

Herzrhythmus- störungen

Um sie zu behandeln, arbeiten
Forschung und Klinik zusammen

Alessandra Rossini und Werner Rauhe
Oktober 2022



Herzrhythmusstörungen

Dieses Dossier erklärt, wie Ärzte des Krankenhauses Bozen und Forscherinnen von Eurac Research zusammenarbeiten, um Herzrhythmusstörungen zu erforschen und zu behandeln. Der Klinikalltag besteht aus Untersuchungen und chirurgischen Eingriffen – allein im Krankenhaus Bozen wird fast täglich ein Herzschrittmacher implantiert –, liefert aber auch wichtige statistische Daten für die Forschung. Im Labor arbeiten die Wissenschaftlerinnen an der Medizin der Zukunft: Mit Hilfe von Stammzellen und epidemiologischen Studien.

Welche Erkrankungen des Herzens treten in Südtirol am häufigsten auf und wie verbreitet sind Herzrhythmusstörungen?

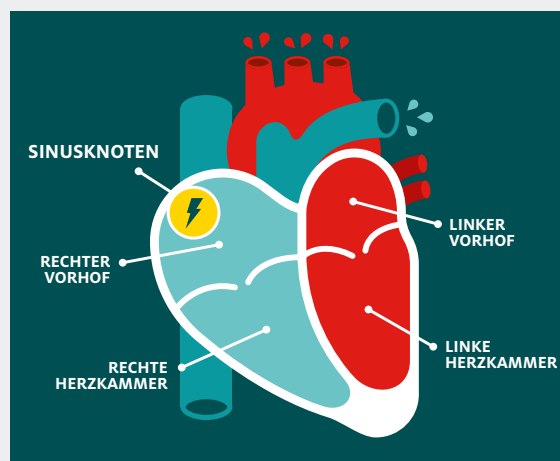
Am häufigsten ist die koronare Herzkrankheit, bei der sich die Herzkranzgefäße verengen oder gar verschließen, wodurch das Herz nicht mehr ausreichend mit Blut versorgt wird. Die schwerwiegendste Folge ist der Herzinfarkt. Die koronare Herzkrankheit verursacht in Italien etwa neun von hundert Todesfällen, in Südtirol sind die Zahlen ähnlich.

Herzrhythmusstörungen, die gefährlich werden können, betreffen nur einen kleinen Teil der Bevölkerung, dennoch sollte man die Bedrohung nicht unterschätzen. Im Gegenteil: Da sie vor allem bei älteren Menschen auftreten, vermuten die Mediziner, dass sie in Zukunft vermehrt vorkommen werden. Außerdem gibt es auch gefährliche Formen der Erkrankung, die zwar sehr selten sind, jedoch zum plötzlichen Herztod führen können.

Schätzungen zufolge erlebten 2021 in Südtirol 3.285 Personen ein neues Arrhythmie-Ereignis mit Einlieferung in die Notaufnahme oder Aufenthalt im Krankenhaus.

Wie das Herz funktioniert

In einem gesunden Herzen erzeugt der Sinusknoten, eine Art Batterie im rechten Vorhof, einen regelmäßigen elektrischen Impuls, der den „Takt vorgibt“. Durch diesen Impuls zieht sich zuerst der obere Teil des Herzens zusammen – die Vorhöfe –, dann die darunter gelegenen Herzkammern. Das Blut wird von den Vorhöfen in die Kammern gepumpt und wandert von dort durch den Körper.



Was ist eine Herzrhythmusstörung?

Von Herzrhythmusstörung oder Arrhythmie spricht man, wenn das Herz zu schnell, zu langsam oder unregelmäßig schlägt. Wie ein Auto wird das Herz von einer elektrischen Anlage in Bewegung gehalten, und wie bei einem Auto kann es Defekte geben. Es kommt zum Beispiel vor, dass der Sinusknoten – die Batterie – nicht richtig funktioniert. Oder die Verbindungskabel geben den elektrischen Impuls nicht richtig an die Vorhöfe und Kammern weiter.

50 bis 100 Herzschläge pro Minute gelten als normal.

