. Mehr und mehr wird so die Funktion des Organs eingeschränkt: Schließlich können gefährliche Herzrhythmusstörungen bis hin zum Herzstillstand auftreten. Im weiteren Verlauf der Erkrankung verringert sich in manchen Fällen die Zahl der Muskelzellen so stark, dass die Herzfunktion erheblich eingeschränkt ist.

„Die Erkrankung verläuft schleichend und bleibt viel zu oft unbemerkt“, so Thierfelder. Selbst Standarduntersuchungen wie ein Elektro- oder ein Echokardiogramm zeigen in vielen Fällen keine Auffälligkeiten. Doch nur wenn die Gefährdung des Patienten – also der angeborene Gendefekt – bekannt ist, kann einem Organversagen vorgebeugt werden. Die Voraussetzung dafür lieferten Thierfelder und seine Mitarbeiter, die das Plakophilin 2 als Krankheitsgen für die ARVC identifizierten. Damit konnte ein Gentest entwickelt werden. „Mit diesem Gentest

„Unsere Ergebnisse machen deutlich, dass der Einsatz von Defibrillatoren bei Patienten mit stark erhöhtem Risiko für einen plötzlichen Herztod sehr sinnvoll ist.“

Prof. Ludwig Thierfelder, Leiter der Forschungsgruppe Kardiovaskuläre Molekulargenetik am Max-Delbrück-Centrum



können wir jetzt schon Hochrisikopatienten identifizieren“, erklärt der Molekularmediziner. „Diesen Menschen können wir mittlerweile tatsächlich sehr wirksam helfen.“

Wächter für das müde Herz

So steht eine ganze Reihe von Präventionsmöglichkeiten zur Verfügung, etwa Medikamente oder Herschrittmacher, Defibrillatoren. Diese Geräte werden in die Nähe des Herzens implantiert und überwachen dort die Aktivität des Organs. Werden schwerwiegende Herzrhythmusstörungen registriert, bringt der „Defi“ das Organ mit einem Stromstoß wieder in den richtigen Takt. „Aus Studien, die wir zusammen mit deutschen, amerikanischen und kanadischen Forschern durchgeführt haben, kennen wir die Effektivität der Defibrillatoren“, berichtet Thierfelder. „Unsere Ergebnisse machen deutlich, dass ein solcher Einsatz bei Patienten mit einem stark erhöhten Risiko für einen plötzlichen Herztod sehr sinnvoll ist. Dank dieser Geräte kann sich im günstigsten Fall die deutlich erniedrigte Lebenserwartung der Betroffenen sogar wieder normalisieren.“

Mit Erfolg kamen die Defibrillatoren bei einer Form der ARVC zum Einsatz, die in der kanadischen Provinz Neufundland sehr häufig ist. Thierfelders Team konnte in diesem Jahr in Kooperation mit kanadischen Forschern die verantwortliche genetischen Anlage identifizieren. „Vor allem junge Männer sind bei dieser Variante gefährdet“, sagt der Kardiologe. „Sie werden ohne Präventivmaßnahmen im Mittel keine vierzig Jahre alt.“

Auf der Suche nach Hochrisikopatienten

Aber auch in Deutschland läuft die Suche nach Hochrisikopatienten. Als Hinweise auf eine potentielle Gefährdung gelten unter anderem Auffälligkeiten bei Herzuntersuchungen, häufiges Herzasen, ein bereits erlittener Herzstillstand – oder entsprechende Erkrankungen in der Familie. Dabei wird die Implan-

tion eines Defibrillators nur in schweren und vor allem gesicherten Fällen von den Kardiologen erwogen.

Für den Gentest sieht Thierfelder ebenfalls keine bereite Anwendung. Die Handhabung ist zwar leicht, es genügt eine Blutprobe, um den Test durchzuführen. Für den tatsächlichen Nachweis einer genetischen Veränderung muss aber der betreffende Bereich des Erbmoleküls DNA abgelesen werden, und zwar Baustein für Baustein. Das ist technisch immer noch relativ aufwändig und somit sehr kostenintensiv. Vorerst wird die Diagnose per Gentest deshalb wohl auf Menschen beschränkt bleiben, deren familiärer oder medizinischer Hintergrund auf ein hohes Risiko schließen lassen.

Noch ist allerdings ungeklärt, warum ein Defekt im Gen für Plakophilin 2 bei manchen Patienten tödliche Folgen hat, während andere kaum oder gar nicht beeinträchtigt sind. Größere Feldstudien sollen jetzt zeigen, welche Faktoren das individuelle Erkrankungsrisiko eines jeden Betroffenen beeinflussen.

