

Bericht 2015/2016

Wissenschaft und Innovation

Sehr geehrte Leserin,
sehr geehrter Leser

Vor 20 Jahren wurde Prof. Dr. med. Christian Gerber in Zürich als Ordinarius für Orthopädie der Universität Zürich und Ärztlicher Direktor der Universitätsklinik Balgrist gewählt. Er hat seine Tätigkeit am 1. Oktober 1995 aufgenommen und von Beginn weg die erfolgreiche klinische und wissenschaftliche Entwicklung der Universitätsklinik Balgrist geprägt. Er setzt sich täglich und unermüdlich für die Verbesserung der Behandlungsstandards in der Orthopädie ein und stellt damit unsere Patienten in den Mittelpunkt seiner Tätigkeit. Dies mit Erfolg, wie Sie im nachfolgenden Artikel über seine wegweisenden Errungenschaften nachlesen können.

Als Dank für alles, was Prof. Gerber für unsere Patienten und unsere Klinik geleistet hat, widmen wir ihm diesen ersten Bericht zur Wissenschaft und Innovation der Universitätsklinik Balgrist.

Sollten Sie unsere Forschungsbemühungen unterstützen wollen, bitten wir Sie, mit der Balgrist-Stiftung in Kontakt zu treten. Diesbezügliche Informationen finden Sie am Ende dieses Berichts.



Rita Fuhrer
Präsidentin
Schweizerischer
Verein Balgrist



Dr. Serge Altmann
Spitaldirektor

Prof. Dr. med. Christian Gerber: 20 Jahre im Dienste unserer Patienten, der Orthopädie und der Klinik

Unermüdlich hat Prof. Christian Gerber daran gearbeitet, die Universitätsklinik Balgrist zu einem Spitzenzentrum der Orthopädie zu formieren und auszubauen. Persönlich hat er sich auf den Bereich der Schulter- und Ellbogenchirurgie konzentriert und gilt als einer der weltbesten Chirurgen seines Fachs.

Nachfolgend eine Auswahl von Bereichen, in denen Prof. Christian Gerber national und international hohe Anerkennung erreicht hat.



Wegweisender Verbesserer

Latissimus-dorsi-Transfer

Prof. Christian Gerber hat die Technik des sogenannten Latissimus-dorsi-Transfers entwickelt, eine chirurgische Behandlungsmethode, bei der der Musculus latissimus dorsi mit samt seiner Sehne abgelöst und an einer neuen Stelle fixiert wird, um die verlorengegangene Beweglichkeit in der Schulter wieder zu ermöglichen. Diese Behandlungsmethode war und ist wegweisend in der gelenkerhaltenden Chirurgie und gilt heute noch als Goldstandard.

Die optimale Nahttechnik für Sehnenrekonstruktionen

Der Halt des Nahtfadens in der Sehne gilt als schwächstes Glied in der mechanisch belasteten Sehnennaht. Die biomechanischen und experimen-

tellen Arbeiten von Prof. Christian Gerber mit Mitarbeitern am AO-Institut in Davos haben den Mason-Allen-Stich als in der offenen Chirurgie besten Stich international etabliert.

Gerber Lift-Off-Test

Mit dem Lift-Off-Test – auch Gerber-Test genannt – wird die Integrität der Subscapularis-Sehne geprüft. Dieser Test besticht durch seine Effektivität und Einfachheit und gilt inzwischen weltweit als zuverlässigster Parameter für diese klinische Fragestellung und wird im Internet bereits hunderttausendfach zitiert.

Muskelheilung durch Dehnung

Das von Christian Gerber in jahrzehntelanger, steter und unbeirrbarer Beharrlichkeit entwickelte Schaf-Modell für Sehnenrisse hat es zum ersten Mal

erlaubt, bisher als nicht heilbar und als irreversibel geltende anatomische Muskel-Veränderungen bei chronischen Sehnenrissen durch kontinuierliche experimentelle Dehnung des Muskels wiederherzustellen und damit ansatzweise zu heilen.

Philos-Platte

Die heute gebräuchlichste Osteosyntheseplatte für Schulterfrakturen ist die sog. Philos-Platte der Firma Synthes und wird inzwischen von zahlreichen anderen Anbietern imitiert. Obwohl nicht offiziell als Erfinder genannt, so war es Prof. Christian Gerber, der den entscheidenden Anstoß zur Entwicklung dieses Erfolgsmodells gab.

Klassifikation der Schulterinstabilität

Ein klares Verständnis des Verletzungsmusters ist entscheidend für die korrekte Behandlung der Schulterinstabilität. Die heute allgemein gebräuchliche und als korrekt wahrgenommene Klassifikation geht auf die Arbeit von Christian Gerber zurück, der damit maßgeblich dazu beigetragen hat, dass unnötige Operationen vermieden werden können.

Frakturprothese und Anatomical Schulterprothesensystem

Christian Gerber ist maßgeblicher Co-Autor eines eigenen Schulter-Prothesenprogramms, das es als eines der ersten erlaubt, für den Patienten schonend zwischen verschiedenen Prothesentypen zu wechseln und eine besonders anatomische Rekonstruktion des Knochens bei Frakturen zu erzielen.

Erfolgreicher Ordinarius und Direktor

Prof. Christian Gerber hat unermüdlich daran gearbeitet, die Universitätsklinik Balgrist zu einem Spitzenzentrum der Orthopädie auszubauen. Er selbst hat sich auf den Bereich der Schulter- und Ellbogenchirurgie konzentriert und in allen nach Gelenken und Anatomie organisierten Teams Schritt für Schritt Teamleiter und neu auch Chefärzte aufgebaut, die international hohes Ansehen als Experten in ihren Gebieten genießen und alle als Professoren oder Privatdozenten der Universität Zürich tätig sind. Seit Aufnahme seiner Tätigkeit als Ärztlicher Direktor der Universitätsklinik Balgrist hat sich die

Anzahl stationärer Patienten von 2'865 auf rund 5'200 Patienten erhöht.

In den letzten Jahren hat Prof. Christian Gerber drei Forschungsprofessuren aufgebaut. Dabei hat er nicht nur die grundsätzlichen, inhaltlichen Schwerpunkte der Professuren festgelegt, sondern auch langjährige Finanzierungen sichergestellt. Die Professur für Knochentumoren von Prof. Bruno Fuchs, die Professur für Biomechanik von Prof. Jess Snedeker und die Professur für Muskelplastizität von Prof. Martin Flück arbeiten eng mit den Klinikern der Universitätsklinik Balgrist zusammen.

Geehrter Arzt und Wissenschaftler

Prof. Christian Gerber hat über 300 Publikationen verfasst und wurde über 20'000 Mal zitiert (Stand September 2015).

Auch hat er diverse Preise gewonnen: So beispielsweise den Arthur Steindler-Award 2014, der ihm im März 2014 an der gemeinsamen Jahrestagung der Orthopaedic Research Society (ORS) und der American Academy of Orthopaedic Surgeons (AAOS) in New Orleans übergeben wurde. Zuvor hatte Prof. Christian Gerber unter anderem viermal den Charles S. Neer Award und den Kappa Delta/OREF Clinical Research Award gewonnen.

Innovativer Unternehmer

Neben den klinischen und wissenschaftlichen Tätigkeiten ist Prof. Christian Gerber auch ein sehr erfolgreicher Unternehmer. Dafür ist der Balgrist Campus ein eindrückliches Zeugnis. Die Vision und Konzeption stammt von ihm und während der Realisierung hatte Prof. Gerber die Fäden in der Hand. Das einzigartige Zentrum für die muskuloskelettale Forschung und Entwicklung ist seit November 2015 in Betrieb.



Hirn-Computer-Schnittstelle für hirngesteuerte Aktivitäten.

Inhaltsverzeichnis

Balgrist Campus

- Einzigartige Infrastruktur für Forschung und Entwicklung **8**

Orthopädie

- CARD: Computergestützte Operationsplanung als HSM-Projekt **10**
- Neue Erkenntnisse zur Optimierung von Kreuzbandoperationen im Tierversuch **12**
- ZuriMED Technologies AG: Ein Balgrist Spin-off **14**
- Hüft- und Beckenchirurgie: Patientenspezifische Instrumente erleichtern chirurgische Eingriffe **16**
- Hochspezialisierte Medizin (HSM): Projekt der Muskuloskelettalen Onkologie **18**
- VirtaMed AG: Zusammenarbeit ETH-Spin-off und Universitätsklinik Balgrist **20**
- Erstversorgung in der Schweiz: Implantation ActiGait-Neurostimulator **22**
- Forschung für Muskelplastizität: Vom Mechanismus zur Therapie **24**
- UCAR: Abteilung für klinische und angewandte Forschung **26**

Radiologie

- Hochspezialisierte Medizin (HSM): Der EOS-Ganzkörperscanner **28**
- Metallartefaktreduktion im MRI bei Patienten mit Prothesen und orthopädischen Implantaten **30**

Zentrum für Paraplegie

- FLOAT: Spielend Gehen lernen **34**
- Zervikale Myelopathie: Wenn es im Rückenmark eng wird **36**
- Hochauflösende Bildgebung mit prognostischem Mehrwert **38**
- FitSCI: Aktivitätsmonitor für einen aktiven Lebensstil **40**
- Stammzellentherapie bei Querschnittlähmung **42**
- Neuro-Urologie: Vom Labor ans Patientenbett **44**
- Rehabilitationsrobotik **46**
- GRAIL: Das Ganglabor der Zukunft **48**

Weitere Bereiche

- Anästhesie: Verfahren für eine reibungslose postoperative Phase **50**
- Physikalische Medizin und Rheumatologie: CRPS im Fokus internationaler Kollaborationen **52**
- Chiropraktische Medizin: Manuelle Techniken und neurowissenschaftliche Untersuchungsmethoden **54**
- Pflege: Qualitäts- und Prozessoptimierung durch pflegegeleitete Patientenzugänge **56**
- Forschung Physiotherapie: Innovation und Effektivität **58**
- Balgrist Tec AG: Myoelektrische Armprothese **60**
- Symposium Schweizer Spitzenmedizin: Die Plattform zur Förderung der Spitzenmedizin **62**
- Cybathlon 2016 **64**

Stiftung und Verein

- Die Balgrist-Stiftung/Der Schweizerische Verein Balgrist **66**



Balgrist Campus: Einzigartige Infrastruktur für Forschung und Entwicklung

Mit dem Balgrist Campus entsteht in unmittelbarer Nähe zur Universitätsklinik Balgrist ein einzigartiges Zentrum für die muskuloskelettale Forschung und Entwicklung.

Erkrankungen und Verletzungen des Bewegungsapparates verursachen in der Schweiz am meisten Hospitalisationen. Mit dem Balgrist Campus entsteht ein Forschungs- und Entwicklungsgebäude, in dem solche Probleme in weltweit einzigartiger Art und Weise angegangen werden. Das Gebäude steht Forschungsgruppen der Universität Zürich und der ETH Zürich sowie industriellen Partnern zur Verfügung, die sich spezialisiert mit dem Bewegungsapparat befassen. Der Balgrist Campus ist seit November 2015 in Betrieb.

Die Baukosten für das neue Forschungs- und Entwicklungsgebäude belaufen sich auf 64 Millionen Franken und sind ohne Steuergelder finanziert. Hauptspender des Balgrist Campus ist Dr. Hansjörg Wyss, Gründer und ehemaliger Inhaber der Synthos AG, der das Vorhaben mit insgesamt 14 Millionen Franken unterstützt.

Interdisziplinärer Austausch

Architekt Daniel Wentzlaff, von Nissen Wentzlaff Architekten, Basel, erläutert das Erscheinungsbild des Balgrist Campus als einen «bewusst offen gestalteten Baukörper mit transparenten, versetzten Geschossen». An diesem Ort soll der interdisziplinäre Austausch zwischen Forschern, Entwicklern und Industrie gefördert werden. Der Neubau weist eine Nettogeschossfläche von ca. 7'600 Quadratmetern auf und vereint Forschungsgruppen aus den Bereichen Tumor und Metastasen, Muskeln, Biomechanik, Robotik, Paraplegie sowie Klinische Orthopädie.

Das Gebäude verfügt über drei natürlich beleuchtete Geschosse, die sich durch überdurchschnittliche Raumhöhen auszeichnen. Die Nasslabore, die Trockenlabore sowie die Büros sind jeweils auf einem Geschoss konzentriert. Ein zusätzliches Untergeschoss nimmt die Haustechnikzentralen und weitere Labor- und Supporträume auf. Sogenannte «Shared

Facilities» werden kompakt zusammengefasst, um die Nutzer zusammenzuführen und deren Austausch zu fördern. Die abteilungsübergreifende Platzierung der Einrichtungen bewirkt eine grösstmögliche Interaktion zwischen den Forschungsgruppen.

Die Gebäudemitte ist zugunsten der Kommunikation und Zusammenarbeit offen und transparent gestaltet. Durch die Anordnung der Geschossebenen im «Split Level»-Prinzip entstehen auch diagonal Durchblicke durch das gesamte Gebäude. Die gegenseitige Wahrnehmung und die Interaktion der Nutzer werden auf diese Weise ebenfalls unterstützt und intensiviert. Die vertikale Erschliessung des Hauses erfolgt über das zentrale offene Treppenhaus, zwei Treppenhäuser an den Gebäudeenden, einen zentralen Personenaufzug sowie zwei Warenlifte. Um die flexible Teamarbeit zu ermöglichen steht im ganzen Gebäude und im Garten kabellose Telefonie und WLAN zur Verfügung.

Thomas Huggler, lic. oec. HSG hat Anfang 2015 seine Tätigkeit als erster CEO der Balgrist Campus AG aufgenommen. Der junge Manager blickt bereits auf eine beeindruckende Karriere bei Novartis zurück. Zunächst leitete er die Finanzabteilung der Division Tiergesundheit für Australien und Neuseeland, später übernahm er die Vertriebsleitung für die gleiche Geschäftseinheit. Bevor er zur Balgrist Campus AG wechselte, war er Vorsitzender der Geschäftsleitung der Novartis Tiergesundheit GmbH Deutschland/Österreich mit Sitz in München.



CARD: Computergestützte Operationsplanung als HSM-Projekt

Die Balgrist CARD AG (Computer Assisted Research & Development) baut die Forschung und Entwicklung im Bereich computergestützte Chirurgie im Rahmen des kantonalen Schwerpunktprogrammes «Hochspezialisierte Medizin» weiter aus.

Bei orthopädischen Eingriffen ist die hohe Genauigkeit bei der Operationsplanung und -durchführung ein wesentlicher Faktor für ein erfolgreiches Behandlungsergebnis. Das CARD-Team hat sich auf die Entwicklung von innovativen Technologien spezialisiert, die dem Chirurgen eine hochpräzise Durchführung von komplexen Eingriffen ermöglichen. Mit der CARD-Software CASPA kann der Eingriff präoperativ in hoher Genauigkeit simuliert werden, wodurch sich der Chirurg optimal auf die Operation vorbereiten kann. Für die millimetergenaue planungsgetreue Umsetzung der Operation entwirft Balgrist CARD AG patientenspezifische Instrumentarien zur intraoperativen Navigation, die mit Hilfe der 3D-Druck-Technologie angefertigt werden.

Externe Dienstleistung

Um die Methode auch anderen Spitälern als Dienstleistung anzubieten, wurde 2014 die Spin-off-Firma Balgrist CARD AG gegründet. Die Balgrist CARD AG bietet Lösungen für die präzise Korrektur von komplexen Knochendeformitäten an, da hier eine möglichst genaue Rekonstruktion der ursprünglichen Anatomie für die Gelenkerhaltung entscheidend ist. Die Angebotspalette umfasst die 3D-Operationsplanung für Korrekturosteotomien und Tumorresektionen des gesamten Bewegungsapparats, inklusive der Herstellung von patientenspezifischen Instrumentarien als zugelassene Medizinprodukte. Bisherige Studien haben gezeigt, dass mit der CARD-Technologie eine Operationsgenauigkeit von unter 2 mm bzw. 2 Grad erreicht wird.

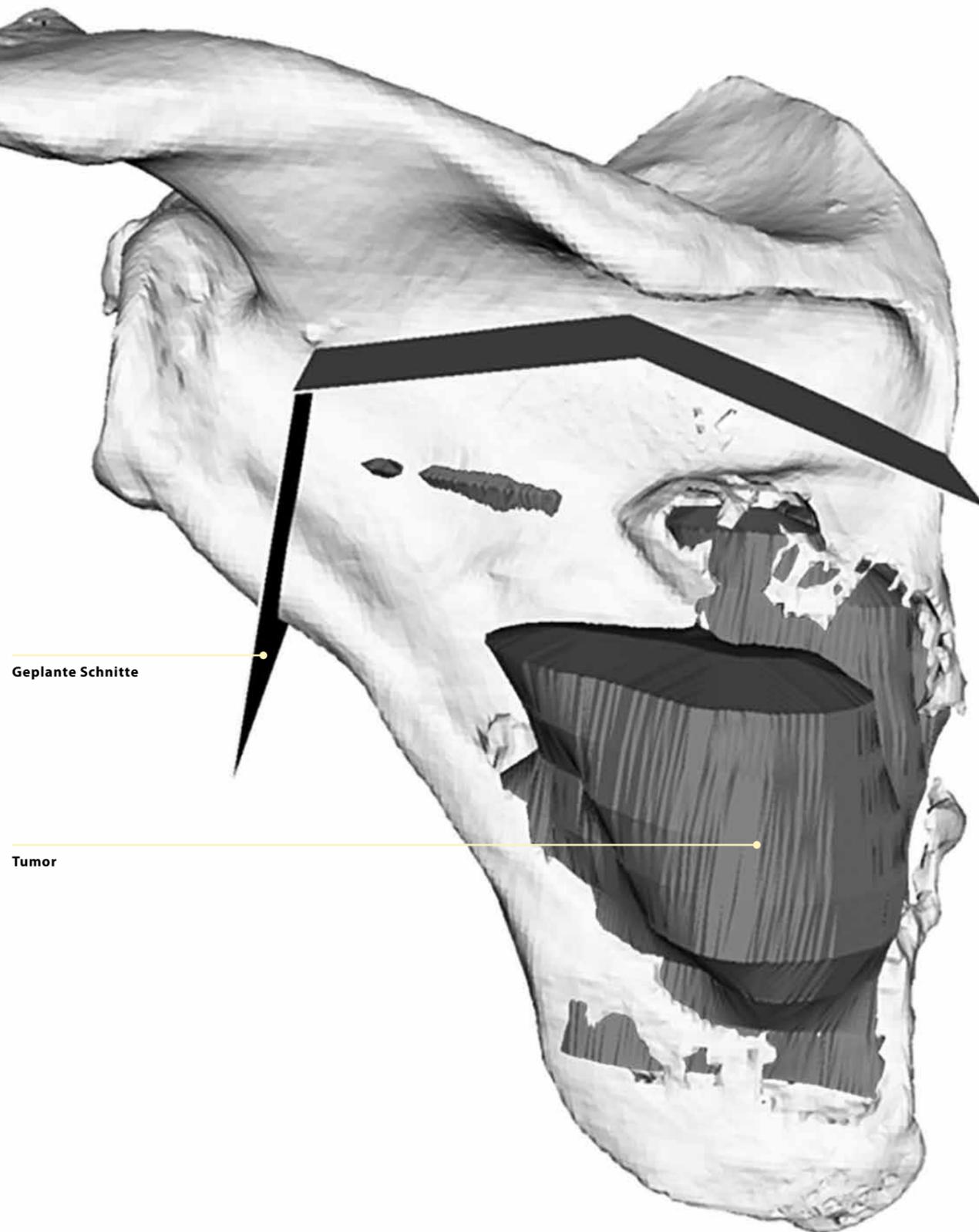
Innovation und Förderung

Inzwischen werden an der Universitätsklinik Balgrist über 100 Operationen im Jahr mit dieser vielversprechenden Technologie durchgeführt. Das Innovationspotenzial wurde auch vom Kanton Zürich anerkannt, der die weitere Forschung und Entwicklung im Rahmen der Förderung der Hoch-

spezialisierten Medizin (HSM) bis 2018 mit CHF 2.1 Mio. unterstützt. Die Forschungsschwerpunkte liegen auf der Integration der Weichteilanatomie in die computergestützte Operationsplanung, wodurch die Simulation des Bewegungsapparates individuell für einen Patienten ermöglicht wird. So kann man nicht nur eine vorliegende Bewegungseinschränkung dynamisch analysieren, sondern auch die Verbesserung der Funktion nach der Operation vorhersagen. Im Zuge von HSM werden auch 3D-Drucker neuester Generation angeschafft, so dass patientenspezifische Instrumentarien inhouse hergestellt werden können. Die Geräte erlauben auch die Mischung von Strukturen unterschiedlicher Härte, wodurch komplexe anatomische Knochen- und Weichteilstrukturen angefertigt werden können, die zur Patientenaufklärung oder bei der Aus- und Weiterbildung von Chirurgen verwendet werden. Die Balgrist Card AG hat ihren Sitz im Balgrist Campus.