Schlägt das Herz langsamer, spricht man von einer **Bradykardie**, ein zu schneller Herzrhythmus wird als **Tachykardie** bezeichnet.

An diesen Richtwerten orientieren sich die Ärzte seit etwa 40 Jahren – aber jeder Fall muss für sich betrachtet werden. Ein „Sportlerherz“ etwa schlägt langsamer, verursacht aber keine Probleme. Im Gegenteil: Die Ausdauerleistung ist oft besonders groß, weil man weniger außer Atem gerät; der Radfahrer Fausto Coppi hatte einen Ruhepuls von 35 Schlägen pro Minute.

Zu den Herzrhythmusstörungen gehören auch die Extrasystolen, das sind gelegentliche zusätzliche Herzschläge. Sie kommen sehr häufig vor und sind fast immer harmlos.



1. Normaler Herzrhythmus
2. Ventrikuläre Extrasystolen – oft als sehr unangenehm empfunden, jedoch meist harmlos
3. Kammerflimmern – eine schwere Arrhythmie

Was verursacht eine Herzrhythmusstörung?

Es gibt mindestens 30 verschiedene Arten von Herzrhythmusstörungen, mit vielfältigen Ursachen. Nicht immer ist das Herz der Grund; auch Stress kann Arrhythmien verursachen, ebenso übermäßiger Kaffee- oder Drogenkonsum, oder eine Schilddrüsendysfunktion.

In einigen Fällen treten die Herzrhythmusstörungen spontan auf; dies betrifft häufig ältere Menschen, oder solche, die schon unter Gesundheitsproblemen wie Bluthochdruck oder Übergewicht leiden.

Manchmal sind die Arrhythmien dagegen die Folge eines Infarkts, weil sich im Herzmuskel kleine Narben gebildet haben, die die Ausbreitung des elektrischen Impulses stören.

Am seltensten, aber bisweilen sehr schwerwiegend, sind Herzrhythmusstörungen mit genetischer Ursache (kongenitale Arrhythmien), die von den Eltern vererbt werden.

Sind Herzrhythmusstörungen gefährlich?

Im Ruhezustand wird der Herzschlag langsamer, strengen wir uns körperlich an oder sind wir aufgeregt, wird der Rhythmus dagegen schneller. Auch Extrasystolen sind in 99 Prozent der Fälle kein Grund, sich zu erschrecken.

In den meisten Fällen ist es völlig normal, wenn gelegentliche, kleine Unregelmäßigkeiten des Herzschlages auftreten.

Krankhafte Herzrhythmusstörungen können sehr ernst sein, müssen es aber nicht. Die Herzmedizin unterscheidet zwei große Gruppen: supraventrikuläre Herzrhythmusstörungen – sie entstehen in den Vorhöfen – und ventrikuläre Herzrhythmusstörungen, die in den Kammern entstehen.



Supraventrikuläre Herzrhythmusstörungen

Sie sind in der Regel nicht unmittelbar lebensgefährlich, einige von ihnen können aber, wenn sie unbehandelt bleiben, schwerwiegende Folgen wie einen Schlaganfall haben. Dies ist zum Beispiel beim Vorhofflimmern der Fall: In den „flimmernden“, sich chaotisch bewegenden Vorhöfen ist der Blutfluss so verlangsamt, dass sich ein Blutgerinnsel bilden kann; wird so ein Gerinnsel mit dem Blutstrom in die Gehirngefäße gespült, kann es stecken bleiben und zum Gefäßverschluss führen. Die Folge ist ein Hirnschlag – Teile des Gehirns sind von der Sauerstoffzufuhr abgeschnitten.



Ventrikuläre Herzrhythmusstörungen

Häufig sind sie harmlos, doch können sie manchmal auch sehr gefährlich sein. Die Herzkammern werden so schnell elektrisch stimuliert, dass sie sich nicht mehr genügend zusammenziehen und somit kein Blut mehr in den Kreislauf pumpen können. Dies kann innerhalb kürzester Zeit zu Bewusstlosigkeit führen, auch in weniger als einer Minute. Im schlimmsten Fall tritt der plötzliche Herztod ein.