Molekulare Medizin – Forschung mit Weitblick

Doch auch jenseits der Herzleiden ist Plakophilin 2 für die Forschung interessant. Als desmosomales Protein gehört es zu einer Gruppe von Molekülen, die sowohl für die Embryonalentwicklung als auch bei der Entstehung von bösartigen Tumoren und deren Metastasenbildung wichtig sind. „Die breit angelegte Untersuchung dieser Proteine ist ein gutes Beispiel für das Konzept der molekularen Medizin“, so Thierfelder. „Demnach sollen Krankheiten nämlich in ihrem Ursprung verstanden werden, also in den Genen und Proteinen. Dieser Ansatz orientiert sich nicht nur an einzelnen medizinischen Fachgebieten, sondern bildet eine umfassende Klammer mit entsprechend weitreichenden Erkenntnissen.“

DIE FÜNF GESUNDHEITSENTREN DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT

Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ)

Hier arbeiten rund 2100 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter daran, die Ursachen und die Entstehung von Krebserkrankungen aufzuklären. Ziel an diesem international renommierten Zentrum ist es, Krebserkrankungen früher und genauer zu diagnostizieren und neue Therapien zu entwickeln. Darüber hinaus spüren die Wissenschaftler Risikofaktoren auf, um die Möglichkeiten zur Vorbeugung von Krebserkrankungen zu erweitern. Die Arbeit des DKFZ konzentriert sich auf sieben multidisziplinäre Forschungsschwerpunkte, unter anderem die Tumorummunologie, die Zell- und Tumorbologie, den Zusammenhang zwischen Infektionen und Krebs sowie den Transfer von Forschungsergebnissen in die Klinik im Rahmen des Nationalen Centrums für Tumorerkrankungen (NCT).

Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ)

Im Neuenheimer Feld 280, 69120 Heidelberg
Telefon (06221) 42-0, Telefax (06221) 42-2995
E-Mail: presse@dkfz.de, www.dkfz.de

Helmholtz Zentrum München –

Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt

Mensch und Umwelt bilden eine Einheit. Das ist der Blickwinkel, unter dem die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler am Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt ihre Arbeit verstehen. Auf dieser besonderen Perspektive beruht der Forschungsansatz, der ökologische und biomedizinische Forschung verknüpft – ein einmaliges Konzept in der deutschen Forschungslandschaft. Die mehr als 1700 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter untersuchen die komplexen Systeme des Lebens im Spannungsfeld zwischen Umwelteinflüssen und genetischen Anlagen, unter anderem um Konzepte für dauerhafte Prävention und Heilung zu entwickeln.

Helmholtz Zentrum München –

Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt

Ingolstädter Landstraße 1, 85764 Neuherberg
Telefon (089) 3187-0, Telefax (089) 3187-33 22
E-Mail: oea@helmholtz-muenchen.de, www.helmholtz-muenchen.de

Forschungszentrum Jülich (FZJ)

Das Forschungszentrum Jülich betreibt interdisziplinäre Spitzenforschung zur Lösung großer gesellschaftlicher Herausforderungen in den Bereichen Gesundheit, Energie und Umwelt sowie Information. Einmalig ist dabei die Verknüpfung mit den beiden Schlüsselkompetenzen Physik und Supercomputing. Ein Ziel Jülicher Gesundheitsforschung ist es, die Diagnose und Therapie von altersbedingten Erkrankungen des Gehirns mit biophysikalischen Methoden und bildgebenden Verfahren zu verbessern. Mit weit mehr als 4000 Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen gehört Jülich zu den größten Forschungszentren Europas.

Forschungszentrum Jülich (FZJ)

Wilhelm-Johnen-Straße, 52428 Jülich
Telefon (02461) 61-0, Telefax (02461) 61-8100
E-Mail: info@fz-juelich.de, www.fz-juelich.de

Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung (HZI)

Hier stehen die Wechselwirkungen zwischen bakteriellen und viralen Erregern und ihren Wirten einerseits sowie die Strategien zur Diagnose, Prävention oder Behandlung von Infektionskrankheiten andererseits im Zentrum der Forschung. Denn für viele durch Erreger verursachte Leiden existiert weder eine wirksame Schutzimpfung noch eine wirkungsvolle Behandlung. Und mit der Lebenserwartung steigt das Risiko, an lebensbedrohlichen Infektionen zu erkranken, weil die Leistungsfähigkeit des Immunsystems nachlässt. Etwa 600 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter am Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung wollen mit ihrer Arbeit dazu beitragen, die „kleinen Killer“ – Bakterien und Viren – durch neue Medikamente und Impfstoffe wirkungsvoll zu bekämpfen.

Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung

Inhoffenstraße 7, 38124 Braunschweig
Telefon (0531) 6181-0, Telefax (0531) 6181-2655
E-Mail: kontakt@helmholtz-hzi.de, www.helmholtz-hzi.de

Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC) Berlin-Buch

Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler am Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC) Berlin-Buch verbinden molekularbiologische Grundlagenforschung mit klinischer Forschung. Ihr Ziel ist es, neue Methoden zur Diagnose und Behandlung schwerer Krankheiten zu entwickeln. Dabei geht es in erster Linie um drei Forschungsbereiche: Molekulare Neurowissenschaften, Krebsforschung sowie Herz-Kreislauf- und Stoffwechselerkrankungen. Die Erkenntnisse, die in den Labors gewonnen werden, sollen so rasch wie möglich Patienten zugute kommen. Die etwa 740 Forscherinnen und Forscher des MDC Berlin-Buch arbeiten deshalb eng mit zwei benachbarten Kliniken zusammen.

Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC) Berlin-Buch

Robert-Rössle-Straße 10, 13125 Berlin-Buch
Telefon (030) 9406-0, Telefax (030) 949-4161
E-Mail: presse@mdc-berlin.de, www.mdc-berlin.de

Die Helmholtz-Gemeinschaft

Die Helmholtz-Gemeinschaft ist die größte Wissenschaftsorganisation Deutschlands. In ihren 15 naturwissenschaftlich-technischen und biologisch-medizinischen Forschungszentren arbeiten insgesamt 26.500 Beschäftigte. Das jährliche Budget der Gemeinschaft beträgt mehr als 2,3 Milliarden Euro, die zum größten Teil vom Bund und den Ländern aufgebracht werden.

Der Auftrag der Helmholtz-Gemeinschaft ist Forschung, die wesentlich zur Beantwortung großer und drängender Fragen von Wissenschaft, Gesellschaft und Wirtschaft beitragen soll. Die Forscherinnen und Forscher konzentrieren sich vor allem auf Systeme von hoher Komplexität, die Mensch und Umwelt bestimmen. Die Helmholtz-Gemeinschaft bündelt ihre Kräfte in sechs Forschungsbereichen: Energie, Erde und Umwelt, Schlüsseltechnologien, Struktur der Materie, Verkehr und Weltraum sowie Gesundheit. In ihnen arbeiten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zentrenübergreifend zusammen – mit herausragender wissenschaftlicher Infrastruktur und in zum Teil weltweit einzigartigen Großprojekten.

Geschäftsstelle der Helmholtz Gemeinschaft Berlin

Anna-Louisa-Karsch-Str. 2, 10178 Berlin
Telefon (030) 206329-0, Telefax (030) 206329-65
E-Mail: org@helmholtz.de, www.helmholtz.de

Neben den fünf vorgestellten Gesundheitszentren gehören weitere zehn Einrichtungen der Helmholtz-Gemeinschaft an:

Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung

Am Handelshafen 12, 27570 Bremerhaven
Telefon (0471) 4831-0, Telefax (0471) 4831-1149
E-Mail: info@awi.de, www.awi.de

Deutsches Elektronen-Synchrotron

Notkestraße 85, 22607 Hamburg
Telefon (040) 8998-0, Telefax (040) 8998-3282
E-Mail: desyinfo@desy.de, www.desy.de

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

Linder Höhe, 51147 Köln
Telefon (02203) 601-0, Telefax (02203) 601-67310
E-Mail: kommunikation@dlr.de, www.dlr.de

Forschungszentrum Karlsruhe

Hermann-von-Helmholtz-Platz 1, 76344 Eggenstein-Leopoldshafen,
Telefon (07247) 82-0, Telefax (07247) 82-5070
E-Mail: info@fzk.de, www.fzk.de

Gesellschaft für Schwerionenforschung

Planckstraße 1, 64291 Darmstadt
Telefon (06159) 71-0, Telefax (06159) 71-2785
E-Mail: info@gsi.de, www.gsi.de

GKSS -Forschungszentrum Geesthacht

Max-Planck-Straße 1, 21502 Geesthacht
Telefon (04152) 87-0, Telefax (04152) 87-1403
E-Mail: presse@gkss.de, www.gkss.de

Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie

Glienicker Straße 100, 14109 Berlin
Telefon (030) 8062-0, Telefax (030) 8062-2181
E-Mail: info@helmholtz-berlin.de,
www.helmholtz-berlin.de/www.hmi.de

Helmholtz-Zentrum Potsdam

Deutsches GeoForschungsZentrum – GFZ
Telegrafenberg, 14473 Potsdam
Telefon (0331) 288-0, Telefax (0331) 288-1600
E-Mail: presse@gfz-potsdam.de, www.gfz-potsdam.de

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – ufz

Permoserstraße 15, 04318 Leipzig
Telefon (0341) 235 -0, Telefax (0341) 235 -2791
E-Mail: info@ufz.de, www.ufz.de

Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (assoziiertes Mitglied)

Boltzmannstraße 2, 85748 Garching
Telefon (089) 3299-01, Telefax (089) 3299-2200
E-Mail: info@ipp.mpg.de, www.ipp.mpg.de



www.helmholtz.de