Dr. Sc. Philipp Fürnstahl ist Leiter des CARD-Teams der Universitätsklinik Balgrist und Geschäftsführer der Balgrist CARD AG. Nach seinem Studium der Technischen Mathematik in Graz, begann Ph. Fürnstahl im Jahr 2006 sein Doktoratsstudium am Institut für medizinische Bildverarbeitung der ETH Zürich. Er dissertierte 2010 mit seiner Arbeit «Computer Assisted Planning for Orthopedic Surgery».

Bevor Ph. Fürnstahl im Jahr 2012 das CARD-Team aufbaute, war er bei Siemens Schweiz als Team- und Projektleiter in der Software-Entwicklung tätig.



Geplante Schnitte

Tumor

Neue Erkenntnisse zur Optimierung von Kreuzbandoperationen im Tierversuch

Bei der Kreuzbandrekonstruktion werden körpereigene Sehnen als Kreuzbandersatz verwendet. Forscher der Universitätsklinik Balgrist haben eigens eine Testmethode an Kaninchen entwickelt, um Modifikationen der Sehnen im lebenden Tiermodell zu testen. Werden Sehnentransplantate in Zukunft gepresst?

Kreuzbandrisse treten häufig bei jungen Patienten im Rahmen von Sportunfällen auf. Bei gescheiterter konservativer Therapie und/oder sportlich sehr aktiven Patienten wird an der Universitätsklinik Balgrist bei knapp 200 Patienten pro Jahr zur Stabilisation des Kniegelenkes eine Operation durchgeführt, die sogenannte Kreuzbandrekonstruktion. Dabei wird eine körpereigene Sehne als Kreuzbandersatz benutzt. Mit Hilfe einer Kniegelenksspiegelung werden oberhalb und unterhalb des Kniegelenks Knochenkanäle gebohrt. Das Sehnentransplantat wird danach in diese Knochenkanäle eingebracht, angespannt und befestigt. Dadurch kann die ursprüngliche Stabilität des Kniegelenkes wiederhergestellt werden. Es ist seit ca. zwei Jahrzehnten bekannt, dass es bei einem Teil der Patienten zu einer Erweiterung dieser Knochenkanäle kommen kann. Es ist zurzeit noch unklar, wie relevant diese Erweiterung ist, solange das Ersatzkruzband noch intakt und das Kniegelenk stabil ist.

Erneuter Riss und Knochenverlust

Kommt es jedoch zu einem erneuten Riss dieser Ersatzsehne, muss häufig aufgrund des Knochenverlustes in einer ersten Operation der Knochenkanal mit Ersatzknochen aufgefüllt werden, bevor dann in einer zweiten Operation eine erneute Kreuzbandrekonstruktion durchgeführt werden kann. Zwischen diesen beiden Operationen muss in der Regel etwa drei Monate gewartet werden. Das Ziel ist, den Knochenverlust möglichst gering zu halten, sodass bei einem erneuten Kreuzbandriss direkt die Rekonstruktion durchgeführt werden kann. Dies erspart dem Patienten nicht nur eine Operation, sondern auch die Wartezeit zwischen den beiden Eingriffen.

Neue Methode im Test

Um die Erkenntnisse diesbezüglich weiter voranzubringen, haben Forscher der Universitätsklinik

Balgrist eigens eine Testmethode an Kaninchen entwickelt, um Modifikationen der Sehnen im lebenden Tiermodell zu testen. Dabei wird eine Fusstrecker-Sehne so in einen Knochenkanal im Schienbein umgeleitet, dass die Tiere direkt nach der Operation wieder schmerzfrei belasten können und abgesehen von der Rasur des Beines nichts mitbekommen. Es konnte gezeigt werden, dass durch das Pressen der Sehne kleinere Kanäle gebohrt werden können und somit das Volumen der Knochenkanäle um ca. 30% kleiner wird und über den Beobachtungszeitraum auch ebenso klein bleibt. Die Sehnen wurden in den Knochenkanälen anschliessend biomechanisch getestet und es konnten keine nachteiligen Unterschiede in der Festigkeit zwischen gepressten Sehnen und Sehnen der herkömmlichen Methode festgestellt werden.

Diese neue Methode hat das Potential, Sehnentransplantate mit deutlich weniger Knochenverlust und potentiell besserer Integration im Knochen zu implantieren. Derzeit wird die klinische Anwendung im Rahmen einer prospektiv kontrollierten Patientengruppe vorbereitet.

Prof. Dr. med. Dominik Meyer ist leitender Arzt im Schulterteam der Universitätsklinik Balgrist. Sein Forschungsschwerpunkt liegt im Bereich der experimentellen Untersuchung und Weiterentwicklung von Diagnostik und Therapie von Sehnen- und Muskelverletzungen des Bewegungsapparates.

Co-Autor: **Dr. med. Marco Germann**

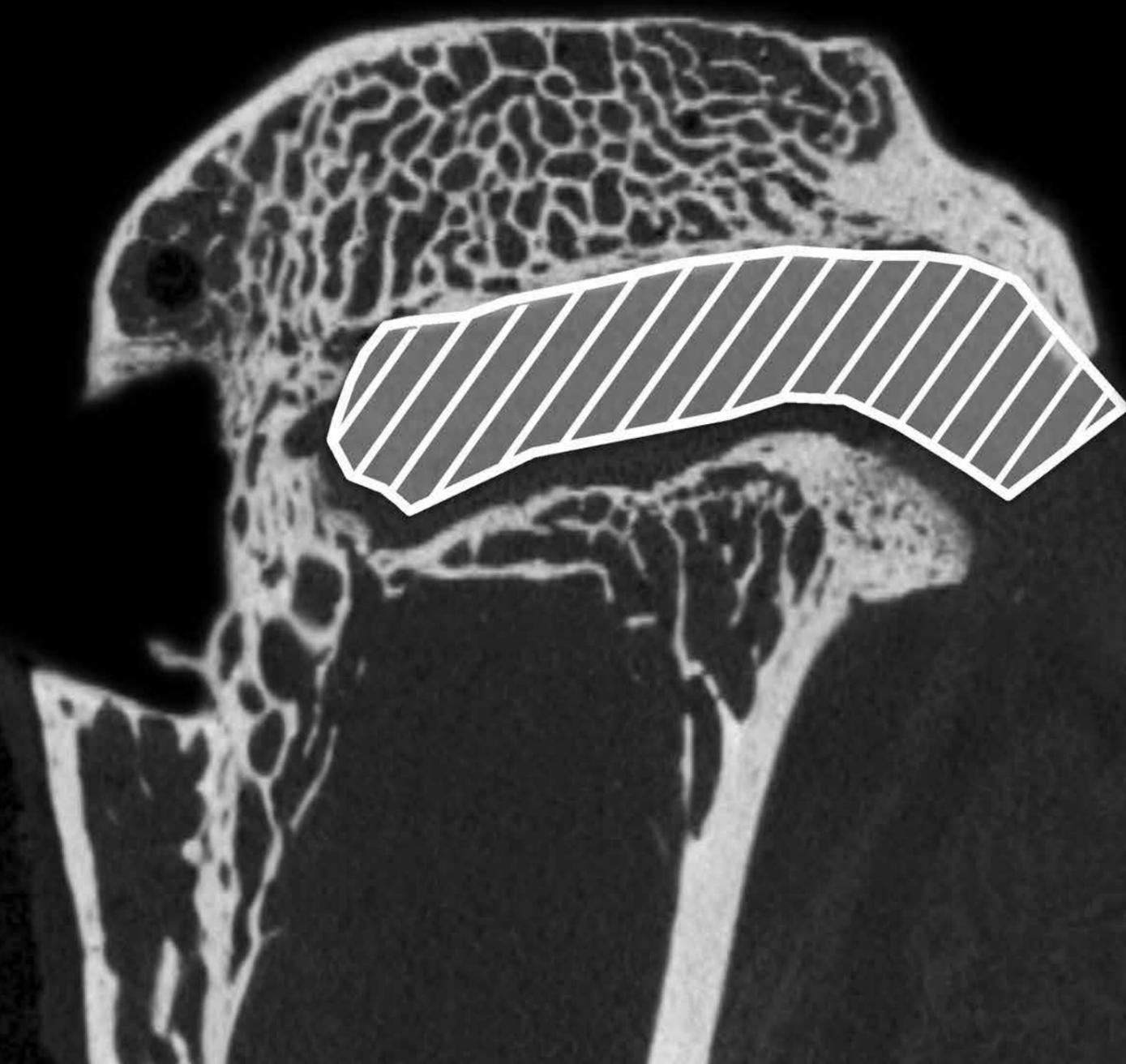
Literatur

Meyer DC, Snedeker JG, Weinert-Aplin RA, Farshad M. Arch Orthop Trauma Surg. 2012 Sep; 132(9):1315-20.

Stalder M, Farshad M, Snedeker JG, Meyer DC. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2013 Mar;21(3):584-8.

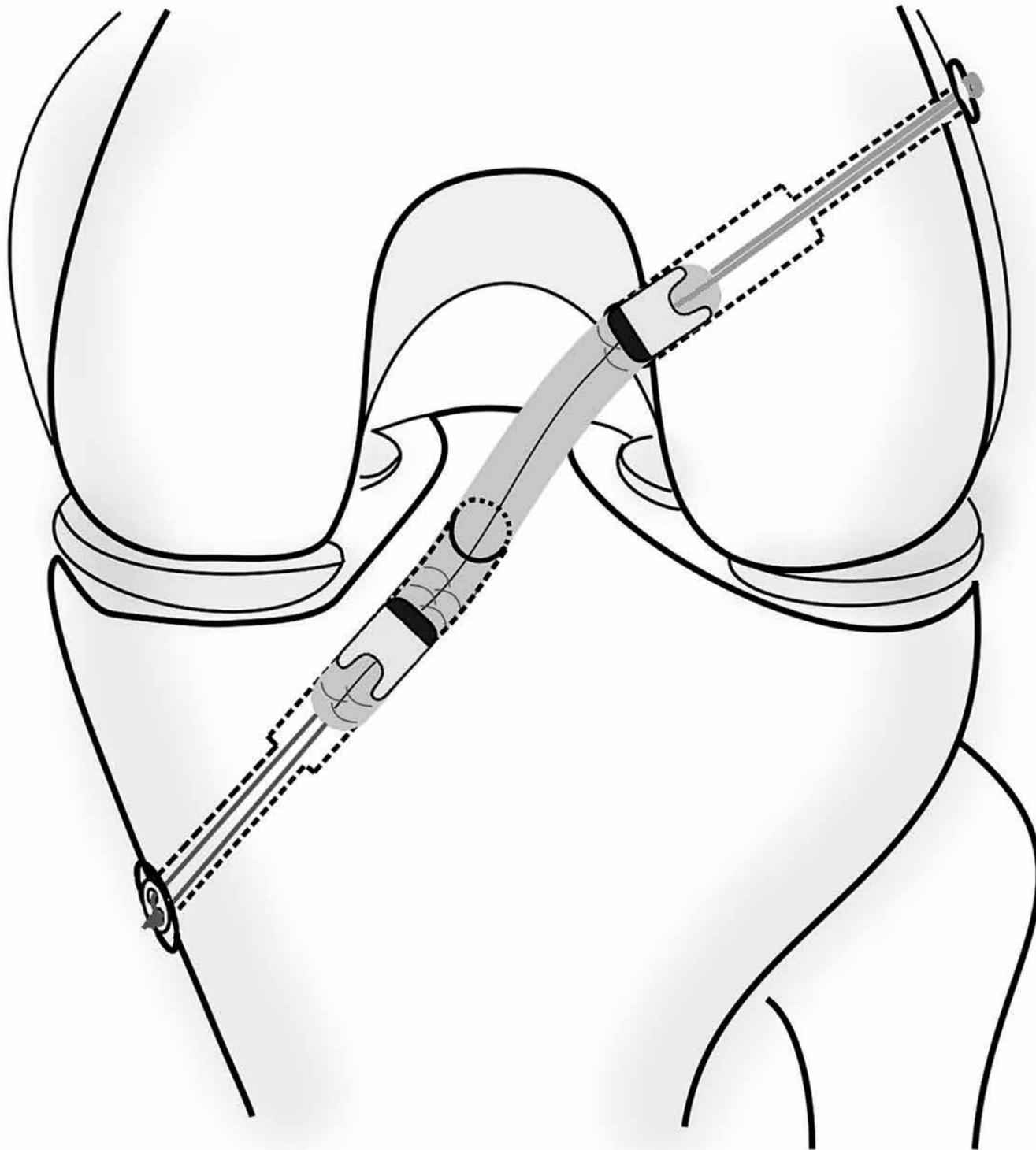
Meyer DC, Stalder M, Koch PP, Snedeker JG, Farshad M. Knee. 2012 Oct;19(5):676-9.

Farshad M, Weinert-Aplin RA, Stalder M, Koch PP, Snedeker JG, Meyer DC. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2012 Feb;20(2):268-74.



Testmethode an Kaninchen: Der schraffierte Bereich stellt eine transplantierte Sehne dar.

ZuriMED Technologies AG: Ein Balgrist Spin-off



Jährlich erleiden in der Schweiz mehr als 6000 Menschen einen Riss des vorderen Kreuzbands. Das Forschungslabor für Orthopädische Biomechanik der Universitätsklinik Balgrist hat in enger Zusammenarbeit mit Kniechirurgen der Klinik ein neues Implantat entwickelt.

Zur Behandlung von Kreuzbandrissen gibt es verschiedene Methoden. Meist werden körpereigene Sehnen transplantiert. Es ist wichtig, sie gut – etwa mit Schrauben – am Knochen zu fixieren, sodass sie den enormen Kräften standhalten, die auf das Knie einwirken. Ein häufiges Problem ist dabei, dass sich das Transplantat in den ersten Wochen nach der Operation lockert, weil es nicht schnell genug anwächst. Das Knie wird dann trotz Operation nicht genügend stabilisiert. Deshalb bestand die erfolgversprechendste Methode bislang darin, das gerissene Kreuzband durch eine Transplantation der Kniescheibensehne zu ersetzen, weil die Kniescheibensehne mitsamt anhängenden Knochteilen an beiden Enden entnommen werden kann. Sie wird dann mit Hilfe dieser Knochenblöcke am neuen Ort in vorgebohrten Löchern im Knochen fixiert. Die Knochenblöcke wachsen schnell und stabil ein. Ein Nachteil dieser Methode ist jedoch, dass das Aussägen der Knochenblöcke am ursprünglichen Ort sehr schmerzhaft ist und die Entnahmestellen noch lange nach der Operation Beschwerden verursachen.

Sehnen lassen sich optimal im Knochen fixieren

Zusammen mit PD Dr. med. Sandro Fucentese und seinem Knieteam der Universitätsklinik Balgrist wurde ein Implantat entwickelt, das Knochenblöcke oder Schrauben durch einen Anker ersetzt, der teilweise aus synthetischem Knochenmaterial besteht. Eingesetzt wird er gleich wie ein Knochenblock. Der Vorteil ist, dass aufgrund des synthetischen Knochenmaterials der Anker ebenso schnell im Knochen einwächst wie ein organischer Knochenblock. So lassen sich Sehnen optimal im Knochen fixieren, und die Entnahme von Knochenblöcken entfällt. Ausserdem spart die Methode Operationszeit und kann damit effizienter und ökonomischer durchgeführt werden.

Das neue Implantat soll 2017 auf den Markt kommen. Die Vermarktung und der Vertrieb des Implantats wird durch das neu gegründete Spin-off-Unternehmen ZuriMED Technologies AG erfolgen.

Prof. Dr. Jess Snedeker ist Extraordinarius für orthopädische Biomechanik an der Universität Zürich (Universitätsklinik Balgrist, Labor für orthopädische Biomechanik) und an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich (ETHZ, Institut für Biomechanik). Seit 2006 leitet er das Forschungslabor für orthopädische Biomechanik.



Neben der Grundlagenforschung zu den Interaktionen zwischen Zellen und Biomaterial hat sich das Labor von Prof. Snedeker in Zusammenarbeit mit führenden orthopädischen Chirurgen der Universitätsklinik Balgrist erfolgreich mit klinischen Fragestellungen der Orthopädie von Schulter, Fuss, Hand und Knie beschäftigt.

Hüft- und Beckenchirurgie: Patientenspezifische Instrumente erleichtern chirurgische Eingriffe

Dank patientenspezifischen Instrumenten werden komplexe chirurgische Interventionen in Zukunft deutlich einfacher, sicherer und für die Patienten weniger einschneidend.