CHRIS-Studie und Vorhofflimmern

Vorhofflimmern ist die häufigste Herzrhythmusstörung. In Italien ist rund ein Prozent der Bevölkerung betroffen; bei den über 80-Jährigen sind es bis zu 10 Prozent. In Südtirol sind etwa 3000 Kranke erfasst, das heißt, auf 1000 Menschen kommen etwa sechs Kranke. Da sich diese Zahl nur auf Patienten bezieht, die in die Notaufnahme eingeliefert oder ins Krankenhaus aufgenommen wurden, entsprechen die Daten dem nationalen Trend.

Allerdings wissen etwa 30 Prozent der Betroffenen nichts von ihrer Erkrankung, sind also nicht in Behandlung. **Epidemiologische Studien, die die Gesamtbevölkerung untersuchen, gelangen deshalb in der Regel zu höheren Zahlen, weil vorher unerkannte Fälle ans Licht kommen.** So war es auch bei der CHRIS-Studie im Vinschgau. Bei 114 der etwa 10500 Teilnehmer – also bei etwa einem Prozent – war schon Vorhofflimmern diagnostiziert worden. Bei weiteren 60 Studienteilnehmern empfahlen die Mediziner aber vertiefende Untersuchungen, weil die Studie Anomalien ans Licht gebracht hatte, die für ein Vorhofflimmern verdächtig waren.

Ebenfalls in Zusammenarbeit mit dem Sanitätsbetrieb analysierte das Team von Eurac Research genetische Daten und bestimmte Stoffwechselprodukte im Blut der Teilnehmenden an der CHRIS-Studie, um die Ursachen für das Auftreten von Vorhofflimmern zu untersuchen. Diese im Jahr 2021 veröffentlichte Studie lieferte neue Erkenntnisse über die Krankheit, indem sie bei Patienten mit Vorhofflimmern einen Zusammenhang zwischen zwei seltenen Genvarianten und niedrigen Spiegeln eines bestimmten Lipids im Blut aufzeigte.



Wie bemerkt man eine krankhafte Herzrhythmusstörung?

Herzrhythmusstörungen mit Symptomen

Einige Patienten mit Herzrhythmusstörung erleben sehr intensive Krisen: Das Herz beginnt plötzlich bis zu 200 Mal in der Minute zu schlagen, und dies kann bis zu über 20 Minuten lang anhalten. Die Betroffenen spüren Herzrasen, zittern, schwitzen, verlieren manchmal das Bewusstsein; fast immer müssen sie in die Notaufnahme eines Krankenhauses gebracht werden. Menschen, die wissen, dass sie an Herzrhythmusstörungen leiden, müssen mit der Angst vor diesen Krisen leben lernen; ihre Krankheit ist aber unter ärztlicher Kontrolle und wenn nötig kann eingegriffen werden.

Nicht alle Arrhythmien verursachen Symptome, manche bleiben unbemerkt.

Herzrhythmusstörungen ohne Symptome

Größer ist die Gefahr für Menschen, die nicht wissen, dass sie unter Herzrhythmusstörungen leiden. Arrhythmien, die keine Symptome verursachen, können zum Herzstillstand oder Schlaganfall führen, ohne dass vorher je Beschwerden aufgetreten sind.

Dies kommt häufig bei angeborenen Herzrhythmusstörungen vor, die genetische Ursachen haben. Solche erblichen Herzerkrankungen sind selten, können aber bisweilen, bei einigen Trägern der Anomalie, sehr schwerwiegende Folgen haben. Beispiele sind das Long QT-Syndrom, das Brugada-Syndrom, die katecholaminerge polymorphe ventrikuläre Tachykardie oder die arrhythmogene rechtsventrikuläre Kardiomyopathie (auch arrhythmogene Dysplasie genannt).

Wie diagnostiziert man Herzrhythmusstörungen, wenn sie häufig keine Symptome verursachen?

Die Diagnose ist nicht einfach. Nicht nur, weil manche Arrhythmien keine klaren Symptome zeigen; um einige Krankheitsformen zu erkennen, genügt auch nicht eine einzelne Untersuchung: Weil die Krisen unregelmäßig auftreten, ist eine längere Beobachtung nötig.

Die wichtigsten Diagnoseinstrumente

Untersuchung	Wann wird sie durchgeführt?	Wozu dient sie?
Sportärztliche Untersuchung mit Elektrokardiogramm (EKG)	Ab 12 Jahren verpflichtend, wenn man einen Sport ausüben möchte. Sie hat in gewisser Weise die Musterung ersetzt, bei der früher die gesamte männliche Bevölkerung untersucht wurde.	Deutliche Herzrhythmusstörungen werden sichtbar, zudem einige angeborene Arrhythmien wie das Long QT-Syndrom.
Neugeborenen-EKG	Nur wenn in der Familie schon genetische Erkrankungen bekannt sind. Für die Kardiologen wäre es hilfreich, alle Neugeborenen einer Elektrokardiographie zu unterziehen.	Deutliche Arrhythmien werden erkannt, auch wenn es keine Hinweise auf eine familiäre Vorbelastung gibt.
Kardiologische Vorsorgeuntersuchung mit EKG	Ab einem Alter von 65 bis 70 Jahren einmal im Jahr unbedingt empfohlen.	Risikofaktoren, die im Seniorenalter zunehmen, etwa Bluthochdruck, werden unter ärztlicher Kontrolle gehalten.
Blutdruckmessgerät mit Herzrhythmusstörung-Erkennung	Empfohlen ab einem Alter von 65 bis 70 Jahren.	Ältere Menschen können damit nicht nur ihre Blutdruckwerte kontrollieren, sondern werden auch auf Arrhythmien aufmerksam gemacht, die sie dann mit ihrem Arzt besprechen können.
Langzeit-EKG: Aufzeichnung des Elektrokardiogramms über einen Zeitraum von 24/36 Stunden	Wenn Verdacht auf eine Arrhythmie besteht, die Ärzte sie jedoch mittels der Momentaufnahme des herkömmlichen EKGs nicht aufspüren können und die Arrhythmie fast täglich auftritt.	Auch leichte oder gelegentliche – etwa nächtliche – Arrhythmien werden erkannt.
Loop-Recorder: Medizingeräte, die auf der Brust befestigt oder unter der Haut implantiert werden und den Herzschlag über einen Zeitraum von bis zu drei Jahren dokumentieren	Wenn Verdacht auf eine Arrhythmie besteht, die Ärzte sie jedoch mittels herkömmlichen EKGs nicht aufspüren können und die Arrhythmie nur sporadisch auftritt.	Auch leichte oder gelegentliche – etwa nächtliche – Arrhythmien werden erkannt.
Apps für Smartphone oder Smartwatch, die Intensität und Dauer von Rhythmusstörungen registrieren und die Daten mittels GPS übertragen	Wenn eine bekannte Herzrhythmusstörung überwacht werden soll.	Besonders nützlich bei paroxysmalen Tachykardien, die anfallsweise auftreten und sehr intensiv sind. Es besteht allerdings die Gefahr von Fehlalarmen, etwa bei sportlicher Anstrengung.
Echokardiographie (Ultraschalluntersuchung des Herzens) + Magnetresonanz	Wenn man die Morphologie des Herzens analysieren will, um eine eingehendere Diagnose zu stellen.	Es werden Arrhythmien erkannt, deren Ursache in Veränderungen der Herzstruktur liegt, etwa die arrhythmogene Kardiomyopathie: Bei ihr lagert sich Fettgewebe im Herzmuskel ein.
Molekulargenetische Untersuchung	Die Ärzte ordnen sie an, wenn es in der Familie Fälle erblicher Arrhythmien gibt oder wenn sie andere Ursachen ausgeschlossen haben.	Die Ärzte erkennen eventuelle Genmutationen oder schließen solche aus. Träger solcher Mutationen könnten erkranken, und wer dies weiß, kann sich einer präventiven Therapie unterziehen.

Wie werden Herzrhythmusstörungen behandelt?

Als erstes müssen die Ärzte erkennen, um welche Form der Arrhythmie es sich handelt und was die spezifischen Ursachen sind. Die Ärzte können:

- **Risikofaktoren ausschalten oder einschränken.** Was solche Faktoren sind, hängt von der jeweiligen Arrhythmie ab. Der größte Risikofaktor für Vorhofflimmern ist zum Beispiel Bluthochdruck. Wer am Long QT-Syndrom leidet, muss den Kaliumspiegel im Blut ungewöhnlich hoch halten. Wer an arrhythmogener rechtsventrikulärer Kardiomyopathie leidet, darf keinen Sport treiben; hingegen ist Bewegung gut, wenn man übergewichtig ist und an Vorhofflimmern leidet.
- **Medikamente verschreiben, die den Herzrhythmus regulieren.**
- **Eine kleine Ablation vornehmen** – bei diesem Eingriff werden jene Teile des Herzens verödet, die für die Arrhythmie verantwortlich sind. Im Krankenhaus Bozen nehmen die Fachärzte etwa 200 solcher Eingriffe im Jahr vor.
- **Einen Herzschrittmacher implantieren.** Schafft der natürliche Taktgeber des Herzens, der Sinusknoten, es nicht alleine, den Rhythmus vorzugeben, kann ein künstlicher Herzschrittmacher einspringen. In Südtirol werden jährlich etwa 300 Herzschrittmacher implantiert.
- **Einen implantierbaren Defibrillator einsetzen,** der in einer bedrohlichen Situation einen Stromstoß aussendet. In Südtirol werden im Jahr etwa 100 dieser Geräte implantiert.
- **Eine genetische Therapie empfehlen.** Die Forschung dazu ist noch in der Pionierphase, doch tun sich einige neue Möglichkeiten auf. Ein Team des Istituto Maugeri in Pavia arbeitet zum Beispiel an einer genetischen Therapie für die katecholaminerge polymorphe ventrikuläre Tachykardie.
- **An wissenschaftlichen Studien mitarbeiten, die Forschung unterstützen.** Was die klinische Forschung betrifft, so teilen die Ärzte des Krankenhauses Bozen die Patientendaten – selbstverständlich anonymisiert – mit einem nationalen Netzwerk. Die große Datenmenge aus verschiedenen Kliniken ermöglicht statistische Aussagen von größerer Robustheit. Was die Grundlagenforschung betrifft, so laufen derzeit einige Studien mit dem Zentrum für Biomedizin von Eurac Research.

An welchen Studien zu Herzrhythmusstörungen arbeiten die Forscherinnen von Eurac Research derzeit?

Grundlagenforschung zu genetisch bedingten Herzerkrankungen

Die arrhythmogene Kardiomyopathie ist eine seltene, jedoch sehr schwerwiegende genetische Herzerkrankung, bei der die Herzmuskulatur nach und nach durch Fett- und Bindegewebe ersetzt wird. Dies kann zu schweren Arrhythmien und zum plötzlichen Herztod führen. Manchmal kommt es sogar zum plötzlichen Herztod, ohne dass vorher Beschwerden aufgetreten sind: Prominente Fälle in Italien waren der im Spiel zusammengebrochene Fußballprofi Piermario Morosini von AS Livorno und der Hockeyspieler Darcy Robinson vom Hockeyclub Asiago. Selbst wenn die Herzrhythmusstörungen erkannt und unter Kontrolle gehalten werden, ist die Funktion des Herzmuskels durch die krankhafte Fettansammlung mitunter derart eingeschränkt, dass das Herz nicht mehr genügend Blut durch den Kreislauf pumpen kann. Man spricht dann von Herzinsuffizienz. Ist die Krankheit weit fortgeschritten, kann der Patient manchmal nur durch eine Transplantation gerettet werden.

Kann man diesen Prozess aufhalten?

Das hoffen Forscherinnen von Eurac Research, die den Krankheitsprozess gemeinsam mit Wissenschaftlern des Mailänder Centro Cardiologico Monzino im Labor nachahmen.

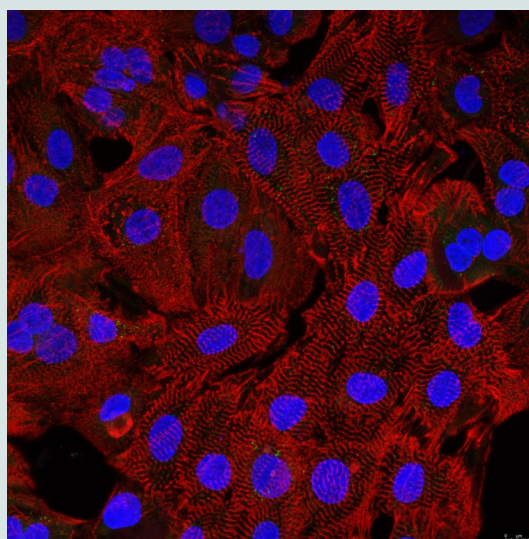
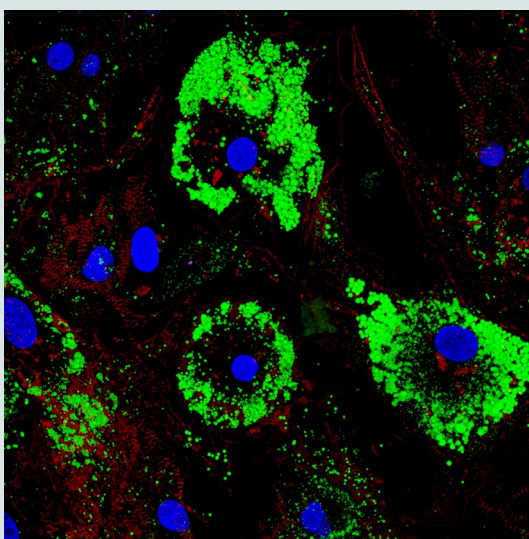
Dabei bedienen sie sich **induzierter pluripotenter Stammzellen**: Blutzellen von Kranken werden zuerst zu Stammzellen umprogrammiert – also zu Zellen, die sich in jede beliebige Zelle des Körpers verwandeln können – und anschließend zu Herzmuskelzellen (Kardiomyozyten) ausdifferenziert. Nun können die Wissenschaftlerinnen die Vorgänge in diesen kranken Zellen genau beobachten und sie mit gesunden Herzmuskelzellen vergleichen, um zu verstehen, wo das System nicht richtig funktioniert.

Darüber hinaus haben die Forscherinnen in Zusammenarbeit mit der Medizinischen Universität Innsbruck, dem Centro Cardiologico Monzino und der Staatlichen Universität Mailand gezeigt, dass man die Bildung der für die Krankheit typischen Fettablagerungen in den so genannten Herzfibroblasten verlangsamen kann, indem man die Aktivität des Enzyms GCN5 mit einem synthetisch hergestellten Molekül hemmt (diese Forschungsarbeit war auch dank der Unterstützung durch das Provincial Joint Programme – IT-FWF möglich). Weitere Studien müssen nun zeigen, ob dieses Molekül nicht nur bei einzelnen Zellen, sondern auch bei von der Krankheit betroffenen Menschen wirken kann.

Das klingt vielleicht einfach, doch solche Grundlagenforschung ist langwierig, kann Jahre in Anspruch nehmen. So dauert es allein sechs Monate, um aus den Blutzellen induzierte pluripotente Stammzellen zu gewinnen. Bis man daraus dann Herzmuskelzellen erhält, vergehen noch einmal 30 bis 60 Tage. Und dieser Prozess muss viele Male wiederholt werden, um aussagekräftige Ergebnisse zu erzielen.

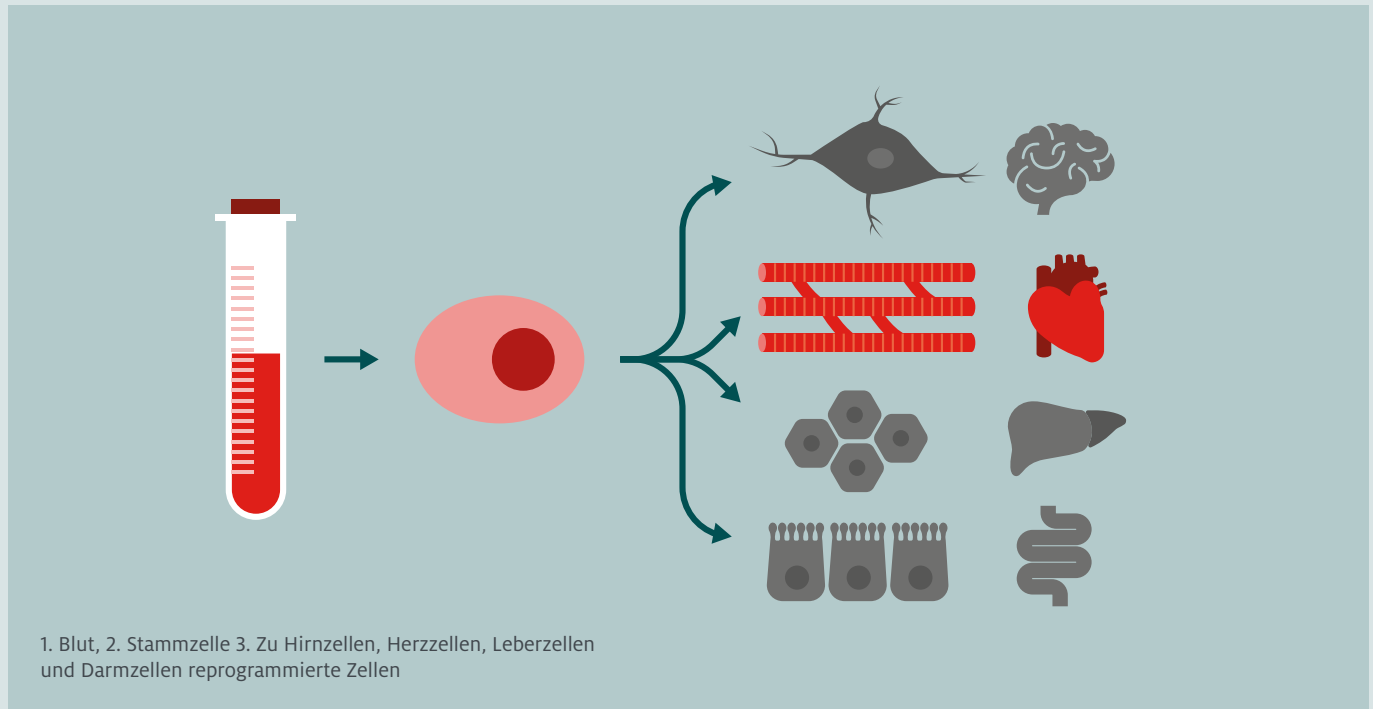
Doch nur wenn man besser versteht, was genau in den kranken Zellen passiert, kann man Ansatzpunkte für Therapien finden, die den Krankheitsprozess verlangsamen oder aufhalten. Solche Forschung ist möglich dank der Zusammenarbeit mit den Kardiologen des Krankenhauses Bozen und der großzügigen Unterstützung durch betroffene Südtiroler Familien, die den Wissenschaftlern Blutproben zur Verfügung stellten.

Eurac Research/Marzia De Bortoli



Die grünen Flecken sind die Fettsammlungen im Herzmuskel, die bei der **arrhythmogenen Kardiomyopathie** zu zunehmender Herzschwäche führen. Bei gesunden Herzmuskelzellen sind dagegen sowohl die Zellkerne deutlich sichtbar (blau), als auch die roten Fasern der Sarkomere, die die Muskelkontraktion ermöglichen.

Wie induzierte pluripotente Stammzellen gewonnen werden



Bei welchen Patienten ist ein implantierbarer Defibrillator sinnvoll? Genforschung soll die Frage beantworten helfen.

Bei einigen Patienten mit gefährlichen Kammerhythmusstörungen, die tödlich sein können, wird ein implantierbarer Defibrillator eingesetzt. In bedrohlichen Situationen sendet er einen Stromstoß aus, der die Rhythmusstörung beheben kann. Wie die Daten aus der wissenschaftlichen Literatur zeigen, erfüllt das Gerät seine Aufgabe aber nur bei etwa 30 Prozent der Patienten, denen es zur Primärprävention – also zur Verhinderung eines ersten Stillstands – eingesetzt wird.

Dies ist deshalb von Bedeutung, weil der Eingriff hohe Kosten verursacht (das einfachste Modell kostet etwa 6000 Euro) und für den Patienten auch mit Komplikationen verbunden sein kann, zum Beispiel mit einer Infektion. Ein weiteres Problem sind falsche Schockabgaben, etwa wenn der Defibrillator ein vergleichsweise harmloses Vorhofflimmern irrtümlich als lebensgefährliche Kammerhythmusstörung interpretiert und durch mehrfache Schockabgabe zu beenden versucht; dies ist für die Patienten sehr schmerzhaft und traumatisierend.

Könnte man einigen Patienten die Implantation eines Defibrillators ersparen? Wie bestimmen, bei welchen Patienten er sinnvoll ist? Spielt das Erbgut eine Rolle?

Das versuchen die Genetiker von Eurac Research und die Kardiologen der Krankenhäuser von Bozen und Trient herauszufinden. Über einen Zeitraum von drei Jahren haben die Forscher 286 Patienten mit einem implantierten Defibrillator überwacht, haben das genetische Profil der Kranken mit den Daten zu den Schockabgaben verglichen. Dabei zeigte sich, dass es **bei Patienten mit bestimmten Genvarianten häufiger zu lebensrettenden Schockabgaben kommt** – diese Patienten könnten öfter von potentiell gefährlichen Arrhythmien betroffen sein. Jetzt vergleichen die Wissenschaftler ihre Ergebnisse mit jenen eines Forscherteams aus Iowa (USA). Bestätigt sich ihre Hypothese, hätten die Ärzte genauere Richtlinien, um jene Patienten zu erkennen, die besonders zu gefährlichen Arrhythmien neigen, für die der implantierte Defibrillator also besonders wichtig ist.

Kann man auch in einer kleinen Region wie Südtirol Forschung von hohem Niveau betreiben?

Man kann und man muss. Von grundlegender Bedeutung ist, die gewonnenen Informationen mit anderen Forschungszentren zu teilen. Die wissenschaftlichen Arbeiten werden auf Portalen wie Pub Med publiziert, damit alle Forscher Zugang haben, und die wissenschaftlichen Kongresse sind eine gute Gelegenheit zum Austausch. Außerdem eignen die Wissenschaftler sich bei Forschungsaufenthalten in anderen Laboren immer wieder die neuesten Techniken an. Das Forscherteam, das sich bei Eurac Research mit Herz-Kreislauf-Krankheiten beschäftigt, befindet sich derzeit zum Beispiel in Austauschprogrammen mit der **Universität Parma**, dem **Centro cardiologico Monzino in Mailand**, der **Medizinischen Universität Innsbruck**, dem **International Centre for Genetic Engineering and Biotechnology in Triest** und der **Fachhochschule Kärnten (CUAS)**. Außerdem hat das Team Forschungsstipendien der Stiftung Veronesi und der **European Molecular Biology Organization (EMBO)** gewonnen, hat finanzielle Unterstützung durch die **Stiftung Telethon** erhalten, und wird derzeit durch Förderprogramme der EU und der Autonomen Provinz Bozen unterstützt.

Aktuelles Förderprogramm: Joint Project SüdTyrol- FWF (Italy-Austria),
grant number 23623; European Regional Development Fund* / Interreg V-A Italy-Austria 2014-2020
grant number ITAT1047 für das Projekt INCARDIO



Impressum

Autorin und Autor: Alessandra Rossini, Leiterin der Forschungsgruppe Herzbiologie (biology of cardiac health and disease) am Institut für Biomedizin von Eurac Research, **Werner Rauhe**, Kardiologe mit Schwerpunkt Elektrophysiologie, ehemaliger Verantwortlicher der „Kardiologischen Intensivstation und Bettenstation“ am Krankenhaus Bozen.

Mit wissenschaftlicher Unterstützung durch: Marzia De Bortoli, Luisa Foco und Roberto Melotti (Eurac Research), Roberto Cemin (Krankenhaus Bozen), Mirko Bonetti und Carla Melani (Beobachtungsstelle für Gesundheit - A.P. Bozen).

Redaktion: Valentina Bergonzi

Übersetzung: Barbara Baumgartner

Illustrationen: Oscar Diodoro

Grafik: Alessandra Stefanut