

apropos

■ ■ ■ Gesundheit | Wissen | Leben

aachener

■ ■ ■ **FORSCHUNG**

in der Mitte des Magazins



UNSERE GEFÄßE

Genauso komplex wie das menschliche Gefäßsystem sind auch die Erkrankungen, die in unseren Adern und Venen entstehen können. Wir werfen einen Blick auf die oft erst spät diagnostizierten Krankheitsbilder. Außerdem: Basteltipps für den Herbst!

© drubig-photo - stock.adobe.com

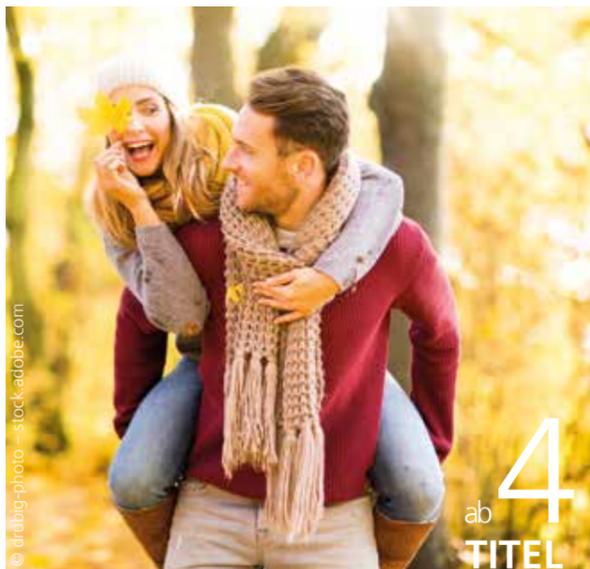
**UNIKLINIK
RWTHAACHEN**

IN GUTEN HÄNDEN

Wie die Shuntchirurgie Nierenerkrankten helfen kann

GESUNDE VENEN

Tipps, um Venenleiden vorzubeugen



INHALT

GESUNDHEIT UND MEDIZIN

- 03 **Apropos Überblick: Gefäßkrankungen**
Früherkennung und Vorsorge
- 04 **Aortenaneurysma**
Die unbemerkte Gefahr in Brust und Bauch
- 06 **Periphere arterielle Verschlusskrankheit**
Wenn die Arterien zunehmend verstopfen
- 08 **Carotisstenose**
Gefährliche Verengung der Halsschlagader
- 10 **Shuntchirurgie**
Passende Lösung für Nierenerkrankte
- 12 **Venengesundheit**
5 Tipps, wie Sie Venenleiden vorbeugen
- 13 **Übungen für gesunde Venen**
Bewegung unterstützt die Venenfunktion

RATGEBER UND SERVICE

- 14 **Tee mit Wirkung**
- 16 **Apropos Essen: Der Herbst-Hit Rote Beete**

FAMILIE UND KULTUR

- 18 **Kinderleicht erklärt:** Was sind Venen und Arterien?

FREIZEIT

- 20 **Herbstfeste aus aller Welt**
- 22 **Apropos Freizeittipp:** Basteln mit Herbstboten
- 23 *Stiftung Universitätsmedizin Aachen, Impressum*

APROPOS

Liebe Leserin, lieber Leser,

Probleme mit den Gefäßen oder dem Herzen sind für Betroffene oftmals eine große Belastung. Sie schränken Lebensqualität und Leistungsfähigkeit erheblich ein. Derlei Erkrankungen sind facettenreich, ihr Spektrum reicht von Bluthochdruck und Arteriosklerose über Verengungen der Halsschlagader bis hin zur peripheren arteriellen Verschlusskrankheit – im Volksmund gerne Schaufensterkrankheit genannt – oder dem Aneurysma der Bauchschlagader. Vor allem ältere Menschen sind davon betroffen, in Deutschland sind die Herz- und Gefäßkrankungen nach wie vor die häufigste Todesursache. Aber: Auch bei diesem Thema liegen Licht und Schatten ganz nah beieinander. Die moderne Herz- und Gefäßmedizin hat inzwischen ein außerordentliches Niveau erreicht. Ihren Fortschritten ist es zu verdanken, dass die Sterblichkeit bei diesen Erkrankungen und Eingriffen zurückgegangen ist. Ihren sinnfälligen Ausdruck hat diese Miteinander-Initiative von Fachspezialisten der Gefäß- und Herzmedizin im Hybrid-Operationssaal gefunden, in dem Experten beider Disziplinen gemeinsam daran arbeiten, Gefäße durchgängig zu machen, Bruchstellen zu schließen und so neue Optionen für Patientinnen und Patienten bieten, denen noch vor wenigen Jahren nicht mehr geholfen werden konnte. Unser Adergeflecht ist Auftakt einer spannenden Forschungsreise durch unseren Körper. Gern lade ich Sie ein, uns in diesem Heft auf dieser Reise ein Stück der Wegstrecke zu begleiten – Sie werden überrascht sein, wie vielfältig und facettenreich unser Gefäßsystem ist.

Viel Freude beim Lesen und Stöbern wünscht Ihnen



Prof. Dr. med.
Thomas H. Ittel

Ärztlicher Direktor der Uniklinik RWTH Aachen und Vorstandsvorsitzender der *Stiftung Universitätsmedizin Aachen*

Gefäßkrankungen

Früherkennung und Vorsorge

Unter Gefäßkrankungen, auch Angiopathie genannt, versteht man grundsätzlich die Erkrankung von arteriellen, venösen und lymphatischen Adern. Obwohl sie zu den häufigsten Erkrankungen in Deutschland zählen, werden sie oft vernachlässigt. apropos hat mit Univ.-Prof. Dr. med. univ. Christian Uhl, Direktor der Klinik für Gefäßchirurgie an der Uniklinik RWTH Aachen, über die verschiedenen Erkrankungen gesprochen.

Das menschliche Gefäßsystem setzt sich aus dem Blutgefäßsystem und dem Lymphgefäßsystem zusammen: Die Blutgefäße bilden ein komplexes Netzwerk aus großen und kleinen Gefäßen und transportieren das Blut – und damit Sauerstoff, Nährstoffe – durch den ganzen Körper, während die Lymphgefäße für den Abtransport der Lymphe aus dem Gewebe zurück in den venösen Blutkreislauf sorgen.

ARTERIELLE UND VENÖSE GEFÄSSERKRANKUNGEN

Das Blutgefäßsystem besteht aus Arterien und Venen, die sich über den gesamten Körper verteilen. Arterien dienen dem Transport des sauerstoffreichen Blutes vom Herzen in die verschiedenen Bereiche des Körpers, während Venen Blut zurück ins Herz liefern. Aufgrund der Gefäßkrankungen läuft dieser Prozess allerdings nicht mehr reibungslos.

Medizinerinnen und Mediziner unterscheiden bei den arteriellen Gefäßkrankungen zwischen Einengung und Erweiterung des Gefäßes. Eine der häufigsten Erkrankungen ist eine Arteriosklerose; eine „Verkalkung“ der Arterien. Diese entsteht, wenn sich über Jahre Fette und andere Schadstoffe in der mittleren und inneren Schicht der Gefäßwand einlagern.

„Diese Krankheit schreitet langsam voran und bleibt oft jahrelang unentdeckt“, erklärt Prof. Uhl. Im Laufe der Zeit werden die Blutgefäße immer enger und das Blut kann nicht mehr reibungslos hindurchfließen. Oft erst durch schwere Folgeerkrankungen wie Herzinfarkt, Herzenge, Schlaganfall oder Durchblutungsstörungen an den Beinen macht sich die Arteriosklerose auf sich aufmerksam. Deswegen sollten Patientinnen und Patienten diese Anzeichen ernstnehmen und bei Verdacht einen Arzt oder eine Ärztin aufsuchen. Es gibt einige wesentliche Faktoren, die zu dieser Krankheit führen: Bluthochdruck, Rauchen, Diabetes, hohe Cholesterinwerte im Blut und Übergewicht. Daher kann eine Lebensstiländerung dazu beitragen, eine Verschlimmerung zu verlangsamen.

Das tiefe Venensystem führt etwa 90 Prozent des Blutes zum rechten Herzen zurück. Prof. Uhl erklärt: „Im Unter-

schied zu Arterien ist die Wand der Venen deutlich dünner und elastischer, aber die Venen verfügen über Venenklappen. Diese sind ventilartige Strukturen der Venen, die in Zusammenarbeit mit der Muskelpumpe einen Rückfluss des Blutes verhindern, das heißt, sie lassen den Blutfluss ausschließlich in Herzrichtung zu.“

Bei einer Venenschwäche können die Venenklappen das Gefäß nicht mehr völlig verschließen und der Bluttransport zum Herz ist beeinträchtigt: Das Blut verstaubt sich in den vorgelagerten Venenabschnitten und die Venen dehnen sich immer weiter aus. Schon zu Beginn der Erkrankung spüren Betroffene verschiedene Symptome wie ziehende, krampfartige Schmerzen, Spannungsgefühle auf der Haut sowie Beinschwellungen (vor allem nach längerem Stehen oder Sitzen). Bei solchen Anzeichen sollten die Betroffenen ärztlichen Rat suchen, denn im fortgeschrittenen Stadium kann es zu Krankheiten wie Ulcus cruris (offenes Bein), chronisch venöser Insuffizienz, Krampfadern und Venenthrombose führen.

ERKRANKUNG DER LYMPHGEFÄSSE

Die Lymphgefäße sind über den ganzen Körper verteilt und dienen dem Transport der sich im Gewebe befindenden Flüssigkeit (Lymphe). Wie die Venen besitzen auch die großen Lymphgefäße Klappen, die ein Rückströmen der Lymphe verhindern. Ein Lymphödem ist eine oftmals erst spät erkannte chronische Erkrankung des Lymphsystems, bei der das Lymphgefäßsystem beschädigt ist und sich die Lymphflüssigkeit an einer oder mehreren Stellen im Körper staut.

Prof. Uhl führt aus: „Ein Lymphödem kann angeboren sein. Viel häufiger tritt es als Folge von Erkrankungen, Infektionen, Verletzungen oder nach der Behandlung einer anderen Grunderkrankung auf.“ Patientinnen und Patienten leiden an verschiedenen Beschwerden, beispielsweise Schmerzen, Schwellungen, Hautveränderungen und Spannungs- und Schweregefühl im betroffenen Bereich. Um das Risiko von Komplikationen zu minimieren, ist es wichtig, dass die Erkrankten diese Anzeichen erkennen und sich an einen Arzt oder eine Ärztin wenden. ■



AORTENANEURYSMA

Eine unbemerkte Gefahr in Brust und Bauch

Ist die Hauptschlagader, auch Aorta genannt, erheblich erweitert, liegt ein sogenanntes Aortenaneurysma vor. Droht es zu platzen, kann es für die Betroffenen lebensbedrohlich werden. Das Tückische: Die meisten ahnen nichts von der Gefahr, in der sie schweben. Denn Aneurysmen entwickeln sich langsam und zunächst ohne Symptome, weshalb sie oft unerkannt bleiben.

Die Aorta ist das größte Blutgefäß im menschlichen Körper. Sie transportiert das Blut vom Herzen durch den Brust- und Bauchbereich bis ins Becken. Von ihr führen Gefäße ab, die den gesamten Körper mit Sauerstoff und Nährstoffen versorgen. Seit Kurzem wird die Aorta aufgrund ihrer Bedeutung für den Körper sogar als eigenes Organ bezeichnet. Beim erwachsenen Menschen hat die Hauptschlagader in der Regel einen Durchmesser von 2,5 bis 3,5 Zentimeter und eine Länge von 70 bis 80 Zentimeter.

Allerdings kann es aufgrund verschiedener Ursachen zu einer krankhaften Gefäßerweiterung im Brustkorb oder Bauchraum kommen. „Je größer der Durchmesser, desto höher ist die Gefahr, dass das Aneurysma platzt“, weiß Univ.-Prof. Dr. med. univ. Christian Uhl, der seit Januar die Klinik für Gefäßchirurgie an der Uniklinik RWTH Aachen leitet.

MÄNNER SIND DEUTLICH HÄUFIGER BETROFFEN Das Schicksal, das bereits berühmte Persönlichkeiten wie Albert Einstein und Charles de Gaulle ereilte, teilen rund 250.000 Menschen in Deutschland. Jedes Jahr erkranken mehr als 30.000 Personen an einem Aortenaneurysma. Die meisten von ihnen sind älter als 65 Jahre alt. Dabei sind Männer deutlich häufiger betroffen als Frauen. Wie jedes Gewebe im Körper büßt auch unser größtes Blutgefäß mit zunehmendem Alter an Elastizität ein. Wie stark die Gefäßwand der Aorta letztlich verschleißt, hängt von der

individuellen Gesundheit ab. In den meisten Fällen ist eine ausgeprägte Arterienverkalkung, Arteriosklerose, die Ursache für ein Aortenaneurysma. Aber auch genetische Erkrankungen, Gewebeschwächen sowie bestimmte Infektionskrankheiten können die Entstehung eines Aneurysmas begünstigen.

WARNZEICHEN, AUF DIE SIE ACHTEN SOLLTEN In den meisten Fällen bereiten Aortenaneurysmen keine Beschwerden und werden daher nicht rechtzeitig erkannt. Erst mit zunehmendem Durchmesser des Blutgefäßes, wenn die sich ausdehnende Aorta auf benachbarte Organe, Nerven oder Muskeln drückt oder sich Blutgerinnsel bilden, erhöht sich die Wahrscheinlichkeit, dass Symptome auftreten. „Typisch sind starke Rückenschmerzen, stechende, anhaltende Schmerzen im unteren Bauch gefolgt von Verdauungsbeschwerden, Übelkeit, Schweißausbrüchen und einem schnellen Puls bis hin zum



Univ.-Prof. Dr. med. univ. Christian Uhl

Sekundentod“, so der Gefäßspezialist. Ist die Hauptschlagader auf Höhe des Brustkorbs erweitert, können neben Brustschmerzen auch Symptome wie Heiserkeit oder Schluckstörungen und Atemnot auftreten. „Meist wird ein Aneurysma im Rahmen einer anderen Untersuchung zufällig entdeckt“, verrät der Experte.

Die Diagnose kann durch spezielle bildgebende Verfahren wie eine Ultraschalluntersuchung des Bauches und des Herzens, eine Computertomographie (CT) oder eine Magnetresonanztomographie (MRT) bestätigt werden.

BEI AORTENRISS MUSS ES SCHNELL GEHEN Wohl in kaum einem anderen medizinischen Fall eignet sich der Vergleich zur tickenden Zeitbombe so gut, wie bei einem Aneurysma der Brust- und der Bauchschlagader. Denn in der Tat kann eine größere Aussackung der Gefäßwand der Aorta jederzeit lebensgefährlich werden, wenn sie platzt. In diesem Fall benötigen die Patientinnen und Patienten innerhalb weniger Minuten Hilfe, um nicht zu verbluten. Rechtzeitig erkannt, ist ein Aortenaneurysma gut behandelbar – sei es mittels endovaskulärer Therapie oder einer Operation. Die Wahl der Behandlung hängt unter anderem von der betroffenen Stelle des Aneurysmas, seiner Form beziehungsweise Größe sowie vom Alter und möglichen Vorerkrankungen des Patienten ab.

Zwar sind die konventionellen Operationsmethoden nach wie vor bei einigen Patientinnen und Patienten unentbehrlich, es zeigt sich jedoch ein eindeutiger Wandel in Richtung der endovaskulären Chirurgie. „Bei Letzterem führen wir über Punktionen der Leistenschlagader eine sogenannte Stentgraftprothese, eine Gefäßstütze, in die Arterie ein. Dieses mit einer undurchlässigen Membran umhülltes Drahtgeflecht, das die Aortenwand von innen verstärken soll, schieben wir langsam vor bis zu der ausgesackten Stelle. Dort fixieren wir den Stent, um die Schlagader zu schienen und das Aneurysma auszuschalten“, erklärt Prof. Uhl das minimal-invasive Vorgehen. Die Stentprothese nimmt den Druck von der Aorta und verhindert so die Ruptur.

Die endovaskuläre Behandlungsmethode kommt in nahezu 80 Prozent aller Fälle in unserer Klinik zum Einsatz“, so der erfahrene Mediziner. Ist das nicht

möglich, muss offen operiert werden. Hierbei wird der Brust- beziehungsweise Bauchraum von außen geöffnet, um die betroffene Stelle an der Aorta freizulegen. Je nach Ausdehnung der Pathologie wird die Operation mit oder ohne Herz-Lungenmaschine durchgeführt. Anschließend wird die defekte Stelle durch eine Kunststoffprothese vollständig ersetzt. Sowohl die offene chirurgische als auch die endovaskuläre Versorgung der Aorta sollte an einem spezialisierten Zentrum erfolgen, um für den Patienten die größtmögliche Expertise und Sicherheit zu bieten.

„In unserer Klinik bieten wir sowohl die endovaskuläre Behandlung als auch die offene Chirurgie der Aorta in der gesamten Bandbreite an, sodass wir für unsere Patientinnen und Patienten die individuell am besten geeignete Behandlungsmethode auswählen können“, betont Prof. Uhl.

KOMPLEXE AORTENCHIRURGIE ERFORDERT PRÄZISION, ERFABUNG UND MODERNE AUSSTATTUNG

Das Team der Gefäßchirurgie an der Uniklinik RWTH Aachen verfügt über eine langjährige Erfahrung in der endovaskulären und offenen Behandlung komplexer Aortenerkrankungen, zu denen neben Aortenaneurysmen unter anderem auch Aortendissektionen, also Einrisse der inneren Aortenwand, gehören. Die Aortenchirurgie stellt einen Schwerpunkt der Klinik dar. Durch fortgeschrittene Technik, hochmoderne Ausstattung, zu der ein Hybrid-Operationssaal gehört, und standardisierte Operationsverfahren sind Operationen an der Hauptschlagader zur Routine geworden, die die Aachener Gefäßchirurginnen und -chirurgen mit ausgezeichneten Ergebnissen durchführen. ■

Modernste Behandlungsverfahren

Diagnostik und Therapie erfolgen in einem hochspezialisierten, universitären Umfeld und werden in interdisziplinärer Zusammenarbeit durchgeführt. „Dank der engen Kooperation mit den Kolleginnen und Kollegen der Radiologie, Kardiologie, Herz- und Thoraxchirurgie können wir Erkrankungen von der Herzklappe bis in den Bauchraum sicher behandeln“, sagt der Gefäßchirurg. Für die Eingriffe steht in der Uniklinik RWTH Aachen ein hochmoderner Hybrid-Operationssaal zur Verfügung, in dem mithilfe modernster Verfahren der virtuellen und dreidimensionalen Navigation ein Höchstmaß an Präzision bei operativen sowie minimalinvasiven Behandlungsmethoden erfolgen kann.

Periphere arterielle Verschlusskrankheit: wenn die Körperarterien zunehmend verstopfen



© NVB Stocker - stock.adobe.com

Die periphere arterielle Verschlusskrankheit (pAVK) ist eine krankhafte Verengung der Schlagadern der Beine, in seltenen Fällen auch der Arme, die zu Durchblutungsstörungen führt. Die stark unterschätzte Gefäßkrankung wird im Volksmund auch als „Schaufensterkrankheit“ bezeichnet. Was es damit genau auf sich hat und wie man sie behandelt, erläutert Univ.-Prof. Dr. med. univ. Christian Uhl, Direktor der Klinik für Gefäßchirurgie an der Uniklinik RWTH Aachen.

In Deutschland leiden rund 10 bis 20 Prozent der Menschen über 60 Jahren unter einer Verengung der Becken- und Beinarterien, einer sogenannten peripheren Arteriellen Verschlusskrankheit (pAVK). Dabei lagern sich unbemerkt Kalk und Blutfette an den Gefäßwänden ab. Die Folge: Die Elastizität der Adern schwindet, die Gefäße verschließen sich allmählich. „Die Engpässe im Gefäß behindern den Blutfluss, sodass die betroffenen Körperteile nicht mehr ausreichend mit Sauerstoff versorgt werden“, erläutert Prof. Uhl die Folge.

URSACHE UND RISIKOFAKTOREN Hauptursache für dieses Krankheitsbild ist die sogenannte Arteriosklerose, also eine Verkalkung der Schlag-

adern, deren Entstehung durch eine Reihe von Risikofaktoren begünstigt wird. Dazu zählen neben genetischer Veranlagung und Alter vor allem Nikotinkonsum, Stress, Bewegungsmangel, Übergewicht, Diabetes, Bluthochdruck und Fettstoffwechselstörungen. „Die Wahrscheinlichkeit zu erkranken, steigt mit dem Alter. Zudem sind Männer stärker gefährdet als Frauen“, ergänzt der Gefäßexperte. Die Arteriosklerose führt aber nicht nur zu Durchblutungsstörungen in den Beinarterien, sondern auch in den Arterien des Herzens sowie des Gehirns. „Daher tragen Patientinnen und Patienten mit einer pAVK ein dreifach erhöhtes Risiko eines Schlaganfalls oder Herzinfarktes“, verdeutlicht Prof. Uhl.

ANZEICHEN UND BESCHWERDEN Anfangs verursacht die pAVK keine Symptome und Betroffene erfahren kaum Einschränkungen in ihrem Alltag. „Zu spürbaren Beschwerden kommt es meist erst, wenn eine Arterie hochgradig eingengt ist“, so der Mediziner. Patientinnen und Patienten leiden unter krampfartigen

Schmerzen in den Waden, Oberschenkeln, Füßen, dem Gesäß oder in den Armen. „Besonders bei körperlicher Belastung schmerzt die Beinmuskulatur so stark, dass Erkrankte nach einer bestimmten Gehstrecke immer wieder Pausen einlegen müssen – wie beim Schaufensterbummel, weshalb die Gefäßkrankung den einprägsamen Namen ‚Schaufensterkrankheit‘ trägt“, erklärt Prof. Uhl.

„Die Wahrscheinlichkeit zu erkranken, steigt mit dem Alter. Männer sind stärker gefährdet als Frauen.“

Mit zunehmendem Verlauf treten Schmerzen bereits im Ruhezustand auf, vor allem nachts, im vorderen Fuß und

in den Zehen. Auch offene Stellen, trockene Haut sowie nicht heilende Wunden können auf eine pAVK hinweisen. Das Problem: Gerade bei älteren Menschen wird all dies oftmals als Altersbeschwerde abgetan. „Ohne Behandlung drohen den Betroffenen im schlimmsten Fall eine Infektion bis hin zur Blutvergiftung und der Verlust des Beines“, warnt der Experte.

FRÜHERKENNUNG UND DIAGNOSTIK „Auch wenn noch keine Beschwerden bestehen, raten wir Menschen mit einem erhöhten Risiko für eine periphere arterielle Verschlusskrankheit, sich routinemäßig darauf

untersuchen zu lassen“, empfiehlt Prof. Uhl. Die Diagnose wird anhand einer ausführlichen Anamnese, einer gründlichen körperlichen Untersuchung inklusive Gehstest, Beurteilung der Hautverhältnisse, Erhebung des Pulsstatus sowie der Messung des Knöchel-Arm-Index (ABI) gestellt. „Bei Letzterem messen wir mit einer Blutdruckmanschette und eventuell einer Ultraschall-Dopplersonde den Blutdruck an den Oberarmen und Beinknöcheln. Unerlässlich ist auch die Durchführung einer Ultraschalluntersuchung. Dadurch können für den Patienten völlig schmerzfrei die Verengungen und Verschlüsse dargestellt und die Restdurchblutung an der betroffenen Extremität bestimmt werden. So lässt sich mit hoher Treffsicherheit feststellen, ob eine Durchblutungsstörung vorliegt und wie schwer die Erkrankung ist“, erklärt der Klinikdirektor das Vorgehen. Ergänzende Methoden zur Darstellung von Gefäßen sind die Computertomographie (CT), also die CT-Angiographie oder die Kernspintomographie, die MR (Magnetresonanz)-Angiographie. „Diese bildgebenden Verfahren nutzen wir, um die Art der Behandlung zu planen“, erklärt Prof. Uhl.

VIelfältige Behandlungsmöglichkeiten Bei der Therapie der peripheren arteriellen Verschlusskrankheit steht neben speziellen Maßnahmen zur Beseitigung der Symptome vor allem die Behandlung der Risikofaktoren an erster Stelle, um einer weiteren Verengung der Arterien vorzubeugen. Ein gesunder Lebensstil ist hierbei ein ganz wesentlicher Faktor. Ist die Durchblutungsstörung noch nicht weit vorangeschritten, kann ein gezieltes und konsequentes Gehtraining zu einer deutlichen Verbesserung der Beschwerden beitragen. Zusätzlich erhalten Patientinnen und Patienten Medikamente, um einer Blutgerinnselbildung entgegenzuwirken. Verschaffen diese konservativen Maßnahmen keine ausreichende Linderung der Beschwerden, kommen minimalinvasive Eingriffe infrage. „Bei dieser sehr schonenden Methode schieben wir über einen kleinen Einstich in der Leiste einen Ballonkatheter zu der verengten Arterie vor. Dort wird der Ballon aufgeblasen, die Kalkablagerungen an die Gefäßwand gedrückt und somit das Gefäß erweitert“, erklärt der Chirurg. In manchen Fällen ist das zusätzliche Einsetzen einer Gefäßstütze, eines sogenannten Stents, erforderlich.

Zum Weiterschauen

Im Video liefert Univ.-Prof. Dr. med. univ. Christian Uhl die wichtigsten Antworten zum Thema pAVK.



OPERATION STELLT DURCHBLUTUNG WIEDER HER

Bei Erkrankten im weit fortgeschrittenen Stadium mit Ruheschmerzen oder Wundheilungsstörungen muss eine sofortige gefäßmedizinische Therapie erfolgen. Stößt das Katheterverfahren an seine Grenzen, stellt die offene chirurgische Operation die beste Möglichkeit dar, um die Durchblutung in den Extremitäten wiederherzustellen. „Zur Auswahl stehen viele verschiedene Verfahren. Neben dem Ausschälen des Kalkes aus dem Gefäß können wir mittels körpereigener Vene oder einem künstlichem Gefäß, einem sogenannten Bypass, verschlossene Blutgefäße überbrücken.“ ■



Moderne Medizin und fachübergreifende Expertise

Bei der Auswahl der Therapieoption gilt es, das Beste, individuell auf die Bedürfnisse des Patienten abgestimmte Verfahren zu finden. „Hierfür bieten wir in unserer Klinik sowie in enger Zusammenarbeit mit der Klinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie alle modernen Behandlungsmethoden der Schaufensterkrankheit an und beraten ausführlich über die im Einzelfall sinnvollen Therapieoptionen, um gemeinsam mit der Patientin oder dem Patienten das Behandlungskonzept festzulegen“, so Prof. Uhl.



© tong2530 - stock.adobe.com

So können Sie Ihr Risiko senken:

- Regelmäßige Bewegung
- Ausgewogene Ernährung
- Übergewicht vermeiden bzw. reduzieren
- Ausreichende Flüssigkeitszufuhr
- Nicht rauchen
- Korrekte Einstellung des Blutzuckers
- Normalisierung des Bluthochdrucks
- Erhöhte Cholesterinwerte senken
- Stress reduzieren
- Vorsorgeangebote wahrnehmen



Carotisstenose:

Schlaganfallgefahr durch verengte Halsschlagader

Eine Verengung der Halsschlagader ist gefährlich, denn dieses Gefäß versorgt das Gehirn mit Blut. Je nach Schweregrad ist das Risiko, einen Schlaganfall zu erleiden, stark erhöht. Doch lässt sich das vermeiden? In gewisser Weise schon, meint Priv.-Doz. Dr. med. Alexander Gombert, Leitender Oberarzt in der Klinik für Gefäßchirurgie an der Uniklinik RWTH Aachen.

Jährlich erleiden rund 270.000 Menschen in Deutschland einen Schlaganfall. Bei etwa jedem neunten Betroffenen ist die Ursache eine Verengung oder ein Verschluss der inneren Halsschlagader (Arteria carotis). Medizinerinnen und Mediziner sprechen dann von einer sogenannten Carotisstenose. „Hauptursache ist eine Arteriosklerose, bei der sich die Arterien durch Kalk, Fette, Bindegewebe und Blutgerinnsel zunehmend verengen und ihre Elastizität verlieren“, erläutert Dr. Gombert. Das Resultat ist eine Minderdurchblutung des Gehirns. Zwar ist die Verkalkung von Gefäßen ein alterungsbedingter,

natürlicher Prozess; dennoch gibt es Faktoren, die eine Carotisstenose begünstigen. Dazu zählen Rauchen, Übergewicht, erhöhte Blutfettwerte, Diabetes und Bluthochdruck.

„Demnach hat der Lebensstil einen großen Einfluss auf die Krankheitsentstehung.“

ERSTE ANZEICHEN ERNST NEHMEN
Die Carotisstenose verläuft meist lange Zeit ohne Symptome, was sie umso gefährlicher macht. Erste Warn-

zeichen einer verengten Halsschlagader können Sehstörungen mit plötzlicher, vorübergehender Blindheit auf einem Auge, Schwindel, Lähmungen und Taubheit in Gesicht, Armen und Händen sowie Sprachstörungen sein. „Bei solchen Anzeichen sollten Betroffene umgehend einen Arzt aufsuchen“, warnt der Mediziner.

ULTRASCHALLUNTERSUCHUNG GIBT AUFSCHLUSS
Zur genauen Abklärung werden bildgebende Verfahren durchgeführt, mit denen sich eine Carotisstenose sicher diagnostizieren lässt. „Mittels Ultraschalluntersuchung, der farb-



Priv.-Doz. Dr. med. Alexander Gombert

kodierten Duplexsonographie, können wir sowohl den Blutfluss als auch die Gefäßwand beurteilen und innerhalb weniger Minuten eine durch Kalkablagerungen entstandene Verengung der Halsschlagader nachweisen“, so der erfahrene Oberarzt. Verhärtet sich der Verdacht auf eine relevante Einengung der Halsschlagader, werden ergänzende Untersuchungen des Gehirns wie eine Magnetresonanztomographie oder eine Computertomographie durchgeführt.

„Leitliniengerecht besteht eine Therapieindikation bei asymptomatischen Stenosen ab einem Stenosegrad von 80 Prozent, bei symptomatischen Stenosen bereits ab 50 Prozent“, rät Dr. Gombert. Eine begleitende medikamentöse Therapie zur Minimierung arteriosklerotischer Gefäßveränderung mittels Thrombozytenaggregationshemmung, einem Blutfettwertsenker sowie die Einstellung des Blutdrucks werden in Absprache mit dem betreuenden Hausarzt beziehungsweise der betreuenden Hausärztin empfohlen.

INTERDISZIPLINÄRE THERAPIE-ENTSCHEIDUNG
Um die Patientinnen und Patienten optimal zu betreuen, arbeiten die Gefäßchirurginnen und -chirurgen an der Uniklinik RWTH Aachen eng mit den Kolleginnen und Kollegen der Neurologie sowie der Neuroradiologie zusammen. Die offene Operation stellt nach wie vor den Goldstandard in der Behandlung von Carotisstenosen dar, bei der die Halsschlagader über einen kleinen Schnitt am Hals freigelegt und die Verkalkung aus dem Gefäßbett entfernt wird. Der Verschluss des Gefäßes erfolgt mittels eines kleinen Flickens, auch Patch genannt.

„Sowohl die Operation als auch die interventionelle Behandlung mittels Stent-Implantation führen wir an der Uniklinik RWTH Aachen routinemäßig durch. Während des chirurgischen Eingriffs wird die Gehirnfunktion kontinuierlich überwacht, um mögliche Durchblutungsstörungen rechtzeitig zu erkennen“, versichert Dr. Gombert. „Da die Entscheidung, wie die Behandlung der Halsschlagaderverengung am besten erfolgt, von vielen Faktoren abhängig ist, sollte sie individuell und mit der Erfahrung und

Zahlen, Daten und Fakten



Die Halsschlagader heisst medizinisch „Arteria carotis“.

Rund 40.000 Schlaganfälle werden durch **Einengungen (Stenosen) oder Verschlüsse der Halsarterien** verursacht.



In Deutschland erleiden jährlich **270.000 Menschen** einen **Schlaganfall**.

Häufigste Ursache für eine solche Verengung ist eine **Arterienverkalkung (Arteriosklerose)**.



Im Vergleich zu Frauen sind **Männer** ungefähr **doppelt so oft** betroffen.

Ab dem **65. Lebensjahr** steigt die Häufigkeit von Stenosen der inneren Halsschlagader auf **sechs bis acht Prozent**, ab dem **70. Lebensjahr** sogar bis auf **15 Prozent**.

Neben dem Lebensalter sind **Bluthochdruck, Rauchen, erhöhte Blutfettwerte sowie Diabetes** weitere wichtige **Risikofaktoren**.



Expertise aller drei Fachabteilungen getroffen werden“, rät der Gefäßexperte. Die Aachener Spezialistinnen und Spezialisten verfügen über langjährige Erfahrung und Kompetenz in der Diagnosestellung, Behandlung und Verlaufskontrolle der Carotisstenose. ■

In guten Händen

Shuntchirurgie: für jeden Nierenerkrankten die passende Lösung

Mehr als 80.000 Patientinnen und Patienten in Deutschland sind aufgrund von Nierenerkrankungen auf eine dauerhafte Dialyse (Blutwäsche) angewiesen. Damit diese lebenswichtige Nierenersatztherapie problemlos und ohne starke Belastung für die Betroffenen durchgeführt werden kann, ist ein gut funktionierender Dialyse- beziehungsweise Gefäßzugang von entscheidender Bedeutung. Und genau hier kommt die Shuntchirurgie zum Einsatz. Was sie kann und wie sie nützt, erfahren Sie nachfolgend.

Bei unzureichender oder gar fehlender Nierenfunktion kommt es zu einer stark verminderten Harnausscheidung. Das bedeutet: Giftstoffe der Stoffwechselprodukte und andere schädliche Substanzen im Blut werden nicht mehr ausreichend ausgeschieden. Patientinnen und Patienten sind dann auf eine regelmäßige Entgiftung per Blutwäsche, im Fachjargon auch Hämodialyse genannt, angewiesen.

Für dieses Verfahren ist ein Gefäßzugang erforderlich, über den das Blut aus dem Körper in eine Maschine gepumpt, dort gereinigt und anschließend wieder dem Körper zugeführt wird. Da die natürlichen Venen dafür nicht ausreichen, benötigen Nierenerkrankte einen dauerhaften Zugang, einen sogenannten Shunt.

SHUNTCHIRURGIE AN DER UNIKLINIK RWTH AACHEN

Ein Dialyse-Shunt ist eine künstlich, chirurgisch angelegte Querverbindung zwischen zwei normalerweise voneinander getrennten Blutgefäßen – einer Schlagader (Arterie) und einer Vene. Hierdurch wird ein hoher Blutfluss aus der Arterie in die Vene umgeleitet. Die dadurch erhöhte Druckbelastung der Vene erzeugt eine Verdickung und Stabilisierung der Venenwand mit gleichzeitiger Erweiterung der Vene, sodass sie im Rahmen der lebenswichtigen Nierenersatztherapie regelmäßig und komplikationslos punktiert werden kann.

Die Shuntchirurgie stellt ein Teilgebiet der Klinik für Gefäßchirurgie an der Uniklinik RWTH Aachen dar. Mehrmals pro Woche führen die

erfahrenen Gefäßchirurginnen und -chirurgen die Eingriffe operativ oder interventionell durch. Dank einer engen interdisziplinären Kooperation mit Spezialistinnen und Spezialisten aus der Nephrologie und Radiologie unter einem Dach erhalten nierenkranke Patientinnen und Patienten hier eine optimale sowie individuelle Betreuung und Behandlung.

UMFASSENDES LEISTUNGSSPEKTRUM

Als überregionale Anlaufstelle umfasst das Leistungsspektrum der Klinik für Gefäßchirurgie an der Uniklinik RWTH Aachen den gesamten Bereich der Shuntchirurgie. Dazu zählen neben der Erstanlage eines Shunts die Erweiterung oder Wiedereröffnung von verengten oder verschlossenen Dialysezugängen (Revisionsingriffe),

Aufdehnungen von Engstellen mittels Ballonkatheter (Shunt-Angioplastie), die Anlage von Dialyse-Vorhofkathetern sowie sogenannter Gefäßersatzshunts mittels Prothesen.

SHUNTSPRECHSTUNDE: INDIVIDUELLE LEBENSQUALITÄT STEHT IM VORDERGRUND

Das Team verfügt über langjährige Erfahrung und eine umfassende Expertise, und kann daher auch in oftmals komplexen Situationen erfolgsversprechende Behandlungsmöglichkeiten anbieten. Welches Verfahren sich im Einzelfall für den Patienten beziehungsweise die Patientin eignet, hängt von verschiedenen Faktoren ab und wird in einem ausführlichen, persönlichen Gespräch im Rahmen der Sprechstunde mit den Fachärztinnen und Fachärzten individuell erörtert.

Kontakt:

Die Klinik für Gefäßchirurgie an der Uniklinik RWTH Aachen bietet Sprechstunden zu verschiedenen Krankheitsbildern an.

Zur Anmeldung nutzen Sie bitte das Online-Formular auf der Website:



EINFACH
QR-CODE SCANNEN!

Shunt- sprechstunde

Um bei einer elektiven Shunt-Erstanlage eine optimale Ausreifung des Dialysezugangs zu gewährleisten, sollte die Planungsphase gründlich und sorgfältig verlaufen und die operative Shuntanlage frühzeitig erfolgen.

Für primäre Shunt-Anlagen oder Shunt-Revisionen können Patientinnen und Patienten in der Shuntsprechstunde in der Klinik für Gefäßchirurgie an der Uniklinik RWTH Aachen vorstellig werden.

Dort findet die präoperative Diagnostik und die interdisziplinäre OP-Planung sowie Terminierung eines ambulanten oder stationären Aufenthaltes statt. Bestehende Dialysezugänge können ebenfalls in der Shuntsprechstunde kontrolliert und beurteilt werden.

Unser Leistungsspektrum:

Diagnostik

- Präoperative Sonographie
- Postoperative Farbduplexsonographie
- Radiologische Untersuchungen
- Alle erforderlichen Untersuchungen inklusive Blutabnahme und Aufklärungen

Therapiemöglichkeiten

- Anlage von autologen arteriovenösen Venen
- Endovaskuläre Shuntanlage
- Anlage von zentralvenösen Kathetern
- Operative Revisionen

Venengesundheit

5 Tipps, wie sie Venenleiden vorbeugen

Es gibt viele Risikofaktoren für eine Venenschwäche: das Lebensalter, genetische Veranlagung und Übergewicht. Außerdem sind Frauen mit ihrem weichen Bindegewebe häufiger betroffen als Männer. In der Schwangerschaft ist das Risiko zusätzlich erhöht. Zudem können Hormone, Alkohol, Wärme und bestimmte Medikamente zur Erweiterung der Gefäße führen und Krampfadern begünstigen. Sie können allerdings auch vieles tun, um Venenleiden vorzubeugen. Vor allem Bewegung ist wichtig. Hier zählt: viel laufen und gehen, wenig sitzen und stehen! *apropos* hat die besten Tipps für Sie gesammelt:

1 LANGES SITZEN ODER STEHEN VERMEIDEN

Vermeiden Sie langes Sitzen oder Stehen in einer Position, da dies den Blutfluss in den Beinen beeinträchtigen kann. Falls Sie doch länger sitzen oder stehen müssen, legen Sie regelmäßige Pausen ein, um sich zu bewegen und die Beine zu entlasten. Auch ein Strecken der Beine im Sitzen kann schon helfen.

2 IN BEWEGUNG BLEIBEN

Bewegungsmangel ist der häufigste Grund für eine Erkrankung an den Venen. Deswegen hilft regelmäßiger Sport dabei, Venenleiden zu verhindern. Durch die körperliche Aktivität wird die Durchblutung in den Beinen gefördert und das Risiko von Venenerkrankungen reduziert.

Empfehlenswert sind insbesondere Ausdauersportarten wie Radfahren, Schwimmen oder Walken. Wichtig: Tragen Sie bequeme Schuhe mit ausreichender Dämpfung und Unterstützung für Ihre Füße. Auch wichtig: Zuhause gerne barfuß oder auf Socken laufen.

3 BEINWELLNESS

Tun Sie Ihren Beinen etwas Gutes, indem Sie öfters mal die Füße und Beine hochlegen, um den Blutfluss zurück zum Herzen zu unterstützen und Schwellungen zu reduzieren. Massagen mit einer kühlenden Lotion helfen, die Muskeln zu entspannen und die Durchblutung zu fördern. Auch Kneippanwendungen haben sich bewährt: Dazu werden die Beine abwechselnd mit warmem und kaltem Wasser übergossen. Man beginnt mit dem warmen Guss, vom rechten Fuß ausgehend über die Außenseite der Wade bis zur Mitte des Oberschenkels. Langsam über die Beinrückseite nach innen gleiten und das Wasser an der Innenseite entlang wieder nach unten bis zur Ferse führen. Anwendung beim linken Bein wiederholen, dann das Ganze mit kaltem Wasser wiederholen. Regelmäßige venengymnastische Übungen unterstützen die Blutzirkulation zusätzlich. Ein paar effektive Übungen haben wir Ihnen auf Seite 13 zusammengestellt.

4 KOMPRESSIONSSTRÜMPFE

Zugegeben, sie sind nicht das bequemste Kleidungsstück, doch Kompressionsstrümpfe können die

Durchblutung in den Beinen merklich verbessern und reduzieren Schwellungen. Sie können sogar die Entstehung von Krampfadern oder anderen Venenleiden aktiv verhindern. Achten Sie beim Kauf auf die richtige Größe. Am besten lässt man sich in einem Sanitätshaus beraten.

5 GESUNDER LEBENSSTIL

Ein gesunder Lebensstil wirkt sich auf vieles positiv aus – auch auf die Venengesundheit. Dazu zählen eine gesunde, ausgewogene Ernährung mit viel Gemüse und Obst, ballaststoffreichen Lebensmitteln und guten Fetten. Trinken Sie ausreichend Wasser, um die Fließeigenschaften des Blutes zu verbessern und die Bildung von Blutgerinnseln zu verhindern. Halten Sie auch Ihr Gewicht oder nehmen Sie bei Bedarf sogar ab. Ein gesundes Körpergewicht trägt dazu bei, den Druck auf die Venen zu reduzieren. Verzichten Sie auf Nikotin und Alkohol. Sie schädigen die Blutgefäße und erhöhen das Risiko von Venenerkrankungen.

Zum Weiterlesen

Viele weitere Infos zum Thema Gefäßgesundheit finden Sie auf unserem *apropos*-Patientenportal unter:

www.apropos-gesund.de



Übungen für GESUNDE VENEN

Ausreichend Bewegung und gezielte Gymnastikübungen der Beinmuskulatur können Venenerkrankungen nicht nur effektiv vorbeugen, sondern auch den Verlauf bereits bestehender Erkrankungen verbessern. Eine kraftvolle Beinmuskulatur unterstützt die Venen beim Rücktransport des Blutes aus den Beinen zum Herzen. *apropos* hat für Sie acht Übungen gesammelt, mit denen Sie Ihren Blutkreislauf ganz einfach in nur wenigen Minuten in Schwung bringen können.

ÜBUNG 1: FÜSSE HOCHZIEHEN

Setzen Sie sich auf die vordere Fläche Ihres Stuhls. Achten Sie darauf, dass Ihr Rücken dabei gerade ist, die Beine sollten sich in einem 90-Grad-Winkel befinden. Heben Sie dann beide Füße gleichzeitig an, sodass Ihre Fußspitze den Boden berührt. Setzen Sie die Fersen anschließend wieder ab und wiederholen Sie die Übung 10 bis 20 Mal. Sie können die Übung auch variieren, in dem Sie abwechselnd mit den linken und rechten Zehen auf den Boden tippen.

ÜBUNG 2: SITZFAHRRAD

Auch diese Übung können Sie ganz einfach im Sitzen durchführen. Am besten rutschen Sie dafür wieder auf die vordere Hälfte des Stuhls. Heben Sie beide Beine an und bewegen Sie Ihre Beine und Füße so, als ob Sie in die Pedale treten.

ÜBUNG 3: BEINE STRECKEN

Setzen Sie sich für diese Übung weiter auf Ihrem Stuhl nach hinten, sodass Sie mit dem Rücken die Lehne berühren. Halten Sie sich mit den Händen hinter dem Rücken am Stuhl fest und strecken Sie Ihre Beine gerade nach vorne aus. Senken Sie sie wieder auf den Boden ab und wiederholen Sie die Übung 10 bis 15 Mal.

ÜBUNG 4: FUSSKREISE

Legen Sie sich auf eine gemütliche Unterlage, zum Beispiel eine Yogamatte oder einen weichen Teppich. Positionieren Sie sich auf dem Rücken, die Arme liegen ausgestreckt neben dem Oberkörper. Ein Bein stellen Sie auf, das andere strecken Sie gerade in die Luft. Zeichnen Sie mit dem ausgestreckten Bein einen Kreis und wiederholen Sie die Einheit mit jeder Seite zehn Mal.

ÜBUNG 5: ACHT MALEN

Eine weitere Übung, die Sie gut im Sitzen durchführen können: Strecken Sie Ihr Bein aus und zeichnen Sie mit Ihrer linken oder rechten Fußspitze abwechselnd eine Acht in die Luft. Pro Seite 10 Mal wiederholen.

ÜBUNG 6: ZEHENSPITZEN AKTIVIEREN

Stellen Sie sich hin und achten Sie dabei darauf, dass Ihre Füße möglichst eng beieinanderstehen. Gehen Sie dann mit beiden Füßen gleichzeitig auf die Zehenspitzen und setzen diese langsam wieder ab. Ideal sind 20 Wiederholungen. Sie können die Trainingseinheit auch variieren, indem Sie sich abwechselnd mit dem linken und dem rechten Fuß auf die Zehenspitzen stellen. Wenn Sie Probleme mit dem Gleichgewicht haben, können Sie sich an einem Stuhl oder einer Wand abstützen.

ÜBUNG 7: STORCHENGANG

Ausgangsposition für diese Übung ist ebenfalls ein aufrechter Stand. Bei jedem Schritt winkeln Sie Ihr Knie jeweils im 90 Grad-Winkel an. Zehn Wiederholungen pro Bein.

ÜBUNG 8: KNIEBEUGEN

Auch diese sehr bekannte Übung ist ideal für die Beinmuskulatur – und damit für unsere Venen! Stellen Sie sich schulterbreit hin und achten Sie auf einen geraden Rücken. Beugen Sie anschließend Ihre Knie und gehen so weit wie möglich in die Hocke. Drehen Sie Ihre Knie während dieser Bewegung leicht nach außen. Achten Sie darauf, diese nicht über die Zehenspitzen zu strecken. Kopf und Rücken sollten dabei in einer geraden Linie bleiben. Wiederholen Sie die Einheit 20 Mal.



TEE

MIT WIRKUNG

© ricka_kinamoto – stock.adobe.com

Jetzt im Herbst schmeckt er besonders gut: Ein feiner Tee – egal ob nach einem Waldspaziergang oder abends zum Relaxen. Viele Teesorten haben eine Wirkung auf die Gesundheit, weshalb man sie mit Umsicht genießen sollte. Wer sich und seinen Körper kennt, kann die wohltuende Wirkung voll auskosten.

GRÜNER TEE

Grüner Tee ist reich an Antioxidantien, die helfen können, Entzündungen im Körper zu reduzieren und das Risiko für verschiedene Krankheiten wie Herzkrankheiten und Krebs zu senken.



© akaomayo – stock.adobe.com

PFEFFERMINZTEE

Pfefferminztee hat eine beruhigende Wirkung auf den Magen-Darm-Trakt und kann bei Verdauungsbeschwerden wie Blähungen, Krämpfen und Übelkeit helfen.



© Siravich – stock.adobe.com



LAVENDELTEE

Lavendeltee wird oft zur Entspannung und Beruhigung des Nervensystems verwendet. Schlaflose Nächte sollen verschwinden, Stress wird abgebaut und die Stimmung verbessert.

© LiliGraphie – stock.adobe.com

HIBISKUSTEE

Hibiskustee ist reich an Vitamin C und Antioxidantien, die das Immunsystem stärken und die Gesundheit von Herz und Gefäßen unterstützen können.



© Tetiana – stock.adobe.com

BRENNESSELTEE

Brennesseltee ist reich an Vitaminen und Mineralstoffen und unterstützt bei der Entgiftung des Körpers, fördert die Verdauung und lindert Entzündungen.



© Olegid – stock.adobe.com

SCHAFGARBENTEE

Schafgarbentee kann bei Menstruationsbeschwerden, Magen-Darm-Beschwerden und bei der Wundheilung helfen. Er hat auch entzündungshemmende und krampf lösende Eigenschaften.



© gunzex.png and bg.png – stock.adobe.com

INGWERTEE

Ingwertee hat entzündungshemmende und antibakterielle Eigenschaften und kann bei der Linderung von Magenbeschwerden, Übelkeit und Erkältungssymptomen helfen.



© Olesia – stock.adobe.com

SALBEITEE

Gurgeln mit Salbeitee wirkt gegen Halsschmerzen und Entzündungen im Mundraum. Auch zur Unterstützung der Verdauung wird er eingesetzt.



© behave – stock.adobe.com

SCHACHTELHALMTEE

Der Schachtelhalm ist eine in Europa und Asien weit verbreitete Heilpflanze, die bei zahlreichen körperlichen Beschwerden hilft – zum Beispiel bei Harnwegserkrankungen und rheumatischen Beschwerden.



© Marina Lohrbach – stock.adobe.com

HAGEBUTTENTEE

Der Klassiker in der Jugendherberge. Das liegt wohl auch daran, dass Hagebutten reich an den Vitaminen C und E sind und ganz hervorragend bei Erkältungen helfen.



© Tim UR – stock.adobe.com

SO ROT, SO GUT

DER HERBST-HIT ROTE BETE



© vitals – stock.adobe.com

KAUF UND LAGERUNG

Rote Bete gibt es frisch natürlich beim Bauern oder auf dem Markt, im Supermarkt ist sie meist vorgekocht und **vakuuiert** zu bekommen. Sie ist aber auch ein beliebtes Gemüse für den Anbau im eigenen Garten.

Frische rote Bete sollte **kühl, trocken und dunkel** – am besten im Kühlschrank – gelagert werden. Dort hält sie sich rund eine Woche. Wer die Rübe einfrieren möchte, muss sie vorher kochen.

TOLLE KNOLLE

Die rote Bete gehört zu den Rüben und ist ein typisches Herbst- und Wintergemüse. Sie hat von September bis März Saison.

Rote Bete enthält nur 40 Kilokalorien pro 100 Gramm und ist reich an **Vitaminen und Mineralstoffen**.

Unter anderem überzeugt sie durch einen hohen Gehalt an **Beta-Carotin**, Vitamin C und Folsäure.

VERARBEITUNG

Zwar kann die rote Bete auch roh gegessen werden, doch wird die sie in der Regel vor der Weiterverarbeitung und dem Verzehr zunächst **gekocht**.

Dazu säubert man die Knolle und kocht sie für circa 30 Minuten in Salzwasser. Die Schale sollte möglichst unversehrt sein, da die Bete sonst ihre Farbe verliert. Nach dem Abkühlen schält man sie am besten mit **Handschuhen**, da der Saft stark abfärbt.

Gegen Flecken in der Kleidung hilft Zitronensaft.

AUS DEM OFEN

Ganz hervorragend schmeckt rote Bete aus dem Ofen. Dafür vier Knollen schälen und in Stücke schneiden und in einer **Auflaufform** verteilen. Gehackte Walnusskerne, grob zerbröckelten **Schafskäse** und Thymian darüber geben. Butterflocken (zum Beispiel Knoblauchbutter) oder Olivenöl hinzufügen. 40 Minuten bei 200 Grad Celsius backen.

NEBENWIRKUNG

Nach dem Verzehr von roter Bete verfärbt sich manchmal der **Urin rosa** bis rot. Und auch der Stuhlgang kann eine rötliche Farbe annehmen. Das liegt am Beta-Carotin und ist **kein Grund zur Sorge**. Der Farbstoff der Knolle kann vom Körper nicht ganz abgebaut werden und wird auf diesem Wege ausgeschieden.

Nach einigen Tagen verschwindet die rote Färbung wieder.

Gewinnspiel

apropos verlost 2x einen „Wünsch-Dir-Was“-Gutschein im Wert von 25 Euro, den Sie in über 100 Onlineshops und 3.000 Filialen einlösen können. Zum Teilnehmen beantworten Sie einfach die Gewinnspielfrage:

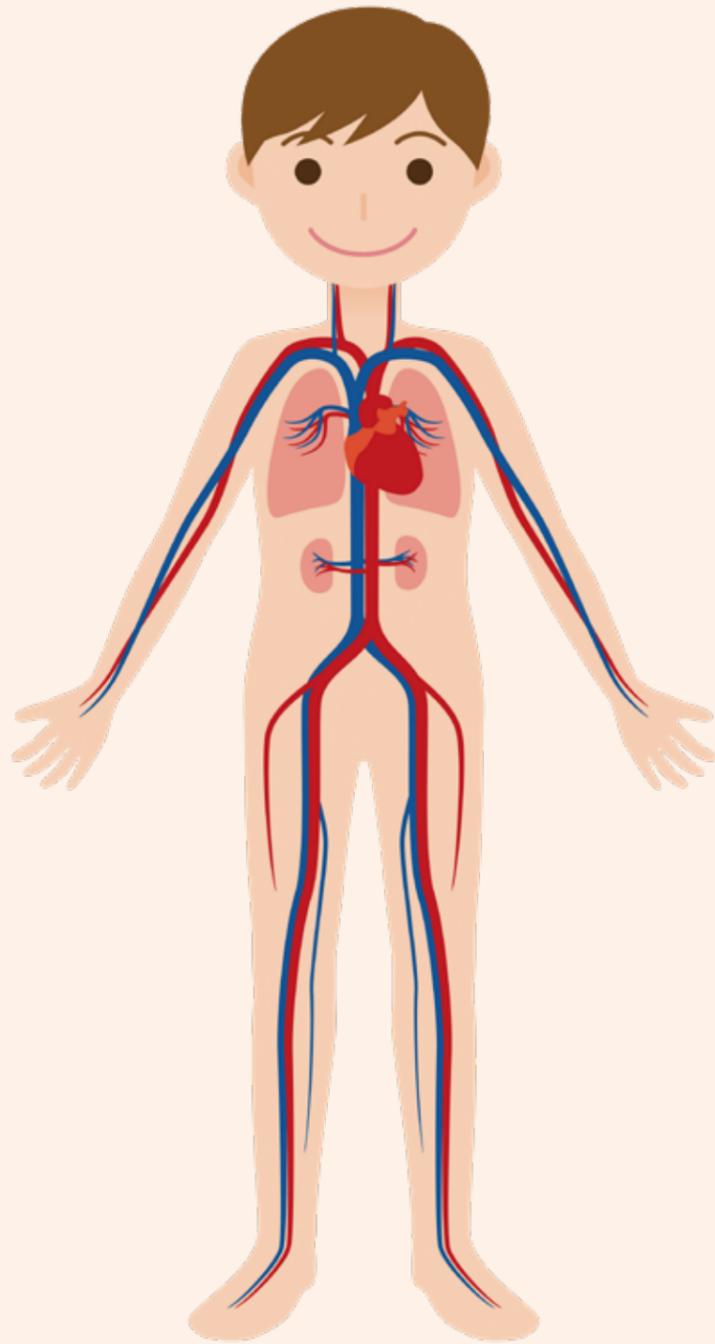
Wie wird die Halsschlagadern von Medizinerinnen und Medizinern noch genannt?

Senden Sie die richtige Antwort mit dem Betreff „apropos gesund“ per E-Mail an aproposgewinnspiel@ukaachen.de

oder auf einer Postkarte an:
Uniklinik RWTH Aachen
Stabsstelle Kommunikation
Pauwelsstraße 30, 52074 Aachen

Einsendeschluss ist der 10. Januar 2025.

Viel Glück!



Was sind Venen und Arterien?

Unser Körper ist durchzogen von Blutgefäßen. Hier erfahrt ihr, was ihre Aufgaben sind und wie sie sich unterscheiden.

Unser Herz hat die Aufgabe, das Blut durch den Körper zu pumpen. Mit jedem Herzschlag gelangt Blut durch die Blutgefäße in die einzelnen Körperteile – wie die Muskeln und das Gehirn. So wird unser Körper mit lebensnotwendigem Sauerstoff und Nährstoffen versorgt. Die Zusammenarbeit zwischen dem Herzen und den Blutgefäßen nennt man auch Herz-Kreislauf-System. Eine wichtige Aufgabe in diesem Kreislauf haben die Arterien und Venen.

Der Blutkreislauf des Menschen besteht aus zwei Teilen: dem Körperkreislauf und dem Lungenkreislauf. Beim Körperkreislauf fließt das Blut vom Herzen in die einzelnen Körperteile. Der Lungenkreislauf ist dafür da, das Blut wieder zurück zum Herzen und anschließend in die Lunge zu leiten.

ARTERIEN

Für den Körperkreislauf spielen die Arterien eine wichtige Rolle: Sie sind die Adern, die das Blut vom Herzen in die einzelnen Körperteile transportieren. Sie werden auch Schlagadern genannt. Wenn man seinen Finger auf das Handgelenk legt, kann man in ihnen den Puls spüren. Die größte Arterie ist die Hauptschlagader, sie wird auch Aorta genannt. Sie hat ihren Anfang in der linken Herzkammer und ist ungefähr 30 bis 40 Zentimeter lang.

Die Blutgefäße sind so ähnlich aufgebaut wie ein Baum: Die Aorta ist

der Stamm, von dem dicke Arterien-Äste abgehen. Sie teilen sich immer weiter in kleinere Zweige auf. Die sogenannten Arteriolen sind noch kleiner als Arterien. Ihr Durchmesser liegt bei unter 0,1 Millimetern. Zum Vergleich: So dünn ist ein Blatt Papier! Über die vielen Äste gelangt das Blut schließlich in die kleinsten Gefäße am Ende der Zweige. Man nennt sie Haargefäße oder Kapillaren. Hier wird das Blut, das den Sauerstoff transportiert, an den Körper abgegeben.

VENEN

An dieser Stelle kommen die Venen ins Spiel: Sie sammeln das verbrauchte, sauerstoffarme Blut wieder ein und leiten es zum Herzen zurück. Das Blut fließt aus den Kapillaren in die kleinsten Gefäße der Venen. Die nennt man auch Venolen. Die Venolen verzweigen sich dann wieder zu größeren Äderchen, den Venen. Die Venen sind den Arterien vom Aufbau her also sehr ähnlich.

Damit das Blut in die richtige Richtung fließt, haben die Venen Ventile. Die kleinen Klappen verhindern, dass das Blut rückwärts fließt. Von der größten Vene aus gelangt das Blut zuerst zurück zum Herzen und von dort aus in die Lunge. In der Lunge nimmt es dann wieder frischen Sauerstoff auf und wird über die Lungenvenen zurück in die linke Herzkammer befördert.

Mit dem nächsten Herzschlag fängt der Kreislauf wieder von vorne an. ■

Herbstfeste

aus aller Welt



© Romolo Tavano - stock.adobe.com



© angelab982 - stock.adobe.com

Oktoberfest: Das weltberühmte Münchener Oktoberfest ist das weltweit größte Volksfest. Es ist für seine Bierzelte mit Musik, bayrischen Trachten, Fahrgeschäfte und leckere Spezialitäten bekannt. Anlässlich der Hochzeit von Kronprinz Ludwig von Bayern und Prinzessin Therese am 12. Oktober 1810 wurde das Fest erstmals gefeiert.

Sukkot: Das Laubhüttenfest ist ein jüdisches Fest, das an den Auszug der Israeliten aus Ägypten erinnert. Es werden temporäre Laubhütten gebaut, in denen man gemeinsam isst und feiert. (16. bis 23. Oktober 2024)

St. Martin: Das Fest erinnert am 11. November an den Bischof Martin von Tours. Mit Laternen ziehen die Kinder in Martinsumzügen durch die Straßen oder bitten an Haustüren um Süßigkeiten. Beliebte sind auch die Martinsfeuer.

Im Herbst werden weltweit viele Feste gefeiert. Wie bei uns das Erntedankfest, dienen einige dazu, für eine erfolgreiche Ernte und die Früchte der Erde zu danken. Aber auch die Zeit des Übergangs der Natur in den Winter oder zum Gedenken der Verstorbenen wird gefeiert. **apropos** stellt einige Feste aus der ganzen Welt vor.

Chuseok: In Südkorea wird das Erntedankfest Chuseok gefeiert, bei dem den Vorfahren gedacht und dankbare Opfergaben dargebracht werden. Es gibt traditionelle Spiele, Tänze und koreanische Speisen. (16. bis 18. September 2024)

veranstaltung, sondern ein farbenprächtiges Volksfest zu Ehren der Toten. Nach dem Volksglauben kehren die Seelen der Verstorbenen an diesen Tagen zu den Familien zurück, um sie zu besuchen. (31. Oktober 2024)



© RenZen - stock.adobe.com

Diwali: In Indien und anderen Ländern wird das hinduistische Lichterfest Diwali gefeiert. Es symbolisiert den Sieg des Lichts über die Dunkelheit und wird mit Lichtern, Feuerwerken, Süßigkeiten und dem Austausch von Geschenken zelebriert. (29. Oktober bis 3. November 2024)

Dia de los Muertos: Ein mexikanisches Fest, bei dem der verstorbenen Angehörigen gedacht wird. Es werden Altäre mit Opfergaben wie Blumen, Kerzen, Essen und Getränken aufgebaut. Der Tag der Toten ist keine Trauer-

© deagmezz - stock.adobe.com

Guy Fawkes Night: Das britische Fest am 5. November erinnert an den gescheiterten Gunpowder Plot, bei dem 1605 während der Parlamentsöffnung durch den König das in gemeinsamer Sitzung versammelte Ober- und Unterhaus im Palast von Westminster in London in die Luft gesprengt werden sollte. Für die Sprengung wurden rund 2,5 Tonnen Schießpulver in den Kellern des Gebäudes deponiert. Heute werden überall in England Feuerwerke gezündet und Guy Fawkes-Puppen verbrannt.



© Claudio Dineola - stock.adobe.com

Halloween: Ursprünglich aus Irland in die USA gebracht, wird Halloween mittlerweile in vielen Ländern am Abend des 31. Oktobers gefeiert. In der Nacht vor Allerheiligen gehen die Kinder von Haus zu Haus und fordern die Bewohner auf, ihnen Süßigkeiten zu geben – anderenfalls wird ein Streich gespielt. Gruselige Verkleidungen sind zu Halloween sehr beliebt.



© iDofixBox - stock.adobe.com

La Toussaint: Ähnlich wie in Deutschland wird in Frankreich Allerheiligen mit dem Feiertag La Toussaint am 1. November gefeiert. Die Gräber werden geschmückt und Blumen auf die Grabstätten gelegt, um den Verstorbenen zu gedenken.

Mid-Autumn Festival: In China, Vietnam und anderen asiatischen Ländern wird das Mondfest gefeiert, bei dem Vollmondkuchen gegessen und Laternen entzündet werden. Es ist ein Fest der Familie und des Zusammenkommens. (17. September 2024)

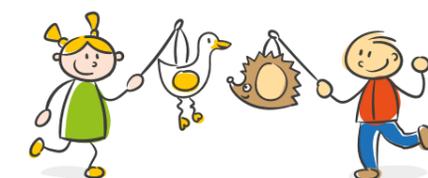


© Aluber Contributor - stock.adobe.com

Navaratri: Dieses neuntägige hinduistische Fest ist der Göttin Durga gewidmet und wird dieses Jahr in Indien ab dem 3. Oktober gefeiert. Es werden traditionelle Tänze aufgeführt und verschiedene Rituale durchgeführt. An den Tagen tragen die Menschen unterschiedliche Farben, die die Farben von Navaratri repräsentieren.



© Premium Art - stock.adobe.com



Thanksgiving: In den USA und Kanada wird Thanksgiving als Erntedankfest gefeiert, bei dem man mit Familie und Freunden zusammen kommt und für die gute Ernte dankt. Es gibt traditionelle Gerichte wie Truthahn, Kürbiskuchen und Cranberrysauce. (6. Oktober 2024). ■



© sue - stock.adobe.com

Healing Architecture

Patientengerechte Ausstattung für herzkranken Kinder

© Jenny Sturm - stock.adobe.com

Unser
Freizeittipp:

Basteln mit Herbstboten

Wann haben Sie das letzte Mal etwas gebastelt? Der Herbst ist genau die richtige Jahreszeit, um in die Natur zu gehen und die schönsten Bastelmaterialien zu sammeln. Für hinreißende Deko oder einfach nur so ...

WINDLICHTER AUS BUNTEM HERBSTLAUB Mit bunten Herbstblättern können Sie ganz einfach Windlichter selber basteln – perfekt für eine gemütliche Herbststimmung in den eigenen vier Wänden. Dafür brauchen Sie neben ein paar schönen Blättern nur saubere Einmachgläser, Teelichter, einen Pinsel und Leim oder Kleber. Achten Sie darauf, dass das Laub nicht zu trocken ist, damit es beim Bekleben der Gläser nicht kaputt geht. Bestreichen Sie zunächst das Glas mit Kleber oder Leim und danach das Blatt, damit es gut haftet. Tragen Sie, sobald Sie die gewünschte Anzahl an Blättern auf das Glas geklebt haben, eine weitere Schicht Kleber auf. Lassen Sie die Gläser ein paar Stunden oder über Nacht trocknen – dann ist Ihre neue Herbstdeko auch schon einsatzbereit.

KASTANIENMÄNNCHEN Herbstzeit ist Kastanienzeit! Der Klassiker beim Basteln mit Kastanien ist das Kastanienmännchen. Zum Basteln benötigen Sie: verschiedene Roskastanien in mehreren Größen, Zahnstocher, einen Stift zum Bemalen und einen Metallspieß oder einen Handbohrer, um Löcher in die Kasta-

nien zu bohren. Die Kastanien sollten möglichst frisch sein, da sie dann noch weich sind und leichter durchbohrt werden können. Beim Basteln mit Kastanien sind der Fantasie keine Grenzen gesetzt: Mit weiteren Naturmaterialien wie Eicheln, Tannenzapfen oder Blättern können Sie nach Lust und Laune Ihre ganz eigenen kreativen Figuren basteln.

BUNTE EICHELN ALS DEKO Auch mit Eicheln können Sie schöne Herbstdeko basteln. Bevor Sie beginnen, sollten Sie die gesammelten Materialien einige Tage gut durchtrocknen lassen. Mit Acrylfarben können Sie Ihre Naturmaterialien dann ganz einfach nach Belieben einfärben. Fädeln Sie die eingefärbten Eicheln auf einem Faden oder einer Schnur auf und hängen Sie diese an einem Fenster auf. Oder Sie nutzen die Eicheln gemeinsam mit anderen Herbstmaterialien als Tischdeko: Platzieren Sie dafür Rinde, Moos, Tannenzapfen oder Kastanien nach Belieben auf einem Teller oder in einer Vase und verzieren Sie die Utensilien anschließend mit den eingefärbten Eicheln.

Impressum

Herausgeber und
verantwortlich für den Inhalt

Uniklinik RWTH Aachen
Vorstandsvorsitzender:
Professor Dr. med. Thomas H. Ittel

Stabsstelle Unternehmens-
kommunikation
Dr. Mathias Brandstädter
Pauwelsstraße 30
52074 Aachen
kommunikation@ukaachen.de

Druck

Bonifatius GmbH
Karl-Schurz-Straße 26
33100 Paderborn

apropos im Abo:



Abonnieren Sie kostenlos die **apropos** und erhalten Sie regelmäßig per Post die neueste Ausgabe. Registrieren Sie sich online oder per E-Mail an kommunikation@ukaachen.de. Informationen zum Datenschutz finden Sie auf der Website.

www.apropos-gesund.de

Insbesondere Kinder, Jugendliche und Familien mit chronischen Erkrankungen benötigen während eines Aufenthalts in der Klinik für Kinderkardiologie und Angeborene Herzfehler eine Atmosphäre, die Ängste vor Behandlungen reduziert und eine Rückzugsmöglichkeit während Wartezeiten bietet.

Für stationäre und vorstationäre Patientinnen und Patienten und ihre Familien fehlen in der Klinik jedoch derzeit ein patientengerecht eingerichteter Aufenthaltsraum und ein Spielzimmer. Daher haben das Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin und die Klinik für Kinderherzchirurgie und Chirurgie angeborener Herzfehler mit Studierenden der Architektur ein Konzept für die patientengerechte Umgestaltung der Kinderkardiologischen Station KK01 entwickelt.

Das Projekt sieht den Umbau und die Gestaltung des Aufenthalts- und Warteraums sowie des Spielzimmers vor. Um die Wirksamkeit der Maßnahme zu erfassen und zu verbessern, ist eine begleitende wissenschaftliche Evaluation durch Befragungen von Mitarbeitenden und Familien vorgesehen. Ziel des Projekts mit dem Titel „Healing Architecture“ ist es, mit einer patientenorientierten Umgebung den Heilungsprozess zu unterstützen und die häufig langen Wartezeiten und Aufenthalte von chronisch kranken Patientinnen und Patienten positiv zu beeinflussen.

Die Stiftung Universitätsmedizin Aachen möchte die Klinik bei den Material- und Umbaukosten unterstützen und fördert das Projekt mit 40.000 Euro.



Werden Sie zum Schrittmacher!

SPENDENKONTO:

Sparkasse Aachen, IBAN: DE88 3905 0000 1072 4490 42, BIC: AACSD33XXX

Wenn Sie eine Spendenquittung wünschen, geben Sie bitte Ihre Adresse beim Überweisungszweck an.

Oder nutzen Sie ganz einfach das **ONLINE-SPENDENFORMULAR** auf www.stiftung-um-aachen.de.

Tickende Zeitbomben: Gefäßerkrankungen



Medizin im Dialog

Es gibt viele spannende Gesundheitsthemen, über die es sich zu sprechen lohnt! Darum ist wieder **#MiDdigital** angesagt, wie immer auf dem YouTube-Kanal der Uniklinik RWTH Aachen.

Im Experten-Talk hat Moderatorin Victoria Just mit Univ.-Prof. Dr. med. univ. Christian Uhl und Priv.-Doz. Dr. med. Alexander Gombert, beide Klinik für Gefäßchirurgie an der Uniklinik RWTH Aachen, über Gefäßerkrankungen, ihre Risiken sowie moderne Diagnose- und Behandlungsmethoden gesprochen.



**Univ.-Prof. Dr.
med. univ.
Christian Uhl**
Direktor der Klinik
für Gefäßchirurgie
an der Uniklinik
RWTH Aachen



**Priv.-Doz. Dr.
med. Alexander
Gombert**
Leitender Oberarzt,
Klinik für Gefäßchi-
rurgie an der Unikli-
nik RWTH Aachen

Einfach den QR-Code scannen
und das Video abrufen



aachener

■ ■ ■ **FORSCHUNG**

Das Wissenschaftsmagazin der Uniklinik RWTH Aachen
und der Medizinischen Fakultät der RWTH Aachen University

Ausgabe 3.2024

SPITZENFORSCHUNG VEREINT

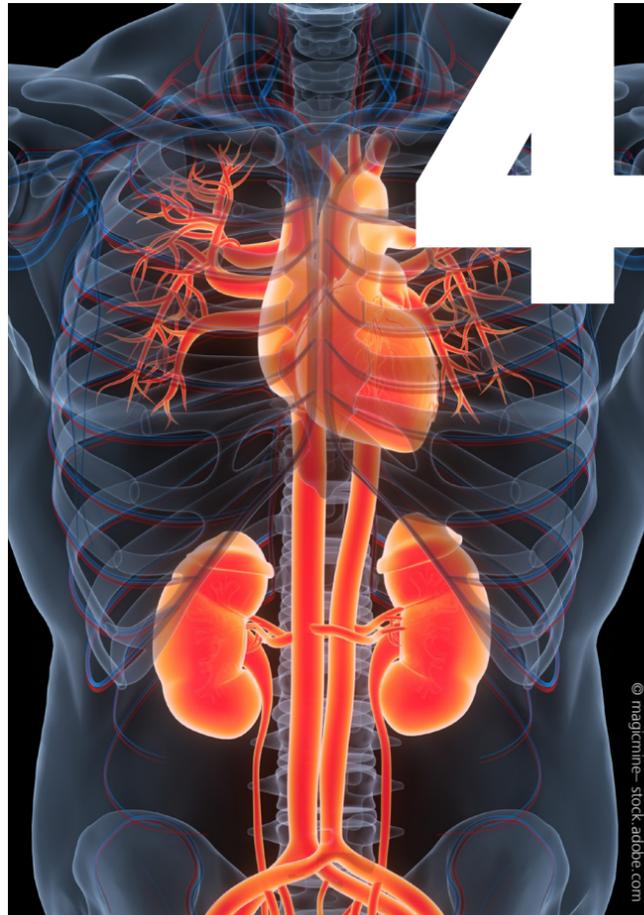
Interview mit
Prof. Joachim Jankowski

ORGAN CROSSTALK

Die Rolle des Darmmikrobioms

ORGANTRANSPLANTATION

Neue Technologien in der
Transplantationschirurgie



INHALT

BLICKPUNKT SPITZENFORSCHUNG VEREINT: INTERVIEW MIT PROF. JOACHIM JANKOWSKI	4
ORGAN CROSSTALK DIE ROLLE DES DARMMIKROBIOMS	6
ORGANTRANSPLANTATION NEUE TECHNOLOGIEN IN DER TRANSPLANTATIONSSCHIRURGIE	10
NEUROMUSKULÄRE ERKRANKUNGEN ZEBRAFISCHE ALS MODELLE NEUROMUSKULÄRER KRANKHEITEN	12
SCHON GEHÖRT? PODCAST „FASZINATION MEDIZIN“ IM GESPRÄCH MIT PROF. HABEL	16

IMPRESSUM

Herausgeber und verantwortlich für den Inhalt

Medizinische Fakultät der RWTH Aachen University
Dekan und Vorstandsmitglied der Uniklinik RWTH Aachen:
Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Stefan Uhlig

Uniklinik RWTH Aachen
Stabsstelle Unternehmenskommunikation
Dr. Mathias Brandstädter
Pauwelsstraße 30
52074 Aachen
kommunikation@ukaachen.de

www.ac-forscht.de



BLICK PUNKT



SPITZENFORSCHUNG VEREINT
GEGEN DIE HÄUFIGSTEN TODESURSACHEN
**Interview mit Univ.-Prof. Dr. rer. nat.
Joachim Jankowski**

In einer wegweisenden Initiative bündeln vierzehn Sonderforschungsbereiche (SFB), Clinical Research Centers (CRC) sowie deren Graduiertenschulen, finanziert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), ihre Kräfte, um die Prävention und Behandlung der beiden häufigsten Todesursachen in Deutschland – Herz-Kreislauf- und Nierenerkrankungen – voranzutreiben. Auch die Uniklinik RWTH Aachen ist mit ihrem transregionalen Sonderforschungsbereich „Mechanismen kardiovaskulärer Komplikationen bei chronischer Niereninsuffizienz“ (kurz SFB/TRR219) maßgeblich beteiligt. Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Joachim Jankowski vom Aachener Institut für Molekulare Herz-Kreislaufforschung hat mit aachener FORSCHUNG gesprochen und erklärt, wo die Forschung derzeit steht – und wohin sie künftig möchte.

Prof. Jankowski, welches Ziel verfolgt die Initiative zur Bekämpfung von Herz-Kreislauf- und Nierenerkrankungen?

Prof. Jankowski: Herz-Kreislauf-Erkrankungen sind die häufigste Ursache für Morbidität und Mortalität weltweit und sind für aktuell etwa ein Drittel aller Todesfälle verantwortlich. Auch die chronische Nierenerkrankung (CKD) stellt mit einer weltweiten Prävalenz von 13 Prozent eine enorme Gesundheitsbelastung dar. Um die Rolle der kardiovaskulären und renalen Forschung in den Fokus der medizinischen Forschung zu rücken, haben sich kürzlich Forschungsteams aus aller Welt im Kap Europa in Frankfurt am Main getroffen. Auch Vertretende der Deutschen Forschungsgemeinschaft haben teilgenommen, um Strategien zur Erhöhung des Bewusstseins für die Belastung durch Herz-Kreislauf- und Nierenerkrankungen zu erörtern.



Welche Rolle spielt der Aspekt der Öffentlichkeit für Ihre Forschung?

Prof. Jankowski: Das sollte man nicht unterschätzen. Für uns ist es besonders wichtig, das Bewusstsein in der Gesellschaft für die Risiken von Herz-Kreislauf- und Nierenerkrankungen zu stärken, vor allem hinsichtlich der engen Verbindung zwischen diesen Krankheiten. Wir glauben, dass wir gemeinsam mit den anderen renalen und kardiovaskulären SFBs mehr erreichen können: Durch den Austausch von Fachwissen auf wissenschaftlicher, technologischer und Ausbildungsebene können wir Fortschritte beim besseren Verständnis von Herz-Kreislauf- und Nierenerkrankungen sowie bei der Entwicklung von Diagnostika und Therapien erzielen. Mehr noch: Zusammen wollen wir außerdem das Bewusstsein für die hohe Prävalenz und sozioökonomische Belastung von Herz-Kreislauf- und Nierenerkrankungen stärken und die Bedeutung weiterer Investitionen in Forschungsaktivitäten in diesen Bereichen hervorheben.

Welche Ansätze erforschen Sie konkret zur Bekämpfung von Herz-Kreislauf- und Nierenerkrankungen?

Prof. Jankowski: Mehrere von der DFG geförderte Verbundforschungskonsortien arbeiten aktuell intensiv in den entsprechenden Konsortien daran, die pathologischen Mechanismen zu entschlüsseln, die den Erkrankungen des Herzens zugrunde liegen, wobei jeder dieser Verbünde seinen eigenen, spezifischen Schwerpunkt hat. Diese Konsortien enger zu verzahnen, ist unser Ziel dieses Treffens der SFB-Verbünde, denn sie alle fußen auf denselben technologischen und biomedizinischen Innovationen und erweitern diese, um die Forschung über aktuelle Grenzen hinaus voranzutreiben. Darüber hinaus bilden wir zusammen Doktorandinnen und Doktoranden und Medizinstudierende aus, um die nächste Generation hochqualifizierter, innovativer und kritischer Forschenden, Klinikerinnen und Kliniker und klinischer Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sicherzustellen. Auch an der Uniklinik RWTH Aachen gibt es schon seit vielen Jahren ein bedeutendes Forschungskonsortium, den SFB/TRR219, Mechanisms of Cardiovascular Complications in Chronic Kidney Disease).

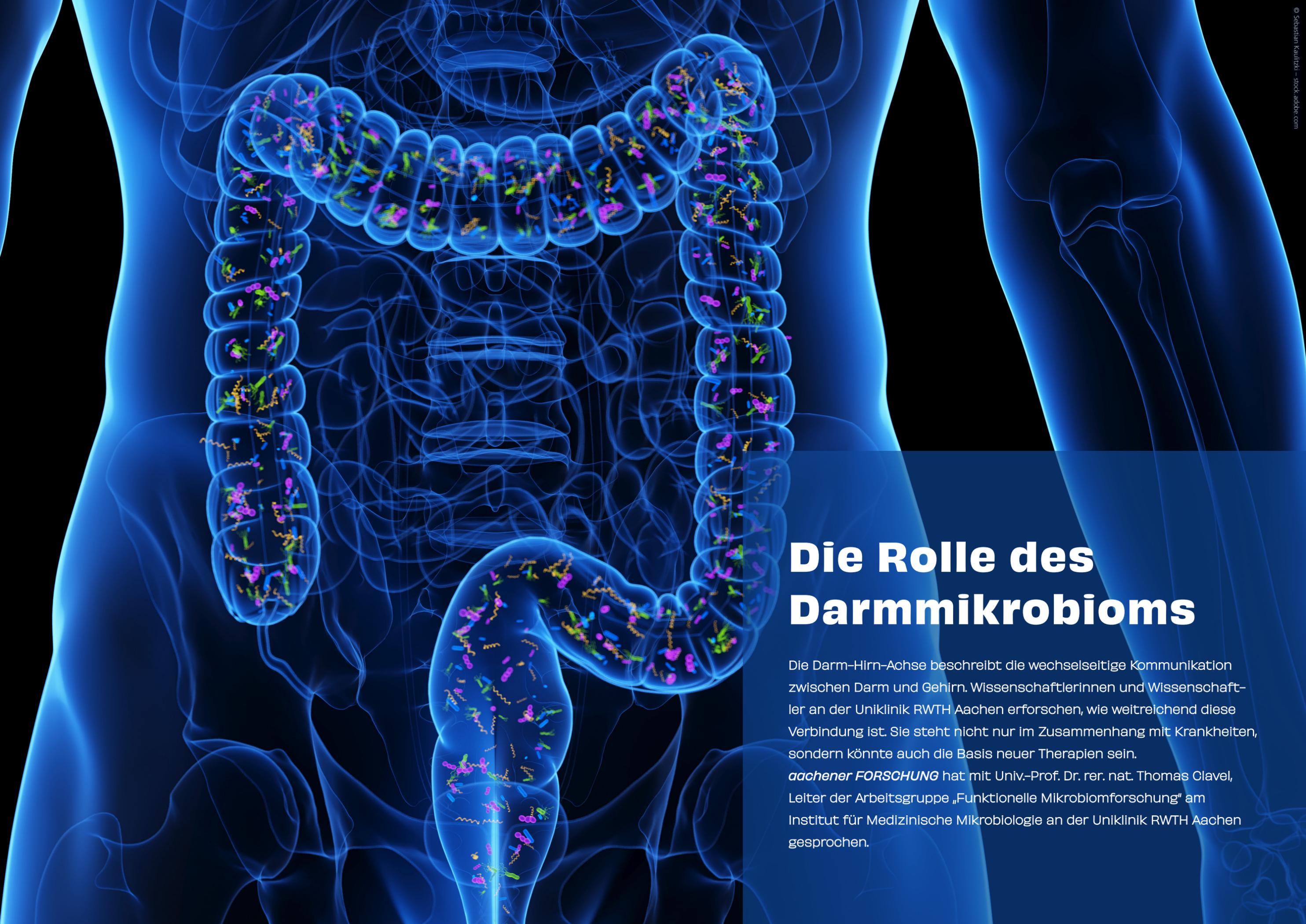
Was erforschen Sie in Aachen konkret? Inwiefern bedingt eine Niereninsuffizienz Herz-Kreislauffunktionen und umgekehrt?

Prof. Jankowski: Nieren- und Herz-Kreislauffunktionen stehen oftmals in enger Verbindung zueinander. Rund 50 Prozent der Menschen, die unter einer fortgeschrittenen chronischen Niereninsuffizienz leiden, erkranken auch an einer Herz-Kreislauffunktion. Patientinnen und Patienten mit einer Erkrankung im Endstadium sind besonders von kardiovaskulären Todesfällen betroffen. Um es auf den Punkt zu bringen, kann man sagen, dass die Patienten nicht an der primären renalen Erkrankung versterben, sondern an den kardiovaskulären Erkrankungen der chronischen Niereninsuffizienz.

Eine chronische Niereninsuffizienz entsteht meist durch eine Vielzahl pathologischer Prozesse. Bislang kennen wir diese nur ansatzweise; unser Wissen für die Ursachen der chronischen Niereninsuffizienz ist bislang sehr begrenzt. Die pathologischen Prozesse scheinen ihre Ursache jedoch in einer Ansammlung von urämischen Toxinen, also organischen Giftstoffen zu haben, die die Niere nicht mehr aus dem Organismus eliminiert. Welche Substanzen die Gruppe der sogenannten urämischen Toxine bilden, ist jedoch nur zum kleinen Teil bekannt. Wir wissen aber, dass Anhäufungen der betreffenden Substanzen das Herz-Kreislaufsystem schädigen. Gleichzeitig kann eine Herz- oder Kreislauffunktion einen direkten Einfluss auf die Niere haben. Das kann zu einem Teufelskreis werden: Nicht nur das Risiko eines Herzinfarktes oder eines Schlaganfalls, sondern auch das Risiko für einen Herztod, ausgelöst durch eine Herzinsuffizienz oder Herzrhythmusstörung bei Patientinnen und Patienten mit chronischer Niereninsuffizienz, steigt. ■ ■ ■

Das vollständige Interview finden Sie auf unserem Forschungsblog:
www.ac-forscht.de





Die Rolle des Darmmikrobioms

Die Darm–Hirn–Achse beschreibt die wechselseitige Kommunikation zwischen Darm und Gehirn. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an der Uniklinik RWTH Aachen erforschen, wie weitreichend diese Verbindung ist. Sie steht nicht nur im Zusammenhang mit Krankheiten, sondern könnte auch die Basis neuer Therapien sein.

aachener FORSCHUNG hat mit Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Thomas Clavel, Leiter der Arbeitsgruppe „Funktionelle Mikrobiomforschung“ am Institut für Medizinische Mikrobiologie an der Uniklinik RWTH Aachen gesprochen.



Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Thomas Clavel
Leiter der Arbeitsgruppe „Funktionelle Mikrobiomforschung“ am Institut für Medizinische Mikrobiologie an der Uniklinik RWTH Aachen



Herr Prof. Clavel, was meint man mit dem Begriff Darmmikrobiom?

Prof. Clavel: Das Darmmikrobiom ist die Gemeinschaft der Mikroben, die im menschlichen Darm leben. Diese Gemeinschaft ist sehr komplex, mit mehreren Arten von Mikroben (Viren, Pilze, Bakterien, Archaeen) und mehreren hundert Spezies pro Individuum. Der Begriff bezieht sich sowohl auf die Mikroben als auch auf ihr gesamtes genetisches Material, das sogenannte Metagenom. Das Metagenom kodiert für Millionen von Proteinen und Stoffwechselprodukten, was die Kapazität unserer eigenen Körperfunktionen bei weitem übersteigt. Es ist wichtig zu betonen, dass sich diese Gemeinschaft entlang des Darms – vom Magen bis zum Enddarm und schließlich zum Stuhl – verändert. Grundsätzlich gibt es also bei jedem Menschen sehr unterschiedliche mikrobielle Gemeinschaften im Darm. Der Einfachheit halber werden sie jedoch in ihrer Gesamtheit als Darmmikrobiom bezeichnet. Mikroben besiedeln auch andere Organe unseres Körpers, wie zum Beispiel die Haut. Das bedeutet, dass einem Mikrobiom immer ein Lebensraum (Habitat) zugeordnet ist (Darmmikrobiom, Hautmikrobiom etc.).

Was macht Mikroben für die Forschung so interessant?

Prof. Clavel: Das große Interesse an unseren Darmmikroben liegt darin, dass sie untrennbar mit uns verbunden sind und unser tägliches Leben in vielerlei Hinsicht beeinflussen: von der Verdauung über unser Verhalten bis hin zur Wirkung von Medikamenten. Sie schützen uns vor Infektionen, beeinflussen unser Immunsystem und unseren Stoffwechsel. Unter bestimmten Umständen und unter dem Einfluss anderer Faktoren wie zum Beispiel Genetik oder Lebensstil sind sie aber auch an der Entstehung oder dem Fortschreiten chronischer Krankheiten wie beispielsweise Darmkrebs, Diabetes oder neurodegenerativer Erkrankungen beteiligt. Wie dieses komplizierte Zusammenspiel funktioniert, ist jedoch noch weitgehend unbekannt. Erstaunlich ist vor allem, dass trotz des großen Interesses für das Mikrobiom und der intensiven

Forschung der letzten 20 Jahre immer noch gut die Hälfte der Mikroben im Darm und noch mehr Gene im Metagenom unbekannt sind. Das heißt, wir wissen bestenfalls durch Sequenzierungstechniken, dass sie existieren, aber wir haben die Mikroben noch nie im Labor kultiviert und die Genprodukte sind nicht charakterisiert. Diese beiden Punkte (noch viele unbekannte Mikroben und Mechanismen der Interaktion) machen die Mikrobiomforschung extrem spannend.

Man hört immer wieder, dass der Darm und die Darmmikrobiota unsere Gesundheit beeinflussen. Was bedeutet das?

Prof. Clavel: In der Forschung sind keimfreie Modelle von großer Bedeutung. Keimfrei bedeutet, dass der Wirt unter sterilen Bedingungen lebt, also in völliger Abwesenheit von lebenden Mikroben, zum Beispiel in Isolatoren. Seit den 1960er Jahren ist bekannt, dass sich keimfreie Tiere in vielerlei Hinsicht von unter normalen Bedingungen gehaltenen kolonisierten Tieren unterscheiden: Ihr Immunsystem ist noch weitgehend naiv, ihr Stoffwechsel ist anders, sie leben durchaus länger, das heißt, die Besiedlung mit Mikroben kann für den Wirt sogar einen Preis haben. Keimfreie Tiere haben dagegen schlechtere Überlebenschancen nach Infektionen. Der Schutz vor Infektionen ist eine der Hauptaufgaben unseres körpereigenen Mikrobioms: Sind Mikroben bereits vorhanden, haben es Infektionserreger schwerer. All dies zeigt, dass ein Leben ohne Mikroben zwar möglich ist, aber nur unter geschützten Bedingungen, und dass die Besiedlung unseres Körpers mit Mikroben unsere gesamte Physiologie und damit unsere Gesundheit stark beeinflusst.

Es gibt auch Hinweise darauf, dass Darmbakterien das Gehirn beeinflussen. Wie kann man sich das biologisch vorstellen?

Prof. Clavel: Die Tatsache, dass Mikroben im Darm die

Funktion mehrerer Organe im Körper beeinflussen, ist ein wichtiger Bestandteil des sogenannten „Organ Crosstalk“, übersetzt: Organe kommunizieren miteinander – man spricht zum Beispiel von der „Darm-Leber-Achse“ oder der „Darm-Hirn-Achse“. Die oben erwähnten keimfreien Tiere verhalten sich zum Beispiel ganz anders: Sie sind ruhiger, weniger ängstlich. Das untersuchen wir gerade selbst im Labor. Die Darmmikroben können über ihre Stoffwechselprodukte oder andere kleine Moleküle wie Zellbestandteile die Funktion entfernter Organe wie zum Beispiel das Gehirn direkt beeinflussen, sofern diese Produkte in die Blutbahn gelangen und die schützende Blut-Hirn-Schranke überwinden können. Die Interaktion kann aber auch indirekt erfolgen, zum Beispiel über die Wirkung von Immunmechanismen, die bereits durch das Mikrobiom beeinflusst werden.

Wenn man Ihnen die Mikrobiomdaten eines beliebigen Menschen vorlegt – was können Sie daran erkennen?

Prof. Clavel: Erstaunlicherweise immer noch wenig, trotz intensiver Forschung in den letzten 20 Jahren. Das liegt daran, dass wir immer noch kein klares Bild davon haben, was genau ein Mikrobiom gesund macht. Mit anderen Worten: Uns fehlt eine gute Referenz. Es gibt bereits solide Daten darüber, dass das Vorhandensein bestimmter Bakterien eher mit günstigen oder ungünstigen Eigenschaften für den Wirt verbunden ist. Das Bakterium *Akkermansia muciniphila* wird beispielsweise mit positiven Auswirkungen auf den Stoffwechsel des Wirts in Verbindung gebracht. Aus diesem Bakterium wurde sogar ein erfolgreiches Probiotikum entwickelt. Auch Bakterien, die die kurzkettige Fettsäure Butyrat produzieren, werden eher mit gesundheitsfördernden Mikrobiota-Profilen in Verbindung gebracht. Im Gegensatz dazu sind Eigenschaften wie eine geringe Vielfalt der Mikrobiota oder das Wachstum von Enterobacteriaceae eher mit Krankheiten assoziiert. Darüber hinaus ist das Vorhandensein bestimmter Spezies der Gattungen *Fusobacterium*, *Parvimonas*, *Peptostreptococcus* und *Porphyromonas* mit der Entstehung von Darmkrebs assoziiert. Aber nicht nur Bakterien spielen eine Rolle, auch die Besiedlung mit bestimmten Pilzen wurde beispielsweise mit chronischer Darmentzündung in Verbindung gebracht. Es muss jedoch betont werden, dass das Vorhandensein solcher Mikroben allein nicht ausreicht, um einen Krankheitszustand auszulösen. Parameter wie geringe Vielfalt oder erhöhte Enterobacteriaceae sind nicht krankheitsspezifisch. Erschwerend kommt hinzu, dass die Entwicklung chronischer Krankheiten immer von vielen Faktoren wie Genetik und Lebensstil abhängt und durchaus Jahrzehnte dauern kann.

Um bestimmte Veränderungen im Mikrobiom kausal mit der Entstehung von Krankheiten in Verbindung bringen zu können, fehlen uns bisher ausreichende Längsschnittdaten. Dies wird sich hoffentlich bald ändern. Forschungspro-

jekte zur Charakterisierung des Mikrobioms werden immer größer und umfassen Millionen von Proben aus Populationen auf der ganzen Welt, nicht nur aus Europa, Nordamerika oder China. Die Ansätze zur bioinformatischen Sequenzanalyse und Vorhersage werden immer besser. Die Arbeiten zur Charakterisierung bisher unbekannter Mikroorganismen laufen auf Hochtouren. All dies sind wichtige Bausteine, um weitere substanzielle Fortschritte zu erzielen. Eines ist jedoch zum jetzigen Zeitpunkt klar: Von kommerziell angebotenen Analysen des Darmmikrobioms sollte man die Finger lassen, denn die meisten dort getroffenen Aussagen sind irreführend.

Was sind die aktuellen Herausforderungen in der Mikrobiomforschung?

Prof. Clavel: In der Grundlagenforschung ist es von größter Bedeutung, möglichst viele der noch unbekanntesten Darmmikroben zu kultivieren und zu beschreiben. Es ist auch dringend notwendig, die aktiven Moleküle dieser Mikroben und auch die Mechanismen der Wechselwirkung zwischen Mikroben und Wirt zu identifizieren und zu verstehen. Dies wird automatisch zu mehr Translation und klinischen Anwendungen führen. Diese Aufgaben bringen eine weitere große Herausforderung mit sich: Es werden ständig riesige Datenmengen produziert. Die Infrastruktur und die Ansätze zur Verwaltung und Verarbeitung dieser Daten sind derzeit noch unbefriedigend. Dedizierte Programme wie NFDI4Mikrobiota (<https://nfdi4microbiota.de>), die eine Nutzung von Daten nach den FAIR-Prinzipien (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable) fördern wollen, sind daher sehr wichtig. Die größte Herausforderung für die gesamte Forschung, nicht nur für die Mikrobiomforschung, besteht in diesem Zusammenhang darin, dass die zunehmende Belastung durch solche Themen (FAIR, Datenschutz, Tierversuche) immer zuerst auf die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler fällt, die immer mehr administrative Aufgaben übernehmen müssen und immer weniger Zeit für die eigentliche Forschung, Entdeckungen und Fortschritt haben. Hier besteht dringender Handlungsbedarf, um Forschung und Innovation in Deutschland auf höchstem Niveau zu halten. ■ ■ ■

Das vollständige Interview
finden Sie auf unserem
Forschungsblog:

www.ac-forscht.de



Neue Technologien in der Transplantationschirurgie:

Wie die Maschinenperfusion die Organtransplantation verändert



Univ.-Prof. Dr. med. Florian Vondran

Weltweit ist der Bedarf an Organen viel höher als Spenderorgane zur Verfügung stehen. Allein in Deutschland stehen derzeit rund 8.500 Menschen auf der Warteliste für ein Organ. Um dieser Herausforderung zu begegnen, die Wartezeiten für Transplantationspatientinnen und -patienten zu verkürzen und mehr Organe verfügbar zu machen, forschen Medizinerinnen und Mediziner bereits an verschiedenen Lösungen. Neben einer Änderung der gesetzlichen Grundlagen für eine Organspende – unter anderem Widerspruchslösung, Organspende nach Herztod – stellt die sogenannte Maschinenperfusion ein vielversprechendes Verfahren zur Verbesserung der aktuellen Situation dar. Im Interview mit *aachener FORSCHUNG* erklärt Univ.-Prof. Dr. med. Florian Vondran, Direktor der Klinik für Allgemein-, Viszeral-, Kinder- und Transplantationschirurgie an der Uniklinik RWTH Aachen, die Anwendung der maschinellen Organperfusion, wo sie bereits zum Einsatz kommt und welche Chancen sich damit für die Transplantationsmedizin eröffnen.

Herr Prof. Vondran, wie sieht die Organspende-Situation aktuell aus?

Prof. Vondran: Die Transplantation ist eine etablierte Therapie und oftmals einzige Möglichkeit der Behandlung oder gar Rettung für Menschen, deren Organe wie Herz, Leber, Niere oder Lunge versagen. Die Zahl der Organspenderinnen und -spender ist jedoch hierzulande seit jeher deutlich zu niedrig, um allen Patientinnen und Patienten, die sich auf den Wartelisten befinden und auf ein Spenderorgan hoffen, zu helfen. Infolgedessen verschlechtert sich ihr Gesundheitszustand oft erheblich. Viele von ihnen versterben, während sie verzweifelt auf ein neues Organ warten.

Woran liegt das?

Prof. Vondran: Die Gründe sind vielfältig: Zum Beispiel ist die Organspende in Deutschland – anders als in den meisten anderen europäischen Ländern – nach der Entscheidungslösung geregelt. Das bedeutet, die Entnahme von Organen nach dem Tod ist nur zulässig, wenn die verstorbene Person dem zu Lebzeiten oder stellvertretend die Angehörigen aktiv zugestimmt haben. Doch nur gut ein Drittel aller Deutschen besitzt überhaupt einen Organspendeausweis. Aufgrund der geringen Spendebereitschaft und der immer älter werdenden Organspender nimmt auch die Qualität der Spenderorgane stetig ab und die Transplantationsmediziner sind zunehmend gezwungen, auch bereits vorgeschädigte Organe zu verwenden. Diese sogenannten marginalen Organe reagieren besonders sensibel auf die unzureichende Sauerstoff- und Nährstoffversorgung während der Entnahme aus dem Körper des Spendenden, der Aufbewahrung bis zum Zeitpunkt der Transplantation und der eigentlichen Transplantation selbst, was letztlich zu einem erhöhten Komplikationsrisiko für den Empfangenden führt. Häufig findet eine Transplantation dieser potentiellen Transplantate aufgrund des Risikos, dass die Organe nach der Transplantation nicht oder nur



eingeschränkt funktionieren, gar nicht erst statt. Vor diesem Hintergrund gibt es derzeit nur die Möglichkeit, neue Wege zu beschreiten, um die Qualität und die Anzahl der zur Verfügung stehenden Spenderorgane zu erhöhen. Die sogenannte Maschinenperfusion von entnommenen Organen eröffnet der Transplantationsmedizin und vor allem ihren Patientinnen und Patienten neue Chancen und Perspektiven.

Was können wir uns unter Maschinenperfusion vorstellen?

Prof. Vondran: Bereits seit vielen Jahren beschäftige ich mich im Rahmen experimenteller und klinischer Studien mit der Verbesserung der Transplantabilität von Organen mit erhöhtem Risiko in der Nieren- und Lebertransplantation. Die Maschinenperfusion ist eine Technik, die bereits ganz zu Beginn der Transplantationschirurgie eingesetzt wurde, in den folgenden Jahrzehnten aber aufgrund der Einfachheit dieses Verfahrens durch die statische Kaltlagerung der Organe erdrängt wurde. Seit etwa 15 Jahren wird diese Technik aufgrund der zunehmenden Notwendigkeit, auch vorgeschädigte Organe zu transplantieren, wieder vermehrt angewandt. Bei diesen Organen hat man inzwischen gelernt, dass die einfache Kaltlagerung an ihre Grenzen stößt. Mithilfe der Maschinenperfusion können auch Spenderlebern erfolgreich transplantiert werden, die bisher aufgrund ihrer Qualität oder Lagerungszeit nicht oder nur unter deutlich erhöhtem Risiko verwendet werden konnten. Dabei wird die entnommene Spenderleber nach der Organentnahme und noch vor der Transplantation, also außerhalb des Körpers („ex vivo“), an eine Pumpe angeschlossen, kontinuierlich entweder mit Konservierungslösungen oder Blut perfundiert und „rekonditioniert“. Hierdurch werden zum Beispiel die Energiespeicher der Zellen wieder aufgeladen.

Wie können wir uns das konkret vorstellen?

Prof. Vondran: Grundsätzlich unterscheidet man im Rahmen der Maschinenperfusion zwei verschiedene Ansätze: Die hypotherme („kalte“) und die normotherme („warme“) Perfusion. Im Rahmen der hypothermen Perfusion wird eine mit Sauerstoff angereicherte, acht bis zehn Grad kalte Konservierungslösung kontinuierlich durch das Organ gepumpt. Im Rahmen der Lebertransplantation erfolgt dies über eine Dauer von bis zu vier Stunden, häufig parallel zur Entfernung der kranken Leber des Empfangenden. Der Vorteil ist hierbei, dass der Energieverbrauch des Transplantats gedrosselt wird und schädliche Moleküle aus dem Organ gespült werden, die im Rahmen der Lagerung auf Eis entstehen. Zusätzlich verbessert die Sauerstoffzufuhr den Stoffwechsel der Mitochondrien, welche als „Kraftwerke“ der Zellen eine besondere Rolle im Rahmen dieser Mangelversorgung einnehmen. Mit dieser Technik können wir somit Vorschäden sowie die Schädigung der Leber zwischen Entnahme und Transplantation erheblich reduzieren und auf diese Weise die Funktion des Organs beim Empfänger verbessern.

Bei der normothermen Maschinenperfusion hingegen wird statt einer kalten Konservierungslösung eine Lösung angewandt, die Blut (Erythrozytenkonzentrate) als Sauerstoffträger enthält. Die Perfusion erfolgt hierbei unter nahezu physiologischen Temperatur (circa 36 Grad Celsius) und Blutdruckbedingungen. Die perfundierten Organe können so theoretisch mehrere Tage außerhalb des Körpers „überleben“. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, die Funktion des Organs zu überprüfen. Auf diese Art werden beispielsweise Lebern identifiziert, die früher aufgrund schlechter Werte im Spender nicht transplantiert worden wären und nun erfolgreich für die Transplantation eingesetzt werden können. In der experimentellen Forschung liegt darüber hinaus ein Fokus auf der Reparatur oder Modifikation marginaler Organe, um ihre Qualität zu verbessern oder ihre Immunogenität zu reduzieren.

Insgesamt lässt sich somit festhalten, dass die maschinelle Perfusion von Spenderorganen verglichen mit der herkömmlichen kalten Lagerung auf Eis eine Vorbehandlung erlaubt, welche die Sicherheit für den Empfänger oder die Empfängerin eines Transplantates klinisch relevant erhöht. ■ ■ ■

Das vollständige Interview finden Sie auf unserem Forschungsblog:

www.ac-forscht.de





Zebrafische als Modelle neuromuskulärer Krankheiten

Zwar werden Zebrafische nur rund fünf Zentimeter groß, doch in der Medizinforschung sind die kleinen Tierchen von enormer Bedeutung. Was die Vorteile dieser kleinen Lebewesen sind, wie sie helfen und warum sie gerade in der Neurowissenschaft so wichtig sind, erklärt Jun.-Prof. Dr. med. Dr. sc. nat. Juliane Bremer, Oberärztin und stellvertretende Direktorin des Instituts für Neuropathologie an der Uniklinik RWTH Aachen, im Gespräch mit *aachener FORSCHUNG*.

Frau Prof. Bremer, warum forschen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler weltweit an Zebrafischen über die menschliche Gesundheit?

Prof. Bremer: Wie Menschen sind Zebrafische Wirbeltiere. Sie besitzen ähnliche Organe mit vergleichbarer anatomischer Anordnung wie der Mensch. Zum Beispiel besitzen Zebrafische ein Gehirn, ein Rückenmark, Nerven und Muskelzellen, die aus den gleichen Zelltypen aufgebaut sind wie beim Menschen. Zahlreiche Genveränderungen (Mutationen) sind beim Menschen ursächlich mit Krankheiten assoziiert. Der Zebrafisch hat für die meisten dieser Gene ähnliche, sogenannten orthologe Gene, deren Funktion untersucht werden kann. Dies erlaubt Rückschlüsse auf die Entstehung und Entwicklung von Krankheiten beim Menschen. Hilfreich dabei ist, dass man die Gene von Zebrafischen relativ einfach mit Hilfe molekulargenetischer Methoden verändern kann. Seit den 1990er Jahren werden Zebrafische in der Wissenschaft eingesetzt, damals vor allem im Rahmen von genetischen „Screens“. Im Rahmen dieser Screens werden sehr viele Gene im Fisch zufällig genetisch verändert. Die Fische werden dann auf bestimmte Merkmale hin untersucht, wie reduzierte Beweglichkeit, verändertes Nerven- oder Muskelgewebe und viele andere. Schließlich wird bestimmt, welches Gen in den Fischen mit dem untersuchten Merkmal mutiert ist. Diese Screens erlauben es somit, die Funktion vieler Gene zu entschlüsseln, deren Funktionen vorher unbekannt waren.

Der Zebrafisch – wie der Zebrafisch auch genannt wird – ist also ein wichtiger Modellorganismus zur Untersuchung von Erkrankungen. Mit welchen Erkrankungen beschäftigen Sie sich konkret?

Prof. Bremer: Wir untersuchen bei uns neuromuskuläre Erkrankungen, insbesondere solche, die durch Mutationen in Genen hervorgerufen werden. Neuromuskuläre Erkrankungen betreffen Nervenzellen, Muskulatur oder die Verbindung und Signalübertragung zwischen beiden Geweben. Die krankheitsverursachenden, sogenannten pathogenen Mutationen bewirken einen Funktionsverlust des Gens/Proteins und oft auch eine Degeneration der genannten Strukturen. Erkrankte Menschen haben dann beispielsweise schwache Muskeln, Gefühlsstörungen oder Schmerzen.

Unsere Forschung konzentriert sich auf zwei Aspekte. Zum einen gibt es Genmutationen, bei denen schon bekannt ist, dass sie eine bestimmte Erkrankung hervorrufen können. Oft ist aber der Mechanismus, wie die Erkrankung genau entsteht, noch nicht bekannt. Die Entstehungsmechanismen besser zu verstehen, kann wiederum helfen, die Krankheit besser behandeln zu können.

Zum anderen wird manchmal eine genetische Erkrankung bei einer Patientin oder einem Patienten vermutet, man sequenziert dann das Genom (die gesamte DNA) des betroffenen Menschen und gegebenenfalls der Angehörigen



Jun.-Prof. Dr. med. Dr. sc. nat. Juliane Bremer

und findet mehrere unklare Veränderungen/ Abweichungen zum Genom gesunder Menschen. Wenn wir im Zebrafischmodell dann ähnliche Genveränderungen induzieren und ähnliche Auffälligkeiten wie beim Menschen beobachten, ist das ein wichtiger Hinweis darauf, dass diese Genmutation wirklich die Ursache für die Erkrankung ist.

„ZEBRAFISCHE HABEN AUGEN UND OHREN UND ANDERE SENSORISCHE ORGANE WIE WIR, SIE KÖNNEN LERNEN UND SICH ERINNERN.“

Läuft der Zebrafisch der Maus somit in der Forschung den Rang ab? Welche Vorteile besitzen Zebrafische im Gegensatz zu anderen Versuchstieren?

Prof. Bremer: Beide Modelle, Mäuse und Zebrafische haben ihre Vorteile und ich würde nicht sagen, dass der Zebrafisch der Maus den Rang ablauft. Vielmehr konzentrieren sich die beiden Modelle auf unterschiedliche Aspekte der Forschung. Als Säugetier ist die Maus dem Menschen natürlich noch ähnlicher als der Fisch. Im Gegensatz zu wirbellosen Versuchstieren wie Fliegen (*Drosophila melanogaster*) oder Würmern (*Caenorhabditis elegans*) hat der Zebrafisch aber ebenfalls die schon oben beschriebene anatomische und genetische Ähnlichkeit zu anderen Wirbeltieren (wie dem Menschen). Ein besonderer Vorteil des Zebrafisches ist außerdem seine optische Transparenz. Zebrafischlarven sind bis zum Alter von etwa zehn Tagen weitgehend transparent. So kann man einzelne Zellen oder Zellgruppen, Zellorganellen oder

sogar einzelne Moleküle mit fluoreszierenden Molekülen markieren und diese dann in Echtzeit unter dem Mikroskop im intakten Fisch und seinen Organen im Zeitverlauf beobachten. Da die frühe Entwicklung beim Zebrafisch außerhalb einer Gebärmutter stattfindet und besonders schnell abläuft, sodass die wesentlichen Organe bereits nach einem Tag angelegt sind, kann man in diesen zehn Tagen einzigartige Einblicke in die Biologie, Entwicklung und auch in die Entstehung von Krankheiten erhalten.

Warum ist gerade diese Spezies von Tieren für Ihre Forschung beziehungsweise in der Neurowissenschaft so wichtig? Was haben Zebrafische mit dem menschlichen Gehirn gemeinsam?

Prof. Bremer: Zebrafische sind – wie bereits beschrieben – ein Modell mit vielen Vorteilen: Ähnlichkeit zum Menschen, genetische Veränderungsmöglichkeiten, hohe Zahl von Nachkommen, sodass „Screenings“ möglich sind, Möglichkeiten der Mikroskopie am intakten lebenden Organismus. Somit stellen Zebrafische eines der wichtigsten Modelle in den Neurowissenschaften dar.

Tatsächlich ist das zentrale Nervensystem von Zebrafisch und Mensch erstaunlich ähnlich aufgebaut: Es gibt ein Großhirn, ein Kleinhirn, einen Hirnstamm und ein Rückenmark. Auf- und absteigende Nervenbahnen erlauben, dass die Information zwischen den Strukturen ausgetauscht werden kann. Die zelluläre Zusammensetzung ist ebenfalls sehr ähnlich. So gibt es in beiden Spezies Nervenzellen, synaptische Verbindungen zwischen den Nervenzellen, myelinisierende Gliazellen und andere Gliazellen wie Astrozyten und auch Mikrogliazellen. Zebrafische haben Augen und Ohren und andere sensorische Organe wie wir, sie können lernen und sich erinnern. Wichtig für unsere Forschung ist auch die Ähnlichkeit des peripheren Nervensystems und der Muskulatur.



Wie müssen wir uns Ihre Arbeit an und mit den kleinen Lebewesen vorstellen?

Prof. Bremer: Besondere Bedeutung hat bei uns die Mikroskopie der genannten Embryonen und Larven. Dafür haben wir kürzlich ein von der DFG und vom Land NRW finanziertes Großgerät erhalten, ein sogenanntes Spinning-Disk-konfokales Mikroskop. Hier betrachten wir das Verhalten von Zellen und von subzellulären Strukturen, zum Beispiel Zell-Organellen wie Mitochondrien, und können auch die Regeneration von Nerven untersuchen. Um Genmutationen zu induzieren, führen wir Mikroinjektionen in frisch befruchtete Embryonen durch. Weiterhin nehmen wir pharmakologische Wirkstofftestungen vor. Für all das braucht man Fingerspitzengefühl und eine ruhige Hand, denn wie Sie schon sagen, die Fische sind in dem Alter sehr klein.

Inwiefern sind (Wirkstoff-)Testungen an Fischlarven auf den menschlichen Organismus skalierbar?

Prof. Bremer: Viele Substanzen wirken im Zebrafisch wie im Menschen, das zeigen viele Studien zur Entwicklung oder Toxikologie. Im medizinisch-therapeutischen Bereich gibt es auch ein paar sehr gute Beispiele, wie der Fisch erfolgreich eingesetzt werden kann, um Menschen mit bestimmten genetischen Erkrankungen zu behandeln. So konnte beispielsweise bei einem Menschen eine Mutation gefunden werden, die zu Veränderungen in Lymphgefäßen führt. Man hat diese Erkrankung im Zebrafisch modelliert, therapeutische Substanzen getestet und damit schließlich den Patienten behandelt – mit großem Erfolg.

Was sind die Herausforderungen der Erforschung neuromuskulärer Erkrankungen allgemein und bei den Tests an den Zebrafischlarven im Speziellen?

Prof. Bremer: Genetisch bedingte neuromuskuläre Erkrankungen sind insgesamt relativ häufig. Etwa 25 von 100.000 Menschen sind betroffen. Allerdings können ganz unterschiedliche Genveränderungen in vielen verschiedenen Genen vorliegen. Jede dieser Erkrankungen wird vermutlich eine ganz spezifische Therapie benötigen, die oft jahrelange Forschung voraussetzt. Für einige der häufigsten Erkrankungen gab es in den letzten Jahren bereits tolle Erfolge: Wenn zum Beispiel ein bestimmtes Enzym defekt ist, kann man es künstlich herstellen und ersetzen (Enzymersatztherapie). Auch andere, spezifische experimentelle Ansätze bei bestimmten Krankheiten der motorischen Nervenzellen mit Muskellähmung (spinale Muskelatrophie, SMA) sind erfolgversprechend und erste Therapien, sogenannte Antisense Oligonukleotide bei SMA, sind bereits zugelassen.

In den letzten Jahren haben allerdings die bürokratischen Auflagen in Bezug auf Tierversuche in Europa und in Deutschland sehr stark zugenommen. Zebrafische sind Wirbeltiere und somit sind sie wie andere Wirbeltiere besonders von den Regularien betroffen. Wir verbringen einen immer größer werdenden Teil unserer Arbeitszeit mit dem Ausfüllen von Formularen und Datenbanken und der Archivierung der Aufzeichnungen. Somit bleibt immer weniger Zeit für die Experimente und deren Auswertung. Da ich auch in den USA gearbeitet habe und noch Kontakt zu meinen Kollegen besteht, sehe ich, dass dort viel weniger Bürokratie nötig ist und somit die Wissenschaft dort viel schneller arbeiten kann als hierzulande. Das ist die größte Herausforderung für unsere Forschung hierzulande. ■ ■ ■

Das vollständige Interview finden Sie auf unserem Forschungsblog:

www.ac-forscht.de



Faszination Medizin

Staffel 2

Schon gehört?

In Folge 52 von *Faszination Medizin* gewährt **Univ.-Prof. Dr. rer. soc. Ute Habel** einen kleinen Einblick in ihrer tägliche Arbeit: Die Leitende Psychologin der Klinik für Psychiatrie, Psychotherapie und Psychosomatik an der Uniklinik RWTH Aachen beschäftigt sich mit der neuropsychologischen Geschlechterforschung und mit den neurobiologischen Grundlagen von Emotionen und Kognitionen sowie Geschlechtsunterschieden bei gesunden und psychiatrischen Patientinnen und Patienten.

Einfach
QR-Code scannen