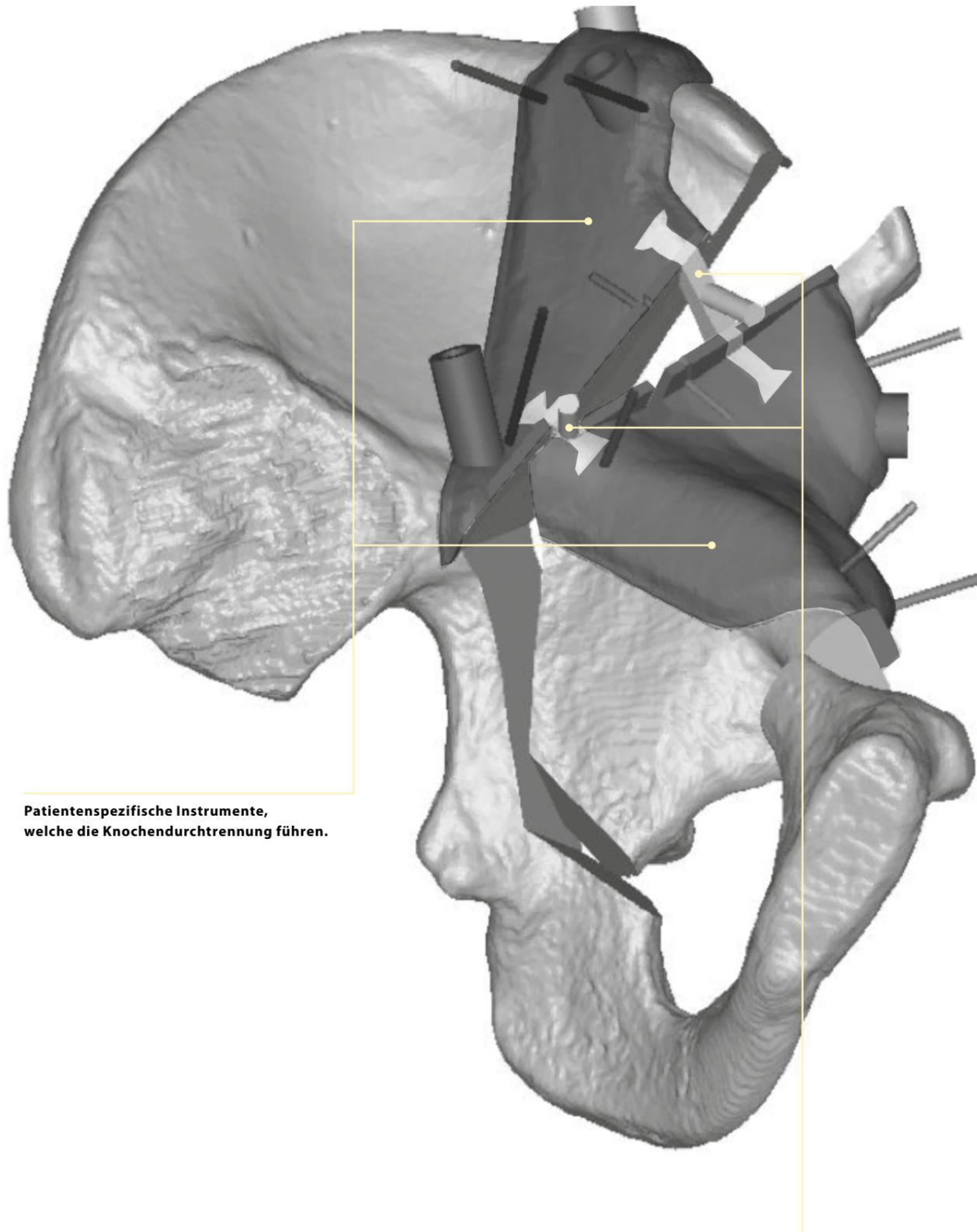
Das Ziel von Knochendurchtrennungen am Becken ist es, der Hüftgelenkspfanne eine bessere Ausrichtung zu geben. Bei deren Durchführung ist der Zugang zu den knöchernen Landmarken aufgrund innerer Organe und Gefässnervenbahnen limitiert. Trotz dieser limitierten Übersicht müssen die Knochendurchtrennungen der komplexen dreidimensionalen Anatomie des oft zusätzlich deformierten Beckens gerecht werden, sodass einerseits der Beckenring intakt und stabil bleibt, andererseits keine der Knochendurchtrennungen durch das Gelenk verlaufen und dieses so beschädigen. Die im Anschluss zu erzielende korrigierte Ausrichtung erfolgt in drei Ebenen und kann das Vorstellungsvermögen des Chirurgen übersteigen, auch wenn dabei während der Operation Röntgenuntersuchungen zu Hilfe genommen werden.

Reduktion der Operationszeit

Zusammen mit Ingenieuren der 3D-Software-Unternehmung Materialise (Leuven, Belgien) wurde eine Technik entwickelt und patentiert, die es erlaubt, anhand von Computertomographien des Beckens die Knochendurchtrennungen und die Stellungskorrektur vor der Operation dreidimensional zu planen und zu simulieren. Mit Hilfe der 3D-Druck-Technologie werden fallspezifische chirurgische Instrumente gefertigt, welche die exakte Position der Knochendurchtrennungen und die neue Ausrichtung der Hüftgelenkspfanne in die Operation übertragen lassen. Während der Operation erlauben diese patientenspezifischen Instrumente – ohne dazu die Darstellung von anatomischen Landmarken zu erweitern – sowohl die Knochendurchtrennungen als auch die neue Ausrichtung der Hüftgelenkspfanne millimetergenau bzw. auf einige Grade genau umzusetzen. Dies hat eine vorklinische Testung dieser Methode an Beckenpräparaten demonstrieren können.

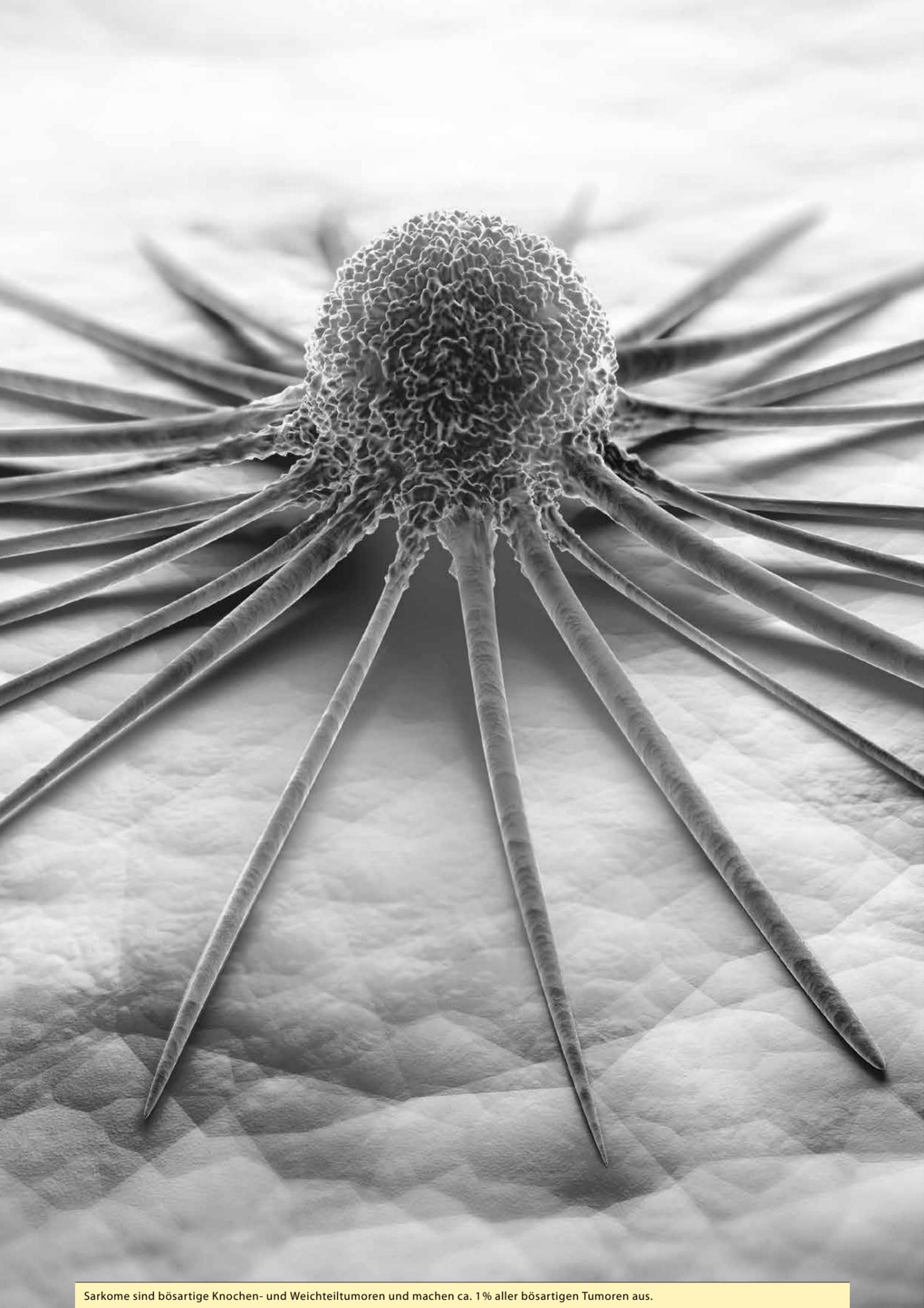
Diese Technologie wird in unmittelbarer Zukunft an Patienten verwendet werden und hat, neben einer Reduktion von Operationszeit und Verbesserung der Präzision der Korrektur, das Potential, Knochendurchtrennungen am Becken unter geringerer Darstellung der anatomischen Landmarken und damit weniger invasiv zu gestalten.

Prof. Dr. med. Claudio Dora absolvierte das Staatsexamen an der medizinischen Fakultät der Universität Bern. Die Facharztausbildung fand federführend an der Universitätsklinik Balgrist statt. Es folgten Weiterbildungen in Hüft-/Beckenchirurgie und Traumatologie bei Prof. Ganz am Inselspital in Bern und Kinderorthopädie in Paris. Anstellung als Oberarzt an der Universitätsklinik Balgrist seit 2000. Seit 2003 Leiter Hüft-/Beckenchirurgie an der Universitätsklinik Balgrist. Forschungsschwerpunkt ist das Hüftgelenk jeden Lebensalters, das des jugendlichen Sportlers gleichermassen wie das künstlich ersetzte des alten Menschen.



Patientenspezifische Instrumente, welche die Knochendurchtrennung führen.

Patientenspezifische Instrumente, welche die korrigierte Ausrichtung der Pfanne vorgeben.



Hochspezialisierte Medizin (HSM): Projekt der Muskuloskelettalen Onkologie

Das HSM-Projekt Muskuloskelettale Onkologie ermöglichte den Aufbau eines national führenden Sarkomzentrums in Zürich. Im letzten bevorstehenden Projektjahr geht es nun darum, die Strukturen zu implementieren.

Das HSM-Projekt für Muskuloskelettale Onkologie (MSK) befasste sich mit der «Individualisierten Behandlung von Patienten mit bösartigen Tumoren des Bewegungsapparates» und erfüllte gleichzeitig mehrere Zwecke. Vor allem anderen erlaubte es eine Zusammenführung von Klinik, translationaler Forschung und Grundlagenforschung, dies sowohl auf lokaler, überregionaler und neu auch auf nationaler Ebene. Dieses Projekt machte die Muskuloskelettale Onkologie an der Universitätsklinik Balgrist und in Zürich zu einem nationalen Schwerpunkt, was sich nun auch in der Berücksichtigung der Hochspezialisierten Medizin durch die Gesundheitsdirektorenkonferenz widerspiegelt. Die ganze Entwicklung, die durch das HSM-Projekt ermöglicht wurde, ist zusammengefasst auch auf den Websites www.sarkomzentrum.ch und www.sarcoma.ch nachzulesen.

Entdeckung des Biomarkers miR-155

Es wurde eine Gewebe- und Blutbank aufgebaut, die ihresgleichen sucht. Diese erlaubt die Analyse von Pathomechanismen der Metastasierung, was bereits in mehreren Publikationen gezeigt werden konnte. Von grösster Bedeutung ist in diesem Zusammenhang die Entdeckung des Biomarkers miR-155, der selektiv und spezifisch im Blut von Patienten mit dedifferenziertem Liposarkom nachgewiesen werden konnte und in Zukunft für die Diagnostik dieser Erkrankung von grossem Nutzen sein wird. Die durch das ermöglichten Forschungsarbeiten führten zudem zur Entdeckung von weiteren Biomarkern und zu neuen Erkenntnissen über Pathomechanismen der Metastasierung. Dies ermöglichte die Etablierung neuer therapeutischer Ansätze, die zurzeit am Modell geprüft werden. Damit sind die Grundlagen für klinische Tests geschaffen. Diese Erfolge auf lokaler Ebene in Zürich gelten nun als Vorzeigebispiel für die Implementierung entsprechender Strukturen auf nationaler Ebene.

Gründung des Sarkomzentrums

Bereits zu Beginn des HSM-Projekts wurde das Sarkomboard in Zürich gegründet, das alle Disziplinen vereint, die für eine allumfassende Behandlung der Sarkompatienten erforderlich sind. Dies erlaubte die anschliessende Gründung eines Sarkomzentrums, das von der Deutschen Krebsgesellschaft DKG im Rahmen des Tumorzentrums der Universität Zürich zertifiziert wurde. Parallel dazu wurde die Translationale Sarkomforschungsplattform gegründet, welche die Sarkomforschung an der Universität und der ETH verbindet und einen engen Austausch erlaubt. Um eine nationale Koordination zu fördern, wurde das Swiss National Sarcoma Advisory Board gegründet, basierend auf den Erfahrungen in Zürich. Hier werden Therapierichtlinien erarbeitet, eine Kohortenstudie etabliert sowie eine nationale Gewebekbank initiiert, was nun im Rahmen eines Mandats durch die IV-HSM dazu dienen soll, die Zentralisierung der Sarkomtherapie auf nationaler Ebene weiter zu definieren.

Prof. Dr. med. et Dr. sc. nat. Bruno Fuchs ist Leiter des Sarkomzentrums UZH (Tumorchirurgie, Forschung) und der Grundlagenforschung Tumoren sowie Teamleiter Tumorchirurgie an der Universitätsklinik Balgrist. Der Hauptfokus seiner Arbeit liegt zum einen auf der Erforschung von muskuloskelettalen Tumoren, deren Entstehung und Behandlung, und zum anderen auf der klinischen(-chirurgischen) stark interdisziplinären Betreuung der Patienten im Rahmen des Sarkomzentrums, das Spezialisten aller beteiligten Fachdisziplinen der drei universitären Spitäler Universitätsspital Zürich, Kinderspital Zürich und Universitätsklinik Balgrist zusammenbringt.



www.sarkomzentrum.ch
www.sarcoma.ch

VirtaMed AG: Zusammenarbeit ETH-Spin-off und Universitätsklinik Balgrist

Zwei komplett unterschiedliche Forschungsrichtungen treffen zusammen, mit dem Ziel, die Ausbildung der Assistenzärzte zu verbessern und die Patientenversorgung zu optimieren.

Was sich im Flugwesen schon längst etabliert hat, findet den Weg auch langsam in die Medizin: die Simulation. In der Medizin ist hierfür die «skopische» Chirurgie prädestiniert, die sogenannte Schlüsselloch-chirurgie. Die Simulatoren waren anfänglich sehr rudimentär und keine ernsthafte Hilfe für die Aus- und Weiterbildung junger Ärzte. Die Informatik verbesserte sich jedoch durch stark gesteigerte Rechenleistung der Computer einerseits und durch immer realer wirkende Grafiken andererseits. Dies war der Anstoss dazu, dass mit der finanziellen Unterstützung der ETH Zürich ein Spin-off-Unternehmen gegründet wurde: die VirtaMed AG.

Die ersten Simulatoren der VirtaMed AG kamen im Bereich der Gynäkologie zum Einsatz. Hierbei handelte es sich um simulierte Weichteileingriffe, die über eine Öffnung durchgeführt werden können. Aufgrund dieser positiven Erfahrung wurde die Universitätsklinik Balgrist kontaktiert, um auch im Bereich der Orthopädie einen möglichst realen Simulator zu entwickeln.

Interdisziplinäre Zusammenarbeit

Da das Knie das am häufigsten arthroskopierte Gelenk ist, entstand das Projekt des Kniesimulators: ArthroS™. Der Simulator wurde in einer intensiven Zusammenarbeit zwischen dem «technischen» Team der VirtaMed AG und dem «medizinischen» Team der Universitätsklinik Balgrist entwickelt. Die Vorgaben der Chirurgen waren klar: Nur eine realitätsnahe Simulation hat eine Chance, den Weg in den klinischen Alltag zu finden. Das erste Ziel war, die reine diagnostische Kniearthroskopie durchführen zu können. Nach Erreichen dieser ersten Etappe wurden Interventionen wie Entfernung von freien Gelenkskörpern und das Entfernen von kaputtem Meniskusgewebe realisiert.

Bevor der Simulator auf den Markt gebracht wurde, wurden Validitätsstudien durchgeführt. Die «Echtheit» im Vergleich mit der «richtigen» Kniearthroskopie wurde durch erfahrene Experten beurteilt, und die Unterscheidung wurde von erfahrenen und unerfahrenen Orthopäden validiert. Der ArthroS™ bestand beide Tests, sodass mit der Lancierung auf dem Markt begonnen werden konnte. Weitere Studien folgten oder sind am Laufen: das Erfassen der Lernfähigkeit, die Verbesserung der Leistung und die Annäherung an die Leistung von Experten.

Durch den Erfolg des Kniesimulators wurde entsprechend auch ein Schulersimulator konzipiert und erstellt. Auch hier steht bereits die Validierungsphase an.

Mit der VirtaMed AG konnte ein Unternehmen die Symbiose zwischen der High-End-Technologie einerseits und den klinischen Bedürfnissen andererseits mit Hilfe der Universitätsklinik Balgrist schaffen. Das oberste Ziel besteht darin, mit Hilfe dieser Simulatoren die angehenden Orthopäden bestmöglich vorzubereiten, um die Patientenbehandlung jetzt und auch für die Zukunft zu verbessern.

PD Dr. med. Sandro F. Fucentese absolvierte das Staatsexamen an der medizinischen Fakultät der Universität Zürich und begann als wissenschaftlicher Assistent in der biomechanischen Abteilung der Universitätsklinik Balgrist. Die Facharztausbildung fand federführend an der Universitätsklinik Balgrist und am Inselspital in Bern statt. Es folgten Anstellungen als Oberarzt im Kantonsspital Baden, auf der Unfallchirurgie des Universitätsspital Zürich und vor allem an der Universitätsklinik Balgrist. Die Venia legendi wurde ihm im April 2013 erteilt. Seit Ende 2013 ist er Leiter des Knie-teams der Universitätsklinik Balgrist.



Erstversorgung in der Schweiz: Implantation ActiGait-Neurostimulator

Erstmals in der Schweiz wurde an der Universitätsklinik Balgrist ein funktionelles Elektrostimulationsgerät bei Fussheberparese erfolgreich implantiert.

Eine Fussheberparese nach einem zerebralen Ereignis ist eine einschneidende Behinderung im Alltag. Patienten leiden häufig unter einer erheblichen Gangunsicherheit mit wiederkehrenden Stürzen. Die hohe Konzentration, die für jeden Schritt notwendig ist, um nicht zu stürzen, ist sehr ermüdend und schränkt die Gehdistanz signifikant ein. Die Patienten bewegen sich mit der typischen Ausweichbewegung der betroffenen Extremität, die oft mit einer gleichseitigen spastischen Armhaltung verbunden ist. Neben der anstrengenden Fortbewegung stören sich Patienten daran, dass sie im Alltag als behindert wahrgenommen werden.

Gangsicherheit dank Elektrostimulation

Die funktionelle Elektrostimulation ermöglicht diesen Patienten eine deutliche Verbesserung der Lebensqualität und der Gangsicherheit. Hierzu gibt ein Elektrostimulator via Elektroden Stromimpulse an den Nervus peroneus weiter, der die Fusshebermuskulatur innerviert. Diese Elektroden können auf der Haut über dem Nerv aufgeklebt oder unter der Haut um den Nerv implantiert werden. Der Stimulator zum Aufkleben heisst MyGait, derjenige zum Implantieren ActiGait; beide werden durch die Firma Otto Bock HealthCare vertrieben.

Europaweit wurde das implantierbare Gerät bisher dreihundert Mal angewendet, wobei die ersten Implantationen sehr komplikationsbehaftet waren, wie uns anlässlich des präoperativen Teachings erklärt wurde. Diese Schwierigkeiten sind mittlerweile bereinigt, sodass nun die Implantation des ActiGait-Systems an der Universitätsklinik Balgrist exklusiv angeboten werden kann.

Funktionsweise des ActiGait-Systems

Das System funktioniert so, dass über einen Schalter an der Ferse ein Elektroimpuls an den Empfänger am Gurt des Patienten gesendet wird, der über die aufgeklebte Antenne das Signal transdermal an den implantierten Empfänger weiterleitet, der wiederum

das Signal via Elektroden auf den Nervus peroneus überträgt. Der Empfänger am Gürtel hat die Grösse eines Pagers und wird über Nacht aufgeladen.

Die Implantationen werden von PD Dr. med. Andreas Schweizer, Stv. Teamleiter Handchirurgie, zusammen mit Dr. med. Martin Berli, Stv. Teamleiter Technische Orthopädie, vorgenommen. Sämtliche Systembestandteile, die einem Verbrauch ausgesetzt sind, bleiben extrakorporell, sodass die Implantation ein einmaliger Prozess ist.

Dieses Angebot am Balgrist ist dank der engen Zusammenarbeit mit der Balgrist Tec AG möglich, deren Mitarbeiter die postoperative Patientenbetreuung übernehmen. Dies gilt insbesondere für die Programmierung des Stimulationsgerätes, das über vier Kanäle die verschiedenen Nervenfasern des Nervus peroneus reizt, womit die gewünschte Fussstellung durch ein differenziertes Elektroimpulssystem eingestellt wird.

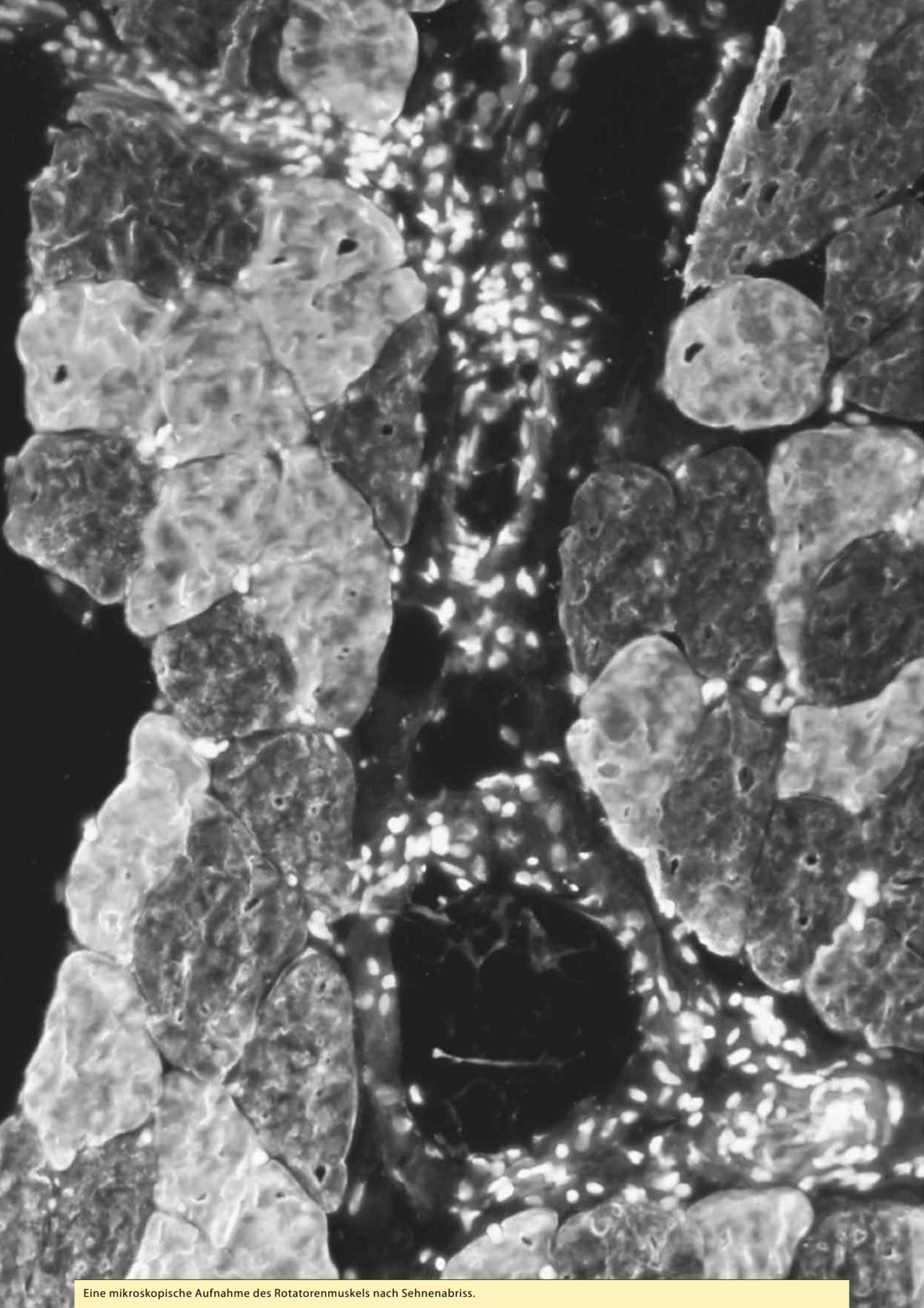
Dr. med. Martin Berli ist Teamleiter Stv. der Technischen Orthopädie an der Universitätsklinik Balgrist. Er arbeitet an verschiedenen Projekten zur Verbesserung der Funktionsfähigkeit von Patienten mit Amputationen oder Lähmungen im Alltag. Dies bedingt die teamübergreifende Zusammenarbeit. So finden die Operationen der funktionellen Elektrostimulation gemeinsam mit PD Dr. Andreas Schweizer, Teamleiter Stv. des Handteams, statt.



PD Dr. med. Andreas Schweizer ist Teamleiter Stv. der Handchirurgie und Chirurgie der peripheren Nerven an der Universitätsklinik Balgrist. Neben seiner hauptsächlichen Spezialisierung im Bereich der Handgelenkschirurgie und computerunterstützten 3D-Planung und Durchführung von komplexen Osteotomien (CARD), arbeitet er mit Dr. med. M. Berli im Bereich der Verbesserung der Gehfähigkeit mittels funktioneller Elektrostimulation zusammen.



Implantierte Silikonmanschette mit Elektrodenplättchen.



Forschung für Muskelplastizität: Vom Mechanismus zur Therapie

Im Labor für Muskelplastizität wird der Beitrag der Skelettmuskulatur an der Entstehung von Erkrankungen des Bewegungsapparates und deren Rehabilitation untersucht.

Schädigungen des Bewegungsapparates verursachen mit CHF 2000 pro Jahr und Person¹ einen beträchtlichen Anteil an den Gesundheitskosten. Der Skelettmuskel als biologischer Motor ist in hohem Mass von den funktionellen Konsequenzen schädlicher Einflüsse auf den Bewegungsapparat betroffen. So beobachtet man innerhalb weniger Wochen nach einer mechanischen Entlastung infolge traumatischer Verletzung der Sehne oder Ruhigstellung nach Knochenbruch eine deutliche Degeneration des betroffenen Skelettmuskels durch Schwund der Muskelfasern (Atrophie) und eine Transformation von Muskel- in Fettgewebe. Dies kann mit einem chirurgischen Eingriff und anschliessendem Rehabilitationstraining (teilweise) wettgemacht werden. Obwohl der Beitrag der Mechanoregulation der Skelettmuskelfunktion klar indiziert ist, ist die Dosis-Wirkungs-Beziehung ungenügend bekannt.

Dosis-Wirkungs-Analyse

Das Labor für Muskelplastizität an der Universitätsklinik Balgrist dient als Plattform für die Erforschung der molekularen und zellulären Mechanismen der Anpassung im Skelettmuskel in Folge muskuloskelettaler Verletzungen und rehabilitativer Interventionen. Hierbei kommen moderne molekularbiologische und anatomische, respektive physiologische Methoden zum Zug. Diese Diagnose erlaubt Rückschlüsse auf die Art und den zeitlichen Verlauf der Veränderungen der Muskelfunktion nach traumatischen Ereignissen des Bewegungsapparates und Therapie im Anschluss an eine chirurgische Behandlung. Ziel ist, aufgrund der Messwerte Konzepte zu identifizieren oder zu bestätigen, die Vorschub zur Optimierung chirurgischer und rehabilitativer Ansätze leisten können.

In aktuellen Arbeiten werden die Mechanismen der fettigen Degeneration und Atrophie der Rotatorenmanschette und des Wadenmuskels nach Abriss der Sehne untersucht. Neben einem Ansatz zur Gentherapie des Muskels nach Riss der Achillessehne wird

in einer klinischen Studie speziell die Frage verfolgt, ob Biomarker identifiziert werden können, die den Heilungsverlauf der Muskulatur nach Reparatur des Sehnenabrisses im Mensch vorherzusagen vermögen. Weitere Projekte befassen sich mit der muskulären Rehabilitation bei Herzpatienten und Kniepatienten mit dem Ziel, die Effektgrösse der funktionellen Anpassung des Bewegungsapparates aufgrund genetischer Marker im Skelettmuskel individuell zu optimieren.

Ab 2016 ist das Labor für Muskelplastizität im Balgrist Campus operativ tätig. Dieser Schritt eröffnet dem Labor dank der Interaktion zwischen medizinischen und industriellen Partnern zusätzliche Möglichkeiten zur zukünftigen Wertschöpfung für den Patienten.

Prof. Dr. Martin Flück befasst sich seit 1995 mit den Anpassungsmechanismen der Skelettmuskulatur. Diese Arbeiten führten ihn nach einer Doktorarbeit in Molekularbiologie an der Universität Bern über die University of Texas in Houston (USA) ans Institut für Anatomie nach Bern, wo er 2005 in Zellphysiologie habilitierte. Seit 2013 ist er nach einer Professur in Muscle Physiology an der Manchester Metropolitan University (Manchester, UK), als Professor für Muskelplastizität an der Universitätsklinik Balgrist tätig.



Literatur

1 (2014) Statistical Yearbook of Switzerland, Swiss Federal Statistical Office, NZZ Verlag, ISBN 978-3-03823-874-4

UCAR (Unit for Clinical and Applied Research): Abteilung für klinische und angewandte Forschung

Dank UCAR können mit minimalem administrativem Aufwand wissenschaftlich hochstehende Leistungen bei optimaler Methodologie und innerhalb der ethisch-legalen Anforderungen von der GCP (Good Clinical Practice) und dem Humanforschungsgesetz erbracht werden.

Die Übertragung neuer Erkenntnisse aus klinischer und experimenteller Forschung auf den Patienten sind Kernziele der Universitätsklinik Balgrist. Dazu gehören selbstständige Erarbeitung oder Übernahme von neuem Wissen und Können, Transfer in die klinische Anwendung und laufende Überprüfung von Richtigkeit und Wert der neuen Konzepte, respektive der neu getroffenen Massnahmen. Die Durchführung solch klinischer Forschung ist mit grossem administrativen Aufwand und gesetzlichen Herausforderungen verbunden.

Die Abteilung für klinische und angewandte Forschung (Unit for Clinical and Applied Research: UCAR) überblickt die infrastrukturellen und personellen Forschungsressourcen und ermöglicht den klinischen Forschergruppen durch Koordination und Erweiterung des Leistungsangebotes mit möglichst minimalem, administrativem Aufwand, wissenschaftlich hochstehende Leistungen innerhalb der ethisch-legalen Anforderungen zu erbringen. Sie ist eine interne zentrale Relaisstation, welche die klinischen Projekte und Entwicklungen in der Universitätsklinik Balgrist überblickt und Impulse für Erweiterung, Reduktion, Zusammenführung, Zusammenarbeit und gebietsübergreifende, neue Projekte geben kann. Sie ist in engem Kontakt mit der experimentellen Forschung und fördert die Translation in beide Richtungen.

UCAR umfasst drei Bereiche

Der Bereich «Wissenschaftsadministration» setzt die Priorität auf Prozesse mit Ethikanträgen sowie auf das klinikweite Forschungsdatenbank-

system. Weiter ist er zuständig für die Kompetenzerweiterung und Spezialisierung der wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Der Bereich «Wissenschaftskoordination» koordiniert die standardisierten Abläufe, sogenannte Standard Operating Procedures (SOP), und verwaltet das interne Studienregister. Dieser Bereich unterstützt die Forschenden auch bei Registrierung der Studien in externen Registern. Der Bereich «Methodologie» berät bei Bedarf die Forschenden, allem voran beim Aufbau von adäquaten Studiendesigns, stellt Regeln des wissenschaftlichen Verhaltens auf und organisiert die statistische Beratung, entweder durch interne oder externe Ressourcen.

UCAR ist somit eine Plattform, die Prozesse der klinischen Forschung vereinheitlicht, Ressourcen optimiert und die interdisziplinäre Zusammenarbeit zur Erbringung hervorragender Forschungsergebnisse fördert.

PD Dr. med. Mazda Farshad, MPH, ist Chefarzt der Wirbelsäulenchirurgie und Leiter und Mitgründer von UCAR. Seine Zusatzausbildung als Master of Public Health und seine Erfahrungen als Projektleiter vieler klinischer und nicht-klinischer Studien und als Autor zahlreicher wissenschaftlicher Publikationen bilden, im Zusammenspiel mit der Nähe zur klinischen Tätigkeit, die Basis für ein klares Verständnis der Bedürfnisse einer klinikweiten Forschungseinheit.



Hochspezialisierte Medizin (HSM): Der EOS-Ganzkörperscanner

Der EOS-Scanner erlaubt es, dreidimensionale Bilder mit geringer Strahlendosis in hervorragender Qualität im Stehen oder Sitzen anzufertigen. Das Gerät wurde im Rahmen des Radiologie-Projektes der Hochspezialisierten Medizin angeschafft.

Der Regierungsrat des Kantons Zürich unterstützt mit seiner Gesamtstrategie für die Hochspezialisierte Medizin insgesamt neun Projekte an universitären Spitälern. Im Rahmen des Projektes «Advanced Diagnostics am Bewegungsapparat: Transferzentrum Zürich» wurde der neue Ganzkörper-Scanner (EOS) an der Radiologie der Universitätsklinik Balgrist installiert. Das revolutionäre digitale Röntgensystem erlaubt es, dreidimensionale Bilder mit geringer Strahlendosis in hervorragender Qualität im Stehen oder Sitzen anzufertigen.

Dreidimensionale Darstellung in wenigen Sekunden

Gerade bei jugendlichen Patienten ist Strahlenschutz ein Hauptanliegen der behandelnden Ärzte und der Eltern. EOS ist ein revolutionäres digitales Röntgensystem, das die mit dem Nobelpreis ausgezeichnete «Particle Detector Technology» und die innovative «Linear Scanning Technology» vereint. Während der Untersuchung wird der Patient in zwei Ebenen simultan mit einem linearen Detektor gescannt. Der Scanner erlaubt Ganzkörper-Röntgenaufnahmen, die unter Belastung im Stehen oder Sitzen gemacht werden. Dies ist insbesondere für Patienten mit Verkrümmungen der Wirbelsäule oder Fehlstellungen der Beine wichtig. Der neue Ganzkörper-Scanner ermöglicht aufgrund der simultanen biplanaren Aufnahme die dreidimensionale Darstellung des Skelettes in wenigen Sekunden. Bei einem Jugendlichen ist mit der sogenannten Microdose-Technik eine Wirbelsäulenaufnahme möglich, die der Strahlendosis einer Woche natürlicher Hintergrundstrahlung

entspricht. Aufgrund der biplanaren Aufnahmetechnik lassen sich Messungen unter Berücksichtigung der dritten Dimension durchführen. Somit kann zum Beispiel die Beinlänge richtig gemessen werden, auch wenn das Bein zum Zeitpunkt der Aufnahme leicht im Knie gebeugt war. Mit den bisherigen Aufnahmen mit lediglich antero-posteriorem Strahlengang wäre eine Beinmessung zu kurz ausgefallen. Im Rahmen von Forschungsprojekten werden weitere klinisch wichtige 3D-Messverfahren entwickelt, zum Beispiel an der Hüftgelenkspfanne oder am Rückfuss.

Der EOS-Ganzkörperscanner ermöglicht:

- Bis zu 10-fache Strahlenreduktion bei erhaltener guter Bildqualität
- Biplanare Ganzwirbelsäulen- und Ganzbeinaufnahmen im Stehen
- Genauere Vermessung der Beinlängen, Beinachsen und Vermessung von Wirbelsäulenfehlformen (Skoliosen)
- Innovative 3D-Rekonstruktionen zur präoperativen Planung und Veranschaulichung

Prof. Dr. med. Christian Pfirrmann ist Chefarzt der Radiologie der Universitätsklinik Balgrist und spezialisiert auf die Diagnostik des Bewegungsapparates. Er ist Gründungspräsident der Schweizerischen Gesellschaft für Muskuloskeletale Radiologie SSSR.



Metallartefaktreduktion im MRI bei Patienten mit Prothesen und orthopädischen Implantaten

In der Forschung und der klinischen Anwendung moderner MRI-Sequenzen zur Reduktion von Metallartefakten ist die Radiologie der Universitätsklinik Balgrist weltweit führend.

Das Einsetzen von künstlichen Gelenken bei Arthrosen ist eine sehr häufige Operation, die aufgrund der Bevölkerungsentwicklung auch im nächsten Jahrzehnt weiter stark zunehmen wird. Obwohl solche Operationen sehr häufig zu einem gutem Ergebnis führen, nimmt aufgrund der steigenden Anzahl Patienten auch die Anzahl von Prothesenkomplikationen zu. Die Bildgebung kann bei der Diagnose von Prothesenkomplikationen einen wichtigen Beitrag leisten.

Weiterentwicklung der MRI-Technik

Der Radiologie der Universitätsklinik Balgrist ist es in Zusammenarbeit mit Physikern der Firma Siemens gelungen, die herkömmliche Magnetresonanztomographie (MRI) so weiterzuentwickeln, dass die durch das Metall verursachten Bildstörungen stark reduziert werden. In den letzten fünf bis zehn Jahren hat hier ein Paradigmenwechsel stattgefunden. Früher wurde Patienten mit einem künstlichen Hüftgelenk oder Kniegelenk von einer MRI-Untersuchung abgeraten, da diese Untersuchungen aufgrund der starken Bildstörungen meistens keinen diagnostischen Nutzen brachten. Mittlerweile konnte die Technik so stark verbessert werden, dass nicht nur gelenksferne Muskeln und Sehnen, sondern auch gelenksnahe Strukturen und die Grenzfläche zwischen Knochen und Metall untersucht werden können.

Reduktion metallinduzierter Bildstörungen

Beim Einsatz der verwendeten MRI-Technik setzt die Radiologie der Universitätsklinik Balgrist auf die neusten Methoden, die nicht nur Bildstörungen aus der primären Bildebene reduzieren, sondern auch den grossen Anteil von Bildstörungen aus benachbarten Ebenen messen und reduzieren (dies wird als «through-plane artifact reduction» bezeichnet). Die Technik, die an der Universitätsklinik Balgrist erforscht und weiterentwickelt wurde, heisst «Slice-encoding for metal artifact correction» (SEMAC) und

erlaubt es, neben den Muskel- und Sehnenstrukturen um ein künstliches Hüft- oder Kniegelenk, auch Komplikationen unmittelbar am Metall wie beispielsweise eine Materiallockerung oder eine Stressreaktion des Knochens direkt darzustellen. In mehreren Studien konnten die Radiologen der Universitätsklinik Balgrist nachweisen, dass diese modernen Techniken zur Metallartefaktreduktion einen deutlichen klinischen Nutzen bei der Abklärung von Patienten mit einem künstlichen Hüft- oder Kniegelenk aufweisen. Zudem wird diese Technik auch an anderen Körperregionen angewendet, beispielsweise bei Schulterprothesen oder Instrumentationen an der Wirbelsäule.

PD Dr. Reto Sutter ist Leitender Arzt in der Radiologie der Universitätsklinik Balgrist und ist spezialisiert auf die Diagnostik des Bewegungsapparates. Er ist gemeinsam mit Prof. Dr. Christian Pfirrmann, Chefarzt Radiologie, an der Weiterentwicklung und der klinischen Testung verschiedener moderner MRI-Metallsequenzen beteiligt. Für seine Forschung auf diesem Gebiet wurde PD Dr. Reto Sutter von der Schweizerischen Gesellschaft für Radiologie mit dem renommierten Jubiläumspreis ausgezeichnet.

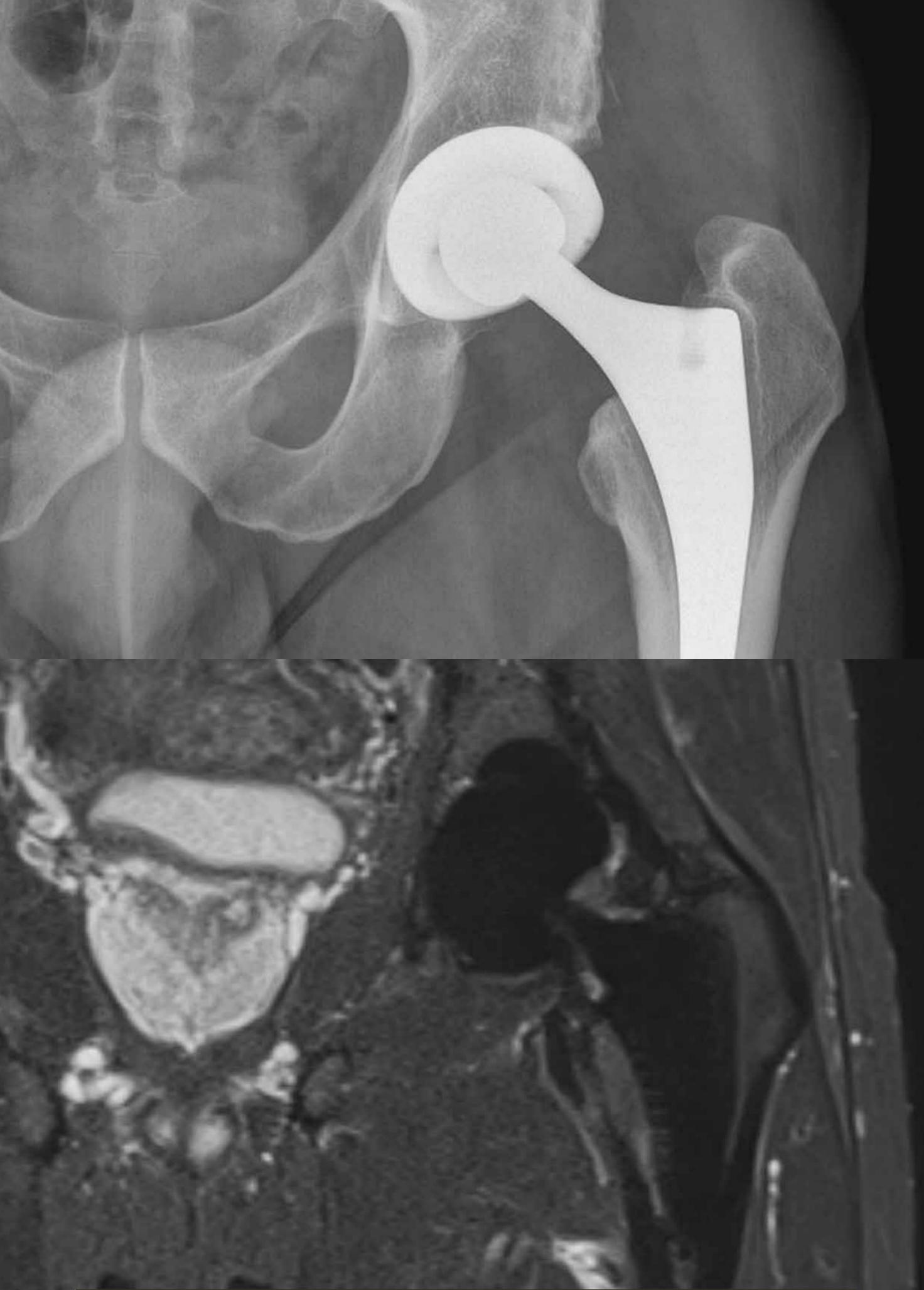


Literatur

Agten CA, Del Grande F, Fucetese SF, Blatter S, Pfirrmann CW, Sutter R. Eur Radiol. 2015; 25(7): 2184-93.

Bachschmidt TJ, Sutter R, Jakob PM, Pfirrmann CW, Nittka M. J Magn Reson Imaging. 2015; 41(6): 1570-80.

Sutter R, Ulbrich EJ, Jellus V, Nittka M, Pfirrmann CW. Radiology. 2012; 265(1): 204-14.



Hüftprothese bei einem 57-jährigen Patienten im Röntgenbild (oben) und im artefaktreduzierten MRI (unten).



Dank dem Seilroboter FLOAT können Patienten mit Bewegungseinschränkungen in einer gesicherten Umgebung das aufrechte Gehen trainieren.

Die FLOAT-Technik – Free Levitation for Overground Active Training – wurde von Forschern des Zentrums für Paraplegie der Universitätsklinik Balgrist, der ETH Zürich und der Firma Lutz Medical Engineering entwickelt. Das neuartige Seilrobotersystem ermöglicht es auch Patienten mit massiven Bewegungseinschränkungen (beispielsweise inkomplette Querschnittlähmung, Multiple Sklerose, Parkinson), sich in einem grossen Arbeitsbereich frei zu bewegen. Dabei wird der Patient in seinen Bewegungen vom Seilroboter optimal unterstützt, indem ihm ein Teil seines Körpergewichts entlastet wird und so ein Gehen mit reduzierter Muskelkraft ermöglicht. Im Gegensatz zum Gehtraining am Barren oder Rollator, wo die Arme stark beansprucht werden und die Haltung gebückt ist, können die Patienten im FLOAT aufrecht gehen. Der intelligente Roboter merkt zudem, wenn der Patient fällt und fängt ihn sanft auf. Somit können Patienten mit Gehschwierigkeiten nah an ihren Grenzen trainieren, ohne Angst vor Stürzen haben zu müssen.

Funktionsweise von FLOAT

Der FLOAT ist ein Körpergewichtsentlastungssystem, das auf Seilrobotertechnologie basiert. Vier Seile, die über bewegliche Umlenkrollen geführt werden und sich in einem Punkt über dem Patienten treffen, ermöglichen eine präzise Kraftregelung in allen drei Dimensionen. Das Gerät erlaubt mit dieser Technologie dynamische Bewegungen mit geringsten unerwünschten Interaktionskräften. Die Therapeuten können das FLOAT-System individuell auf die Bedürfnisse der einzelnen Patienten einstellen. Es können unterschiedlichste Szenarien trainiert werden, wie zum Beispiel Gehen auf ebenem und unebenem Untergrund, Rennen, Treppensteigen oder Hinsetzen auf einen Stuhl bzw. Aufstehen.

Der innovative Seilroboter wurde CE-zertifiziert und durch die Firma Lutz Medical Engineering kommerzialisiert. Er kommt als Ergänzung zu Physiotherapie und weiteren Rehabilitationsmassnahmen sowie in der Forschung zum Einsatz. Der FLOAT ist weltweit das einzige kommerziell erhältliche 3D-Entlastungssystem.

Dr. Marc Bolliger ist Leiter der Forschung des Zentrums für Paraplegie. Er befasst sich unter anderem mit der Entwicklung neuer Rehabilitationsroboter. Für die Entwicklung von FLOAT wurden er und seine Kollegen 2014 mit dem euRobotics Technology Transfer Award ausgezeichnet.



Dr. Georg Rauter ist Ingenieur und ein Experte im Bereich der Seilrobotertechnologie. Er leitet die technische Weiterentwicklung von FLOAT im Rahmen eines KTI-Projekts.



Zervikale Myelopathie: Wenn es im Rückenmark eng wird

Die frühzeitige und sensitive Untersuchung einer Verengung im Halsmark ist wichtig, damit es nicht zu Ausfällen kommt.

Zervikale Myelopathie beschreibt eine Schädigung des Rückenmarks im Bereich der Halswirbelsäule, des sogenannten Halsmarkes. Die Ursachen sind raumfordernde Prozesse wie degenerative Bandscheibenschäden, die durch Ausdehnung oder Verlagerung das Rückenmark einengen. Dadurch kann das Rückenmark allmählich Schaden nehmen, was in der Regel von unklaren Symptomen begleitet wird. Betroffene Patienten berichten über Nackenschmerzen, rasche Ermüdbarkeit und «Ameisenlaufen» in Händen und Armen sowie Schmerzen. Oft berichten Patienten auch über «ungeschickte Hände». Letzteres äussert sich durch Mühe beim Greifen nach kleinen Objekten wie Münzen oder gehäuftes Fallenlassen von Gegenständen.

Wie wird die zervikale Myelopathie diagnostiziert?

Bei Verdacht auf eine zervikale Myelopathie wird das Standardverfahren – die Magnetresonanztherapie (MRT) – eingesetzt, um Halswirbelsäule und Rückenmark zu begutachten. In der Universitätsklinik Balgrist werden zudem hochauflösende und dynamische MR-Sequenzen angewandt, die anatomische Veränderungen innerhalb des Halsmarkes präzise veranschaulichen und es erlauben, die Bewegungsfreiheit des Rückenmarkes und die das Rückenmark umgebende Spinalflüssigkeit zu erkennen. Die Bildgebung wird mit neurophysiologischen Untersuchungen kombiniert, um mögliche Funktionsbeeinträchtigungen verschiedener Nervenbahnen festzustellen, die durch die Einengung des Rückenmarkes auftreten können. Während die Leitfähigkeit der Nervenbahnen, die für die Weiterleitung von Berührungen aus der Peripherie (z.B. Hand) durch das Rückenmark zum Gehirn verantwortlich sind, mit der Technik der sensorisch evozierten Potentiale (SEP) getestet werden, wird die Leitfähigkeit der Nervenbahnen, die Schmerz und Wärme leiten, mit der Methode der Kontakt-hitzevozierten Potentiale (CHEP) gemessen. Auf-

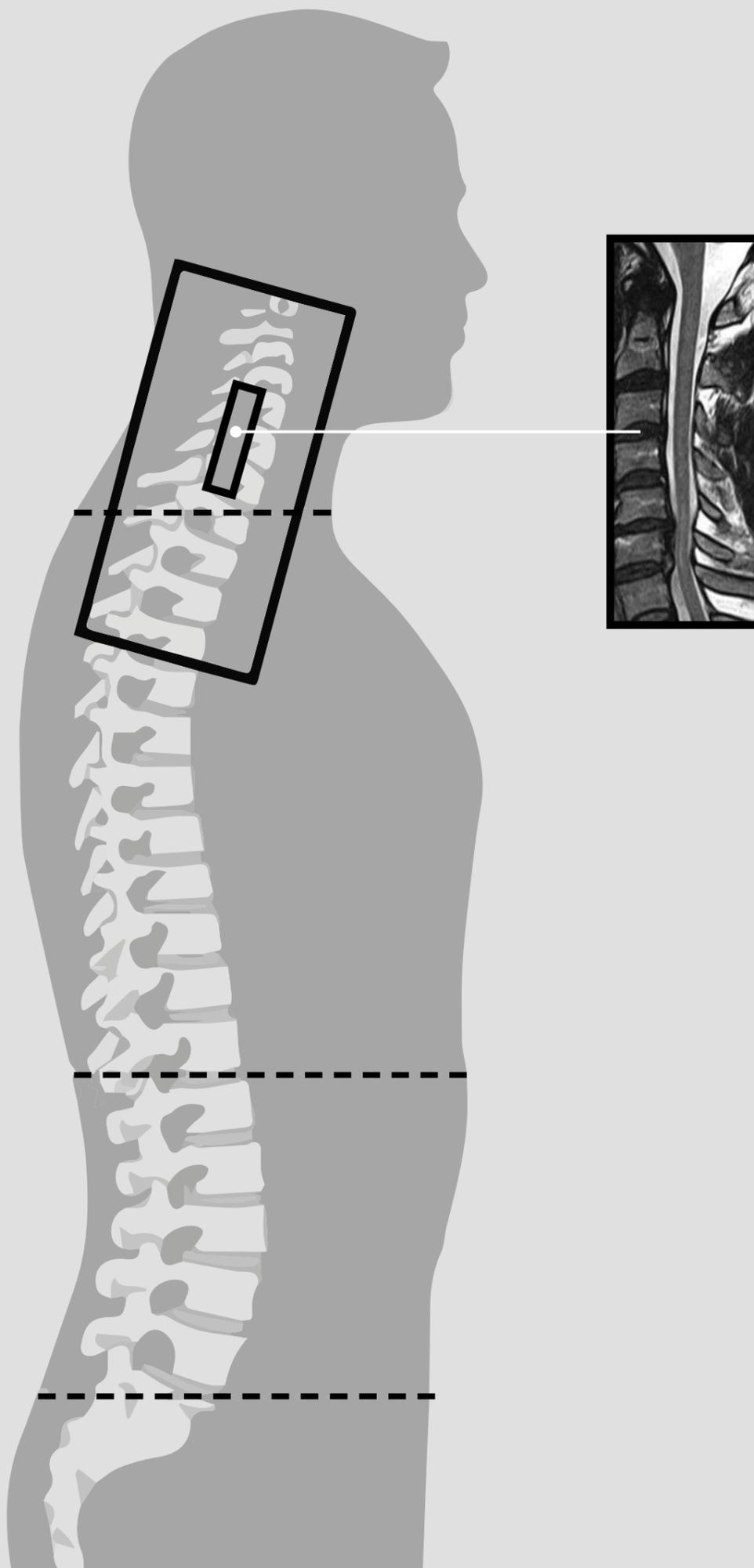
grund ihrer hohen Sensitivität, kleinste Veränderungen und Einengungen des Rückenmarkes zu detektieren sind die CHEPs bei der Diagnostik der zervikalen Myelopathie unabdingbar geworden. Infolge der in den Händen auftretenden Symptome wird die Handfunktion (Feinmotorik und Kraft) mit dem GRASSP-Test (engl. Graded Redefined Assessment of Strength, Sensibility and Prehension) geprüft.

Die Universitätsklinik Balgrist gehört weltweit zu den führenden Kliniken in der Diagnostik der zervikalen Myelopathie. Unter der Leitung von Prof. Armin Curt wurden sensitive Methoden (dynamisches MR, CHEP, GRASSP) entwickelt, um die Standarddiagnostik (MRT und SEP) zu verbessern. Die synergistische Zusammenarbeit von Klinikern und Forschern ermöglichte diesen herausragenden Fortschritt in der Diagnostik.

Prof. Dr. med. Armin Curt ist Chefarzt und Direktor des Zentrums für Paraplegie der Universitätsklinik Balgrist. Er wurde mit dem Schellenberg-Preis für herausragende Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Paraplegiologie ausgezeichnet, in dem er sich seit über 20 Jahren als Forscher und Kliniker engagiert.



Dr. Catherine Jutzeler, PhD ist seit 2011 in der Forschung und Abteilung der Neurophysiologie des Zentrums für Paraplegie Balgrist tätig. Sie befasst sich mit den sensorischen Systemen (Nerven) und deren Veränderungen nach einer Rückenmarksverletzung.



Hochauflösende Bildgebung mit prognostischem Mehrwert

Die hochauflösende Bildgebung gewährt Einblicke in den Verlauf von Rückenmarksverletzungen und hat einen erheblichen Effekt auf die Auswahl und Optimierung der rehabilitativen Therapien.

Die Magnetresonanztomographie (MRT) erlaubt es, Bilder vom Rückenmark und Gehirn aufzunehmen. Diese Untersuchungen werden bis heute verwendet, um anatomische Veränderungen auf Ebene der Morphologie wie Struktur (Form und Grösse), Volumen, Ausmass und Lokalisation von Läsionen zu erfassen. Mit dem MRT wird jedoch die Mikrostruktur, zum Beispiel das Myelin des Rückenmarks, einzelne Nervenbahnen und regenerative Prozesse, nicht abgebildet. Diese Veränderungen objektiv zu messen und in die klinische Beurteilung einfließen zu lassen ist für die Paraplegiologie und die Diagnose von Erkrankungen des Rückenmarks von besonderer Bedeutung. Die Verbindung klinischer Messungen mit den Resultaten der Magnetresonanztomographie wird es erlauben, neue prognostische Biomarker zu entwickeln. Somit lässt sich der Verlauf nach einer Rückenmarksverletzung durch Trauma, Kompression, Ischämie oder Tumor besser beurteilen und ermöglicht eine bessere Individualisierung der Therapie. Des Weiteren besteht die Möglichkeit, zusätzliche Informationen über die Intensität und Spezifität von rehabilitativen Therapien zu gewinnen und diese für den Patienten individuell anzupassen.

Hochauflösende Bildgebung an der Universitätsklinik Balgrist

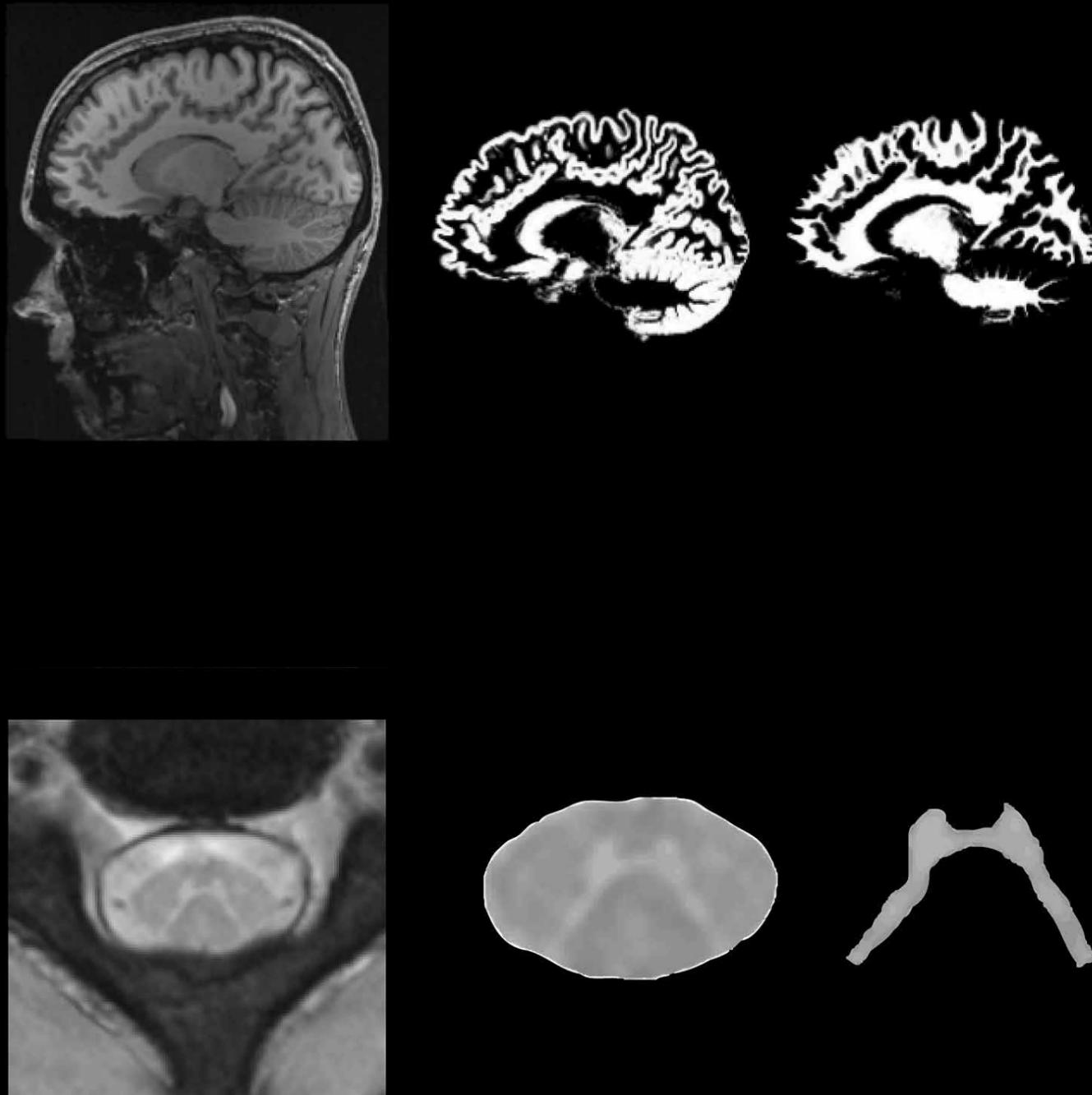
Der Forschungsschwerpunkt der hochauflösenden Bildgebung bei Patienten mit einer akuten oder chronischen Rückenmarksverletzung liegt im Gehirn und Rückenmark ober- und unterhalb sowie auf Höhe der Verletzung. Zusätzlich wird der Einfluss von rehabilitativen Therapien auf das Gehirn und Rückenmark untersucht, zum Beispiel die Plastizität des Zentralnervensystems. Es werden innovative Spitzentechnologien wie beispielsweise hochoptimierte Sequenzen verwendet, die es ermöglichen, die weisse und graue

Substanz im Rückenmark detailliert zu analysieren. Dabei wird eng mit der Klinik und internationalen Forschungspartnern zusammen gearbeitet, unter anderem mit dem «Wellcome Trust Centre for Neuroimaging» am University College London und dem «Max Planck Institute for Human Cognitive and Brain Sciences» in Leipzig.

Interdisziplinäre Zusammenarbeit in der Klinik

Die interdisziplinäre und enge Zusammenarbeit mit verschiedenen Spezialisten der Universitätsklinik Balgrist ist ein wesentlicher Erfolgsfaktor für die Forschung. Dadurch konnte zum ersten Mal eine positive Beziehung zwischen trainingsinduzierten Verbesserungen des Gleichgewichts, der Muskelkraft und der Mobilität auf der einen Seite und den Volumenveränderungen im Gehirn und Hirnstamm auf der anderen Seite während einer rehabilitativen Intervention bei Patienten mit einer inkompletten Querschnittlähmung durch virtuell verstärktes Gangtraining festgestellt werden. Diese Veränderungen werden schon nach vier Wochen intensiven Trainings sichtbar.

Dr. Patrick Freund hat in Freiburg Biologie und in Zürich Medizin studiert und in beiden Fächern doktoriert. Er ist Leiter der Neuroimaging Gruppe und Arzt in Ausbildung in der Neurologie an der Universitätsklinik Balgrist, Zürich. Sein Hauptinteressensgebiet liegt in der Erforschung der zentralen Plastizität und Rehabilitation mittels bildgestützter Messungen. Das Ziel seiner Arbeit besteht darin, die Wirkung von medikamentösen Behandlungen auf das Zentralnervensystem oder von rehabilitativen Massnahmen schneller sichtbar zu machen.



FitSCI: Aktivitätsmonitor für einen aktiven Lebensstil

Eine neue Sensortechnologie soll einen aktiven Lebensstil von Personen mit einer Rückenmarksverletzung fördern und während der Rehabilitation die Motivation erhöhen.

Die funktionelle Erholung von Armen und Händen ist bei Personen mit einer Tetraplegie oftmals limitiert und kann nur durch intensives Rehabilitationstraining verbessert werden. Aus diesem Grund setzt die klinische Rehabilitation auf umfangreiche Bewegungstherapie. Ausserhalb der klinischen Umgebung hat der Therapeut jedoch nur noch beschränkten Einfluss auf die Aktivität und Motivation des Patienten. Vermehrt trifft man heute auf Aktivitätsmonitore, die im täglichen Leben integriert werden können. Diese Geräte erfassen verschiedene gesundheitsrelevante Daten wie zum Beispiel Anzahl Schritte, Schlafphasen oder Kalorienverbrauch. Eine wichtige Eigenschaft dieser Aktivitätsmonitore ist die Möglichkeit, sich selbst Ziele zu setzen und/oder sich über soziale Netzwerke mit anderen vergleichen zu können, was zu einer langanhaltenden Motivation führen kann. Aktivitätsmonitore können somit ein effektives Hilfsmittel zur Förderung eines gesunden Lebensstils sein.

Den existierenden kommerziellen Geräten fehlt es jedoch an spezifischer Ausstattung, die auf querschnittsgelähmte Personen angepasst ist. So kann zum Beispiel die Mobilität nicht anhand der Schrittzahl erfasst werden, sondern muss über die Rollstuhlbewegung gemessen werden. Anhand von Referenzdaten von Rollstuhlfahrern und Rollstuhllathleten wird an der Universitätsklinik Balgrist ein neuer Inertialsensor namens ReSense auf sein Potential untersucht, als Aktivitätsmonitor für Personen mit einer Rückenmarksverletzung zu fungieren. Der ReSense-Sensor kann über mehrere Tage Daten erfassen und ist aufgrund seiner kleinen und wasserfesten Bauform für den Gebrauch im klinischen wie auch häuslichen Umfeld geeignet.

Einsatz in der Klinik

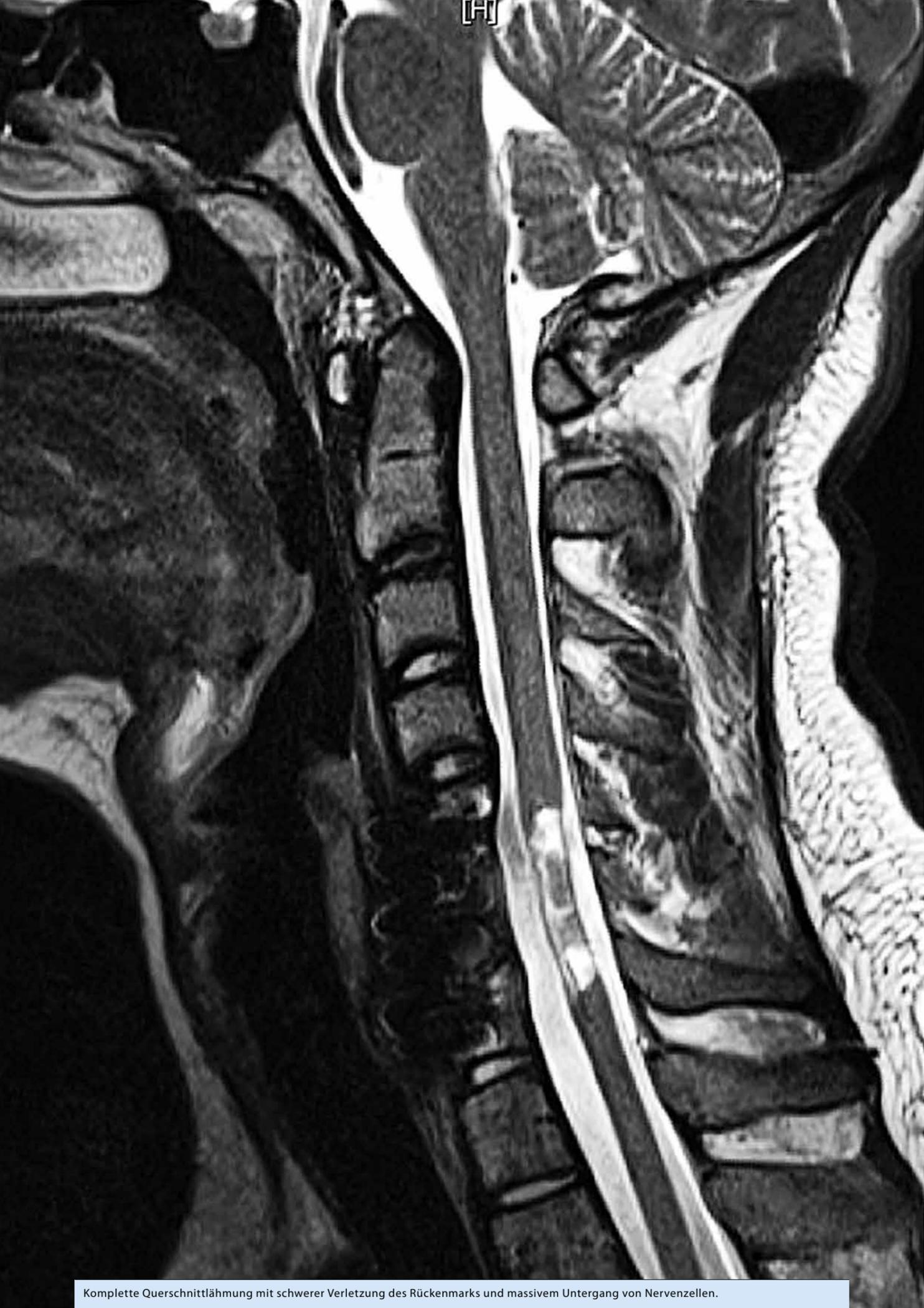
Der ReSense-Sensor wurde an der ETH Zürich in Zusammenarbeit mit dem Zentrum für Paraplegie der Universitätsklinik Balgrist entwickelt. Er wurde bereits bei Patienten mit einer zervikalen Rückenmarksverletzung eingesetzt, um die Aktivität der Arme und die Mobilität der Patienten während des ersten Rehabilitationsjahres zu erfassen. Um Vergleichsdaten zu erhalten, wurden auch Rollstuhlsportler mit den Sensoren ausgestattet. Mit den gewonnenen Daten ist der Aufbau einer neuen Plattform namens FitSCI geplant. Diese Plattform, die einen Aktivitätsmonitor und die dazugehörige Software beinhaltet, wird speziell auf die Bedürfnisse von Personen mit einer Rückenmarksverletzung angepasst und soll diese Personen über ihre Aktivität im täglichen Leben informieren und so zu einem gesunden Lebensstil animieren.

Dr. Michelle Starkey ist stellvertretende Leiterin der Forschungsabteilung des Zentrums für Paraplegie an der Universitätsklinik Balgrist. Ihre Forschungsgruppe befasst sich mit der Anwendung von neuen Sensortechnologien für die Rehabilitation von Personen mit einer Rückenmarksverletzung.



Werner Popp ist zur Zeit Doktorand am Zentrum für Paraplegie. Im Rahmen seiner Doktorarbeit entwickelt er neue Auswertungsalgorithmen für den ReSense-Aktivitätsmonitor, die speziell auf Personen mit einer Verletzung des Rückenmarks zugeschnitten sind.





Stammzellentherapie bei Querschnittlähmung

Die Behandlung von akuter oder chronischer Querschnittlähmung ist derzeit noch Zukunftsmusik, wird aber einen wichtigen Behandlungsansatz in der Zukunft bringen. Viele Fragen zur Anwendung sind noch sehr unklar. Im Zentrum für Paraplegie wird die Transplantation von Stammzellen in das menschliche Rückenmark und deren Effekt in klinischen Studien erforscht.

Das Zentrum für Paraplegie der Universitätsklinik Balgrist bietet querschnittgelähmten Menschen eine umfassende Versorgung von der Akutbehandlung bis zur lebenslangen Nachsorge und forscht intensiv an neuen Behandlungsmöglichkeiten bei Querschnittlähmung. Es ist international anerkannt als eines der wenigen Zentren (das einzige in Europa), die während der letzten drei Jahre eine hochkomplexe und wissenschaftlich fundierte Studie mit Transplantation von Stammzellen in das menschliche Rückenmark bei Patienten mit unfallbedingter Querschnittlähmung erfolgreich durchführen konnten. Die Studie in Kooperation mit StemCells Inc., eine Spin-off-Firma der Stanford University, wurde von Swissmedic und der zuständigen Ethikkommission genehmigt und wird intensiv überwacht.

Stammzellen können verletzte Nervenzellen regenerieren

Zwölf Patienten (aus Europa und Amerika) mit einer posttraumatischen Querschnittlähmung wurden in die Studie aufgenommen. In einer ersten Kohorte wurden sieben Patienten mit einer sensibel und motorisch kompletten Querschnittlähmung (ASIA A) behandelt, in der zweiten Kohorte fünf Patienten mit motorisch kompletter, jedoch sensibel inkompletter Lähmung (ASIA B). Nach Rückenmarksverletzungen kommt es zu einer sogenannten posttraumatischen Zyste im Rückenmark. In diesem Areal des Rückenmarks bilden sich nahezu alle Nervenzellen zurück (massiver Substanz-/Zellverlust), weswegen der Patient an einer chronischen Querschnittlähmung leidet. Bei dieser Studie wurden menschliche neurale Stammzellen (von einer Stammzellbank aus Kalifornien) in das Rückenmark der Patienten oberhalb und unterhalb der Verletzung injiziert. Tierstudien haben gezeigt, dass die injizierten Stammzellen bis zur verletzten Stelle wandern, dort verletzte Nervenzellen regenerieren (Bildung neuer Myelinscheiden) und sich in verschiedene Typen von Nervenzellen

weiterentwickeln können. Tiere zeigten nach solchen Behandlungen deutlich verbesserte Erholungen des Laufens. Nach der erfolgreichen Transplantation werden die Patienten anschliessend engmaschigen und regelmässigen Kontrolluntersuchungen über fünf Jahre unterzogen.

In einem ersten Schritt wurden die Sicherheit und die Wirksamkeit der Stammzellentherapie überprüft. Die Ergebnisse dieser Studie (komplette Einjahresuntersuchung aller Patienten) zeigen eindrücklich, dass Behandlungen mit Stammzellen sicher und zielgerichtet durchgeführt werden können. Es kam zu nachweisbaren Verbesserungen der Sensibilität, jedoch wurde bis anhin keine Erholung des Laufens beobachtet.

Als Folge dieser positiven Studie ist in Nordamerika eine Phase-II-Studie (FDA approval) zur Behandlung von Patienten mit hoher Querschnittlähmung eingeleitet worden. Es wird mit den gleichen Stammzellen gearbeitet, jedoch mit einer höheren Dosierung von Zellen. Diese Studie versucht, sowohl die Sicherheit bei Halsmarksverletzungen als auch eine verbesserte Effektivität mit Steigerung der Stammzellen nachzuweisen. Die hier gezeigte relative Sicherheit einer möglichen Stammzellentransplantation ist für weitere Studien für Patienten mit akuter und chronischer Querschnittlähmung wegweisend.

Prof. Dr. med. Armin Curt ist Chefarzt und Direktor des Zentrums für Paraplegie der Universitätsklinik Balgrist. Er wurde mit dem Schellenberg-Preis für herausragende Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Paraplegiologie ausgezeichnet, auf dem er sich seit über 20 Jahren als Forscher und Kliniker engagiert.



Neuro-Urologie: Vom Labor ans Patientenbett

Das Neuro-Urologie-Team der Universitätsklinik Balgrist entwickelt innovative Diagnostik- und Therapiemethoden, um die Lebensqualität von Patienten mit neurogenen Blasenfunktionsstörungen zu verbessern.

Millionen von Menschen leiden weltweit an Blasenbeschwerden, die durch neurologische Erkrankungen verursacht werden. Oft trauen sich die Betroffenen nicht, darüber zu sprechen. Diese Tabuisierung gilt es zu durchbrechen – es kann auf vielfache Weise geholfen werden.

Die Kontrolle des Harntraktes ist ein sehr komplexer Vorgang mit bis heute nicht vollständig geklärtem Zusammenspiel des peripheren und zentralen Nervensystems (vgl. Abbildung, Cover Lancet Neurology, Juli 2015). Um die zugrundeliegenden Mechanismen besser zu verstehen und entsprechende Therapien zu etablieren, wurde in enger Zusammenarbeit mit Prof. Dr. Martin Schwab, Institut für Hirnforschung, ein neues Tiermodell entwickelt. Damit wurde es erstmals möglich, die Funktion des unteren Harntraktes inklusive Harnröhrenschliessmuskel bei wachen Ratten zu evaluieren. In weiteren Studien werden neue Therapieansätze geprüft und die Ergebnisse auf den Menschen übertragen.

Neue Untersuchungsmethoden

Durch somatosensibel evozierte Potentiale und Elektroenzephalogramm nach elektrischer Stimulation der unteren Harnwege sowie durch funktionelle Neurobildgebungsstudien konnten neue Erkenntnisse über die Harntraktfunktion gewonnen werden. Diese innovativen Untersuchungsmethoden werden in enger Zusammenarbeit mit Forschungsgruppen in Antwerpen, London, Maastricht und Rom weiterentwickelt und teilweise bereits im klinischen Alltag eingesetzt.

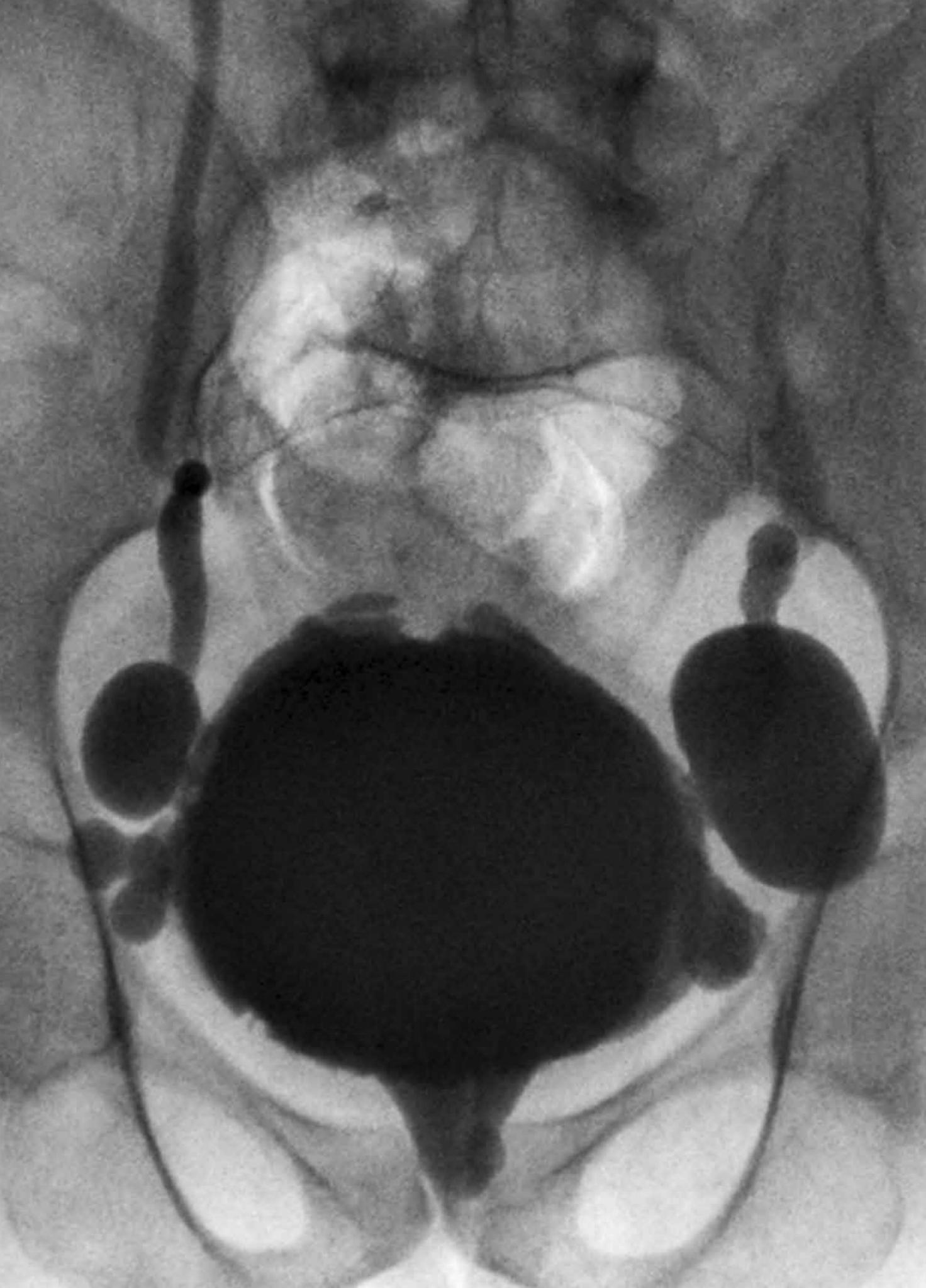
Vielversprechende therapeutische Möglichkeiten

In den letzten Jahren haben verschiedene, insbesondere minimal-invasive Therapiemethoden die Behandlungsmöglichkeiten in der Neuro-Urologie

relevant verbessert. So haben die an der Universitätsklinik Balgrist entwickelten Botulinum-A-Toxin-Injektionen in den Detrusor die Therapie der überaktiven Harnblase revolutioniert und werden weltweit erfolgreich eingesetzt. Stromtherapien wie die transkutane elektrische Nervenstimulation, tibiale Nervenstimulation und sakrale Neuromodulation stellen vielversprechende Therapiemöglichkeiten dar und werden am Neuro-Urologie-Zentrum wissenschaftlich evaluiert. Insbesondere wird im Rahmen einer Schweizer Multicenterstudie die Wirksamkeit der sakralen Neuromodulation versus Placebo bei neurogener Blasenfunktionsstörung untersucht. Diese weltweit einzigartige Studie wird wichtige neue Einblicke in die problematische Behandlung bei therapierefraktären Blasenfunktionsstörungen geben und das neuro-urologische Management wesentlich beeinflussen.

Die klinisch orientierten, interdisziplinär durchgeführten Forschungsprojekte führen zu fachbereichsübergreifenden multizentrischen Ansätzen und Kooperationen mit dem Ziel, die medizinische Versorgung der neuro-urologischen Patienten der Universitätsklinik Balgrist zu verbessern.

PD Dr. med. Thomas M. Kessler spezialisierte sich in Neuro-Urologie an der Universitätsklinik Innsbruck unter Prof. Dr. Helmut Madersbacher und am National Hospital for Neurology and Neurosurgery, University College London, unter Prof. Dr. Clare J. Fowler. Kessler habilitierte im Fach Urologie an der Universität Bern und leitet seit November 2010 die Neuro-Urologie der Universitätsklinik Balgrist. Kessler ist Präsident der Swiss Continence Foundation und der Swiss Society for Sacral Neuromodulation sowie Mitglied verschiedener Fachgesellschaften.



In der Universitätsklinik Balgrist entstehen Roboter für die Behandlung von Patienten mit Lähmungen. Sie können die Therapie intensivieren, den Patienten motivieren und dabei den Therapeuten spürbar entlasten.

Zentrilmotorische Pathologien können durch repetitive, manuelle Bewegungstherapien erfolgreich behandelt werden. Die manuelle Therapie ist aber personalintensiv und für den Therapeuten häufig sehr anstrengend. Daher sind Dauer und Intensität der manuellen Therapie beschränkt, obwohl dem Patienten ein längeres, intensiveres Training zugutekommen würde. Hier kann der Therapeut durch den Einsatz von Therapierobotern unterstützt werden. Sie verringern die physische Arbeitslast der Therapeuten und erlauben dem Patienten ein kontrolliertes, hochrepetitives und intensives Training. Zur Erhöhung der Motivation kann die Therapie zusätzlich mit Übungen in einer virtuellen Realität kombiniert werden.

Armtherapie-Roboter ARMin

Der am Balgrist gemeinsam mit der ETH Zürich entwickelte Armtherapie-Roboter ARMin unterstützt den Patientenarm gezielt bei der Ausführung von 3D-Bewegungen. Die aktivierte Exoskelett-Struktur erlaubt eine koordinierte Bewegung aller Gelenke des Armes sowie ein Öffnen und Schliessen der Hand. Verschiedene Therapiemodi stehen zur Verfügung. ARMin kann die Therapie durch passive Mobilisation unterstützen. Im Spielmodus und im Modus «Aktivitäten des täglichen Lebens» werden dem Patienten Aufgaben in einer virtuellen Umgebung an einem Monitor präsentiert. Ballspiele oder Tätigkeiten wie Kochen werden durch visuelle, akustische und haptische Rückmeldungen motivierend gestaltet. Der Roboter unterstützt den Patienten hierbei bedarfsorientiert und nur wenn nötig. In einer grossangelegten, multizentrischen Studie an Patienten im chronischen Stadium nach einem Schlaganfall konnte gezeigt werden, dass die mit ARMin behandelten, insbesondere die schwerer betroffenen Patienten, ihre Armfunktion stärker verbessern konnten als eine konventionell trainierte Patientengruppe.

Training am Lokomat

Beim Lokomat werden Hüft-, Knie- und Fussgelenk des Patienten mithilfe einer am Bein angelegten motorisierten Orthese (Exoskelett) künstlich bewegt. Der querschnittgelähmte oder halbseitengelähmte Patient bewegt sich dabei auf einem Laufband und wird durch den Lokomaten stabilisiert oder bei der Durchführung einer selbst-initiierten Bewegung interaktiv unterstützt. Mit den Methoden der virtuellen Realität kann sich der Patient entlang eines virtuellen Hindernisparcours bewegen, um Engagement und Motivation zu fördern. Dank der Forschung ist man in der Lage, die Behandlung während der Therapie automatisch an die individuellen psychophysiologischen Bedürfnisse anzupassen. Zurzeit arbeiten Forscher der Universitätsklinik Balgrist an einer motorisierten Orthese, die sich in die Kleidung integrieren lässt und somit auch als Assistenzgerät im Alltag eingesetzt werden kann.

Prof. Dr. Robert Riener studierte Maschinenbau an der TU München und University of Maryland und schloss sein Studium mit der Promotion ab. Nach einem Forschungsaufenthalt am Politecnico di Milano und der Habilitation an der TU München wurde er 2003 als Assistenzprofessor für Rehabilitation Engineering an die ETH Zürich und an die Universitätsklinik Balgrist berufen. Heute ist Riener ordentlicher Professor für Sensomotorische Systeme an der ETH Zürich und ausserordentlicher Professor am Zentrum für Paraplegie der Universitätsklinik Balgrist. Fokus seiner Forschung ist die Reharobotik.



Die Forschung des Zentrums für Paraplegie Balgrist verwendet ein hochmodernes Echtzeit-Ganganalysesystem.

Gehen ist eine Fortbewegungsart, mit der sich der Mensch sicher und mit geringem Energieaufwand vorwärtsbewegen kann. Der Mensch kann gehen ohne bewusst darüber nachdenken zu müssen. Wird jedoch durch eine Verletzung oder Krankheit die Gehfähigkeit eingeschränkt, so führt dies zu einer erheblichen Beeinträchtigung der Mobilität und somit auch der gesellschaftlichen Integration. Das Wiedererlernen des Gehens hat dann höchste Priorität für die betroffenen Personen. Dies benötigt intensives Gangtraining, das durch Verlaufskontrollen optimal für jeden individuellen Patienten gesteuert werden sollte. Mit Daten aus der klinischen Ganganalyse werden die individuellen Defizite identifiziert und der Lernfortschritt quantifiziert. Da Ganganalysen jedoch spezielle Räumlichkeiten und speziell geschultes Auswertungspersonal voraussetzen, ist der Aufwand für eine Analyse sehr gross und die Intervalle zwischen den Analysen entsprechend lang.

Echtzeit-Ganganalyse ermöglicht individualisiertes Training

Die Forschung des Zentrums für Paraplegie Balgrist verwendet als erste Institution im deutschsprachigen Raum ein hochmodernes Echtzeit-Ganganalysesystem, das die Ganganalyse stark vereinfacht und die Intervalle zwischen den Analysen verkürzt und somit eine bessere Trainingssteuerung ermöglicht. Ärzte und Therapeuten können mit vergleichsweise geringem Aufwand in kürzester Zeit eine vollständige Ganganalyse erstellen. Durch die Interaktion zwischen Evaluation und Training wird sichergestellt, dass jeder Patient das bestmögliche Training erhält. So sind die Patienten immer auf dem optimalen Weg der Erholung.

GRAIL – Gait Real-time Analysis Interactive Lab

Das GRAIL-System ist mit diversen Sensorsystemen ausgestattet und kann Bewegungen, Muskelaktivitäten und Bodenreaktionskräfte aufnehmen. Während der Patient auf dem Laufband geht, werden diese Informationen durchgängig analysiert und die Ergebnisse in Echtzeit präsentiert. Umgeben ist das GRAIL-System von einer grosszügigen virtuellen Realität, in der verschiedenste Szenarien errichtet werden können. In der virtuellen Umgebung lassen sich Feedbackmechanismen darstellen, die die jeweiligen Trainingsziele und deren Erfüllung anzeigen können. Somit erhält der Patient bei jedem Schritt eine Erfolgsanzeige über seine Leistung bei der jeweiligen Aufgabe. Die neuartigen Trainings werden im Hause entwickelt und sind perfekt auf die Patienten angepasst.

Mit GRAIL bietet die Universitätsklinik Balgrist ihren Patienten eine äusserst innovative Möglichkeit, das Gehen wieder zu erlernen.

Dr. Christopher Schmidt ist Experte für den menschlichen Gang und die Ganganalyse. Am Zentrum für Paraplegie der Universitätsklinik Balgrist ist er verantwortlich für Messungen im Ganglabor, zum Beispiel bei Verlaufskontrollen von Patienten, aber auch für die Neuentwicklung von Trainingskonzepten und VR-Integration. Vor allem die Forschung und die fortwährende Verbesserung und Optimierung von traditionellen Methoden treiben ihn an.



Anästhesie: Verfahren für eine reibungslose postoperative Phase

In der Anästhesieabteilung hat die Forschung erreicht, dass Narkoseverfahren verbessert werden konnten. Patienten aller Altersstufen inklusive Kinder erhalten optimale Bedingungen für einen reibungslosen und schmerzfreien Operationsablauf sowie eine schmerzarme Erholungsphase nach erfolgtem Eingriff.

Es ist bekannt, dass die kognitive Funktion (Probleme des Gedächtnisses, der Wahrnehmung sowie des Erinnerungsvermögens) bei chirurgischen Eingriffen beeinträchtigt werden kann. Gerade nach grossen Eingriffen bei älteren Patienten wird diese Problematik häufiger beobachtet. Um dieses Problem besser zu verstehen, untersuchen Forscher der Universitätsklinik Balgrist den Einfluss der verschiedenen anästhesiologischen Techniken. Allgemeinanästhesiologische Verfahren sowie chirurgische Stimuli können die kognitive Dysfunktion postoperativ aktivieren bzw. potenzieren. Diese aktivierte Entzündung als einer der Hauptgründe postoperativer kognitiver Funktionsstörungen kann durch die Wahl geeigneter regionalanästhesiologischer Verfahren um ein Vielfaches minimiert oder gänzlich unterdrückt werden.

Regionalanästhesie kann Stressreaktionen reduzieren

Bei einer stetig älter werdenden Bevölkerung ist die Regionalanästhesie deshalb ein Garant eines erfolgreichen perioperativen Managements zur Steigerung der Zufriedenheit von Patient und Operateur. Chirurgische Eingriffe bewirken Stressreaktionen an Körper und Geist. Diese können postoperativ zu Komplikationen führen. Die Regionalanästhesie kann solche Stressreaktionen reduzieren oder gänzlich unterbinden.

Diese regionalanästhesiologischen Verfahren werden stetig weiterentwickelt. In diesem Zusammenhang wird versucht, auch die Mechanismen der anti-inflammatorischen Reaktion aufzudecken und zu verstehen.

Der Kernpunkt der Forschungsziele der Anästhesie liegt darin, aktuell mehr über die Mechanismen der anti-inflammatorischen und neuerdings auch bekannten anti-cancerogenen Wirkung von Lokalanästhetika zu erfahren. Primär sind vor allem weitere Kenntnisse notwendig, die im Labor in vitro erarbeitet werden müssen und in Zukunft der Klinik und dem Patienten zugutekommen.

Prof. Alain Borgeat ist ausserordentlicher Professor für Anästhesie an der Medizinischen Fakultät der Universität Zürich. Er ist ein international anerkannter Experte für Regionalanästhesie, intravenöse Anästhesie und Schmerzmanagement. Prof. Borgeat leitet seit 1995 die Anästhesieabteilung der Universitätsklinik Balgrist, wo er 2001 zum Chefarzt ernannt wurde. Er ist Mitglied verschiedener Editorial Boards und Fachgesellschaften, Präsident der SARA (Swiss Association of Regional Anaesthesia and Analgesia), Präsident und Vorsitzender der Prüfungskommission des Europäischen Exams für Regionalanästhesie. Er erhielt mehrere Preise und Stipendien für seine Forschungsarbeiten über Lokalanästhetika und Tumormetastasen. Er hielt über 800 Vorträge als invited Speaker an internationalen Kongressen und Meetings. Er verfügt über mehr als 250 wissenschaftliche Artikel und Buchkapitel und 120 peer reviewed Publikationen.



Physikalische Medizin und Rheumatologie: CRPS im Fokus internationaler Kollaborationen

Die Abteilung für Physikalische Medizin und Rheumatologie ergänzt das Spektrum der Universitätsklinik Balgrist und widmet sich der nicht operativen Abklärung und Therapie muskuloskelettaler Erkrankungen und der Rehabilitation. Ein Forschungsschwerpunkt der Abteilung bildet das «Complex Regional Pain Syndrome» – kurz CRPS genannt.

Klinisch und wissenschaftlich beschäftigt sich die Abteilung für Physikalische Medizin und Rheumatologie unter anderem mit dem Komplexen Regionalen Schmerzsyndrom (CRPS, früher auch Morbus Sudeck genannt). Dabei handelt es sich um eine Erkrankung, die sich im Wesentlichen in Form von starken Schmerzen und einer eingeschränkten Funktion der betroffenen Gliedmasse zeigt. Daneben bestehen oft, in unterschiedlichem Ausmass kombiniert, Durchblutungsstörungen, abnorme Schweißbildung oder ein gestörter Stoffwechsel des Gewebes sowie Bewegungsstörungen. Die Beschwerden treten in der Regel nach einem auslösenden Ereignis, wie zum Beispiel nach einem Unfall (Prellung, Verstauchung, Knochenbruch) oder nach einer Operation auf. Die Erkrankung verläuft individuell verschieden und reicht von milden, selbst limitierenden Verläufen bis zu bleibenden Beschwerden.

Noch wenig über beeinflussende Faktoren bekannt

Die Folgen der Erkrankung in Form einer möglichen körperlichen Behinderung und sozialer Beeinträchtigung sind für die betroffenen Patienten sehr oft mit einer massiv eingeschränkten Lebensqualität verbunden. Trotz zunehmender Forschungstätigkeiten auf dem Gebiet des CRPS ist nach wie vor wenig über die auslösenden Mechanismen und die beeinflussenden Faktoren bekannt. Die aktuellen Forschungsprojekte der Universitätsklinik Balgrist werden in Form internationaler Kollaborationen durchgeführt und untersuchen unter anderem die Definition

der Heilung aus Sicht der Betroffenen. Im Fokus steht auch die Einigung auf ein Set aussagekräftiger Messparameter, die in zukünftigen Projekten von allen Forschungsgruppen verwendet werden können

Im September 2015 fand ein internationales Symposium zum Thema CRPS in der Universitätsklinik Balgrist statt, zu dem namhafte Experten auf diesem Gebiet als Referenten gewonnen werden konnten.

PD Dr. med. Florian Brunner ist seit 1998 in der Universitätsklinik Balgrist tätig. Er ist Privatdozent an der Universität Zürich und Facharzt für Physikalische Medizin und Rehabilitation. Seit 2012 wirkt er als Leiter der Abteilung für Physikalische Medizin und Rheumatologie.





Chiropraktische Medizin: Manuelle Techniken und neurowissenschaftliche Untersuchungsmethoden

Zur Vermeidung einer Chronifizierung von Rückenschmerzen sind das Verhindern von Veränderungen im Gehirn und die Identifikation von Risikofaktoren von höchster Wichtigkeit.

Fast jede Person leidet mindestens einmal in ihrem Leben unter Rückenschmerzen. In Einzelfällen können diese einen chronischen Verlauf entwickeln. Chronische Rückenschmerzen führen mit zunehmender Dauer zu einschneidenden Konsequenzen im täglichen Leben. Obwohl die Ursache chronischer Rückenschmerzen in anatomischen Strukturen des Rückens vermutet wird, setzt sich immer mehr die Überzeugung durch, dass Veränderungen im Gehirn an der Chronifizierung zumindest beteiligt sind. Die Untersuchung dieser Reorganisation des Gehirns und der psychosozialen Risikofaktoren mit neurowissenschaftlichen Methoden ist der Schwerpunkt der interdisziplinären Forschungsgruppe der Chiropraktischen Medizin.

Bei der Anwendung einer alltäglichen chiropraktischen Technik bei gesunden Versuchspersonen zeigte sich die Repräsentation der Wirbelsäule in Hirnarealen, die sensorische Informationen wahrnehmen, verarbeiten und speichern. Bei chronischen Rückenschmerzen treffen Nervenimpulse aus der schmerzenden Körperregion ständig in diesen Hirnarealen ein und verursachen plastische Veränderungen im Gehirn. Eine umfangreiche Neuorganisation dieser Gebiete mit neuen Therapieansätzen scheint möglich. Die Verbindung zwischen dieser neurowissenschaftlichen Erkenntnis mit der klinischen Praxis wird in der Zukunft von grosser Bedeutung sein.

Die Angst vor Schmerzen ist ein wichtiger psychosozialer Faktor

Die Identifikation von psychosozialen Risikofaktoren, die für eine Chronifizierung von Rückenschmerzen verantwortlich sind, ist von grösster Wichtigkeit. Die Angst vor Bewegungen hat sich in Langzeitstudien als ein solcher Risikofaktor erwiesen. Zentral ist die Angst vor Schmerzen und die

Überzeugung, dass Bewegung oder körperliche Aktivität zu (erneuter) Verletzung führen und die Schmerzen sich verschlimmern könnten.

In Experimenten konnte mit Hilfe der funktionellen Magnetresonanztomographie (fMRT) Hirnaktivität im Angstsystem nachgewiesen werden, während die Versuchspersonen Videoclips mit potentiell gefährlichen Aktivitäten für den Rücken anschauten. Von besonderem Interesse ist die Tatsache, dass neben den chronischen Rückenschmerzpatienten auch eine Untergruppe der gesunden Probanden eine unbegründete, aber hohe Bewegungsangst im Fragebogen zeigten und gleichzeitig auch das Angstnetzwerk im Hirn aktivierten. Um die unbegründete Bewegungsangst bei Rückenschmerzen zu entkräften, wäre es wünschenswert, die Bevölkerung mit aktuellsten Erkenntnissen über Rückenschmerzen zu informieren. Zudem sollten Rückenschmerzpatienten im Akutstadium mit erhöhter Bewegungsangst eine spezifische Betreuung erhalten.

Prof. B. Kim Humphreys ist Professor für Chiropraktische Medizin an der Universität Zürich. Als Leiter der Klinik für Chiropraktische Medizin an der Universitätsklinik Balgrist ist er verantwortlich für die Bereiche Lehre, Poliklinik und Forschung.



Literatur

Peterson CK, Leemann S, Lechmann M, Pfirmann CW, Hodler J, Humphreys BK. J Manipulative Physiol Ther 2013; 36(4):218-25.

Wirth B, Humphreys BK. Pain characteristics in adolescent spinal pain. BioMed Central Pediatrics 2015;15(1):42.

Boendermaker B, Meier ML, Luechinger R, Humphreys BK, Hotz-Boendermaker S. Human Brain Mapping 2014; 35(8):3962-71.

Meier ML, Stämpfli P, Vrana A, Humphreys BK, Seifritz E and Hotz S. Frontiers in Human Neuroscience 2015;9:424.

Pflege: Qualitäts- und Prozessoptimierung durch pflegegeleitete Patientenpfade

Der Erfolg einer Operation und Behandlung an einem Akutspital hängt von der Zusammenarbeit verschiedener Berufsgruppen ab. Die Bedürfnisse von Patient und Angehörigen stehen dabei im Zentrum.

Schlüsselrolle Pflegefachpersonen

Eine gute, koordinierende Planung ist für eine hohe Betreuungsqualität und effiziente Versorgung notwendig. International werden dazu sogenannte «Patientenpfade» empfohlen, die den gesamten Behandlungs- und Betreuungsprozess von Patientinnen und Patienten festhalten. Der Pflegedienst der Universitätsklinik Balgrist hat in Kooperation mit dem Institut für Pflege der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW) solche Patientenpfade entwickelt, die von Pflegefachpersonen geleitet werden.

Ziele von Patienten und Angehörigen im Vordergrund

Das Forschungsprojekt untersuchte, ob pflegegeleitete Patientenpfade Auswirkungen auf die Pflegequalität, die Patientenzufriedenheit, die Veränderungen der Arbeitssituation der Pflegefachpersonen sowie betriebswirtschaftliche Konsequenzen haben. Während zweier Jahre wurde die pflegewissenschaftliche Studie zusammen mit der ZHAW unter Einschluss von über 500 Patientinnen und Patienten durchgeführt.

Hauptresultate

Mit der Umsetzung der Patientenpfade hat sich die Pflegequalität signifikant verbessert, insbesondere in den Bereichen der Pflegeanamnese und der Austrittsplanung. Festgestellt wurde eine ausserordentlich positive Beurteilung der Pflegequalität durch die Patienten. 96% würden aufgrund der erhaltenen Pflege das Spital ihren

Freunden und Bekannten weiterempfehlen. Obwohl nach Einführung der pflegegeleiteten Patientenpfade eine höhere Pflegequalität nachgewiesen wurde, war dieses positive Resultat mit keinem nachweisbaren Anstieg der Pflegekosten verbunden.

Benefit der Studie

Der Pflege stehen nun Qualitätsindikatoren zur Verfügung, die Hinweise zur Betreuungs- und Pflegequalität liefern. Diese Instrumente können zur Überprüfung der Qualität wiederholt eingesetzt werden.

Judith Seitz, MAS HSM ist Leiterin Pflegedienst in der Universitätsklinik Balgrist und verantwortlich für die pflegerische Versorgung der Patienten in der Orthopädie/Rheumatologie, im Zentrum für Paraplegie, der Rehabilitation sowie in den ambulanten Bereichen. Die wissenschaftlich fundierte pflegerische Arbeitsweise unter einer evidenzbasierten Umsetzung in der Praxis stehen im Mittelpunkt. Abgestützt auf der Grundlage von wissenschaftlichen Erkenntnissen wird ein bestmögliches Patientenergebnis im Kontext der Wirtschaftlichkeit und der strukturellen Gegebenheiten gewährleistet. Der Fokus richtet sich primär auf die Versorgungsforschung, die in Kooperationen zwischen Universitätsspitalern, Hochschulen und weiteren Forschungseinrichtungen stattfindet.



Forschung Physiotherapie: Innovation und Effektivität

Vor vier Jahren wurde mit Unterstützung der Balgrist-Stiftung die Forschung in der Physiotherapie unter der Leitung von Dr. Jaap Swanenburg implementiert.

Seit Beginn der Forschung vor vier Jahren wurden verschiedene Projekte gestartet und erfolgreich abgeschlossen. Ein Forschungsschwerpunkt ist der Nachweis der Wirksamkeit von therapeutischen Massnahmen in der Rehabilitation von chronischen Fussinstabilitäten.

Corinne Huber, Physiotherapeutin, hat eine Studie publiziert, in der die dynamische Stabilisationsfähigkeit nach einer kurzzeitigen Eissprayanwendung untersucht wurde. Es konnte festgestellt werden, dass sich nach einer Kühl spray-Applikation bei Probanden mit einer Vorverletzung des oberen Sprunggelenks die dynamische Stabilisationsfähigkeit des Fusses verzögert. Ob diese Verzögerung einen Einfluss auf die Rückkehr in den Sport hat, muss noch untersucht werden. Die Studie zur Anwendung eines Tests, der die dynamische Körperhaltung nach einem Schritt von einer Stufe untersucht, konnte abgeschlossen werden. Doris Keller konnte zeigen, dass dieser Test eine grosse Messgenauigkeit hat und daher auch kleine Veränderungen erkennen lässt. Zusätzlich konnte eine Empfehlung zur Verbesserung dieses Tests durch eine Ablenkungsaufgabe (Dual-Task) abgegeben werden.

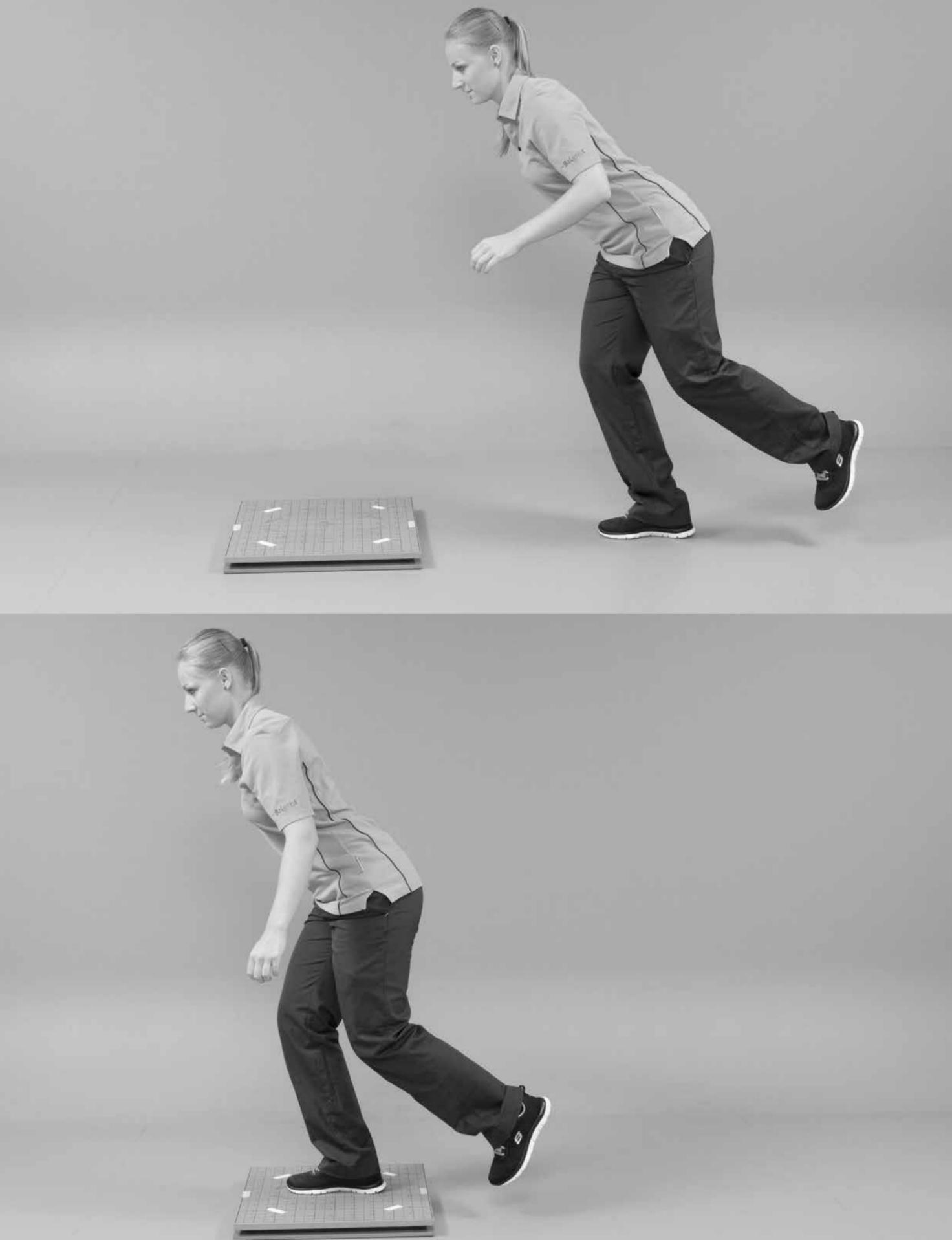
Dieser Test wird in einer zurzeit laufenden Studie von René Giger, Physiotherapeut der Universitätsklinik Balgrist, zum Effekt eines 12-wöchigen Trainingsprogramms bei Personen mit chronischer Instabilität im Sprunggelenk verwendet. Das Ziel dieser Studie ist es herauszufinden, ob sich ein spezifisches Sprungtraining positiv auf die Fussinstabilität auswirkt und sich dadurch die funktionellen Beschwerden lindern lassen.

In Zusammenarbeit mit Marcel Enzler und Linda Dyer, Physiotherapeuten der Universitätsklinik Balgrist, wird in einer weiteren Studie bezüglich eines eingeschränkten Schultergelenks der Verlauf der therapeutischen Intervention verfolgt.

Dabei wird die Reihenfolge der Verbesserung der Bewegungsrichtungen gemessen, mit dem Ziel, die Effizienz der Mobilisationen zu optimieren. Christian Weber, Physiotherapeut der Universitätsklinik Balgrist, hat einen geläufigen Test zur Muskellängenbestimmung (m. pectoralis minor) überprüft. Innovativ fand die Überprüfung während der Operation in Zusammenarbeit mit den Schulterorthopäden statt. Es zeigte sich, dass mit diesem Test keine definitive Aussage über die Muskellänge gemacht werden kann.

Die Zufriedenheit der Patienten ist der Universitätsklinik Balgrist sehr wichtig. Deshalb wurde ein Messinstrument, das auf einfache Weise die Wirksamkeit der Therapie nachweisen soll, klinikgerecht angepasst und im Ambulatorium der Universitätsklinik Balgrist getestet. Die Zufriedenheit der Patienten mit dem Resultat der Physiotherapie war gross. Nach der erfolgreichen Publikation der Ergebnisse, wird mit einem leicht modifizierten Fragebogen die Befragung im Herbst 2015 nochmals durchgeführt.

Dr. Jaap Swanenburg ist Teamleiter der Physiotherapie-Forschung der Universitätsklinik Balgrist. Er promovierte an der medizinischen Fakultät der Universität Groningen, Niederlande, und hält einen Master of Health Administration der Universität Bielefeld, Deutschland. Er ist Lehrbeauftragter der Universität Zürich und seine Forschungsschwerpunkte konzentrieren sich auf die neuro-mechanischen Rehabilitation und die Weiterentwicklung von physiotherapeutischen Interventionen. Dr. Swanenburg ist Co-Autor von mehr als 25 begutachteten Veröffentlichungen.





Balgrist Tec AG: Myoelektrische Armprothese

Zum ersten Mal in der Schweiz konnte die Balgrist Tec AG im Januar 2012 einen Patienten mit einer neuen, myoelektrisch gesteuerten Armprothese versorgen. Möglichst viele der Handfunktionen mit einer Prothese nachzubilden, ist bis heute eine der grössten Herausforderungen in der Orthopädietechnik.

David Egger, Spezialist für Arm- und Handprothesen der Balgrist Tec AG, stellt sich tagtäglich den Herausforderungen solcher komplexen Versorgungen. Er hat die Entwicklung im Bereich Armprothetik während der vergangenen Jahre hautnah miterlebt: «Für mich war vor allem der Schritt von den herkömmlichen Myoprothesensystemen zum so genannten Axon-Bus-Prothesensystem sehr imposant. Anfangs war nur ein einfacher Zangengriff möglich. Die neuartigen Prothesen boten unseren Patienten auf einen Schlag viel mehr Möglichkeiten, einen Gegenstand zu greifen.»

Myoelektrisch gesteuerte Armprothesen

Da die modernen Armprothesen mittels Myoelektrik angesteuert werden, steht zu Beginn einer solchen Versorgung ein Myotest an, um die Muskelaktivität zu messen und die Elektrodenpositionen zu bestimmen. Anschliessend wird ermittelt, ob der Patient über genügend messbares Muskelaktionspotenzial verfügt, das für die Myoprothese nötig ist.

Die Balgrist Tec AG versorgt ihre Patienten mit unterschiedlichen myoelektrisch gesteuerten Armprothesen. Die Modelle unterscheiden sich vor allem bezüglich ihrer Griffmuster. Während die eine Variante «nur» sieben unterschiedliche Griffmuster beherrscht, sind bei der anderen 24 naturgetreue Griffmuster möglich. Zudem unterscheiden sich die Prothesensysteme in der Konfiguration. Die eine Versorgung ermöglicht lediglich den lateralen und den oppositionellen Griff, bei der anderen werden alle Finger einzeln angetrieben.

Dank neuer Technologien wird die Funktionalität von Hand- und Armprothesen kontinuierlich weiterentwickelt. Man darf gespannt sein, wie sich die Technologie in den nächsten Jahren weiterentwickelt und ob «empfindsame» Prothesen mit Feedback-Mechanismus bald zur realen Versorgungsmöglichkeit werden. Dieser Fortschritt wird aber vom Patienten auch mehr abverlangen; einerseits sehr gute kognitive Fähigkeiten, andererseits viel Geduld. Denn er oder sie wird bedeutend mehr üben müssen, da die Prothesen der Zukunft beispielsweise bei der Mustererkennung mehr Funktionen aufweisen werden. Dennoch werden die künftigen Versorgungsmöglichkeiten grundsätzlich sehr positiv eingeschätzt und vor allem die Entwicklung von schnelleren und gezielteren Steuerungsmöglichkeiten ist vielversprechend.

David Egger ist stellvertretender Leiter der Abteilung Orthopädietechnik und arbeitet seit 2002 bei der Balgrist Tec AG. Sein Spezialgebiet sind Arm- und Handprothesen des Fachbereiches Prothetik.



Die Balgrist Tec AG ist eine Tochterfirma des Schweizerischen Vereins Balgrist und bietet ihren Patienten ein lückenloses Leistungsspektrum in sämtlichen Fachbereichen der Orthopädietechnik, der Reha-Technik und der Orthopädie-Schuhtechnik. Eine enge interdisziplinäre Zusammenarbeit mit Ärzten und Therapeuten gewährleistet dabei stets innovative und qualitativ hochwertige Versorgungslösungen.

Symposium Schweizer Spitzenmedizin: Die Plattform zur Förderung der Spitzenmedizin

Einmal jährlich wird am Symposium Schweizer Spitzenmedizin über Grundlagen und Rahmenbedingungen zur Förderung und Entwicklung der Spitzenmedizin in der Schweiz debattiert.

Hochkarätige Vertreter aus Forschung, Kliniken, Wirtschaft, Politik und Unternehmertum treffen sich einmal im Jahr im Center for Global Dialogue der SwissRe in Rüschlikon zum Meinungs- und Informationsaustausch. Das grundsätzliche Ziel des Symposiums ist die Verbesserung der Rahmenbedingungen für die hochspezialisierte Medizin und das Aufzeigen deren Bedeutung für die Gesundheitsversorgung. Die Inhalte werden von der unabhängigen Arbeitsgruppe «Hochspezialisierte Medizin» festgelegt, der Vertreter aus Politik, Medizin und Wissenschaft angehören. Die Balgrist Stiftung organisiert den Anlass mit der finanziellen Unterstützung von Sponsoren. Die Teilnahme erfolgt auf persönliche Einladung hin.

Schwerpunkte an den Symposien

Das Symposium Schweizer Spitzenmedizin fand 2010 zum ersten Mal statt. Jedes Jahr widmet sich das Symposium ein oder zwei Schwerpunktthemen. Die Schwerpunkte in den vergangenen Jahren waren beispielsweise Nachwuchsförderung in der Forschung, Zusammenarbeit Universitäre Forschung und Industrie oder Forschung, Ethik und Finanzierung in der Spitzenmedizin. Zwischen den Referaten bieten Pausen Zeit und Raum, um Netzwerke zu pflegen.

Das Symposium 2015

Das 6. Symposium Schweizer Spitzenmedizin 2015 thematisierte die Rolle der Hochschulen in der Spitzenmedizin, die Frage regulatorischer Anreize und die Überversorgung. Moderiert wurde der Anlass von Prof. Peter Suter, Präsident des Fachorgans Hochspezialisierte Medizin.

Die Rolle der Hochschulen in der Spitzenmedizin haben Prof. Michael Hengartner, Rektor der Universität Zürich, und Prof. Lino Guzzella, Präsident der ETH Zürich, aufgezeigt. Über Anreize, falsche Anreize und Überversorgung referierten Dr. Fridolin Marty, Leiter Gesundheitspolitik economiesuisse, Dr. Heinz Locher, Gesundheitsökonom, und Hr. Otto Bitterli, CEO Sanitas. Mit Ruedi Noser, Dr. Ernst Thomke und Prof. Christian Gerber auf dem Podium wurden die politischen, unternehmerischen und medizinischen Aspekte im Hinblick auf die Verabschiedung eines Manifests vertieft.

Dr. Eric Honegger
Präsident der Arbeitsgruppe
Hochspezialisierte Medizin

Dr. Honegger war nach seiner politischen Karriere als Regierungsrat des Kantons Zürich in verschiedenen Unternehmungen tätig. Bis vor ein paar Jahren war er u.a. Präsident des Schweizerischen Vereins Balgrist, dem Trägerverein der Universitätsklinik Balgrist. Neben seiner Funktion als Präsident der Arbeitsgruppe Hochspezialisierte Medizin amtiert Dr. Honegger aktuell als Verwaltungsratspräsident der Balgrist Campus AG und als Mitglied der ResOrtho-Stiftung. Im Burgenland, seinem Wohnort, führt er zusammen mit seiner Partnerin das exklusive Gästehaus «Der Arkadenhof».



Im Oktober 2016 finden in der Swiss Arena Kloten die weltweit ersten Wettkämpfe für Menschen mit Behinderungen statt, bei denen robotische Hilfsmittel erlaubt sein werden.

Mit Unterstützung der Universitätsklinik Balgrist organisiert die ETH Zürich, unter der Leitung von Prof. Robert Riener, eine neu konzipierte Form von Olympischen Spielen, den Cyathlon. Dabei werden sich Menschen mit motorischen Beeinträchtigungen miteinander messen und mit Hilfe modernster robotischer Assistenzsysteme Parcours absolvieren. Die Techniken stammen aus den bekanntesten Forschungslaboren der Welt und den führenden Rehatheknologiefirmen.

Das Ziel des Cyathlon ist es, eine Plattform zur Entwicklungsförderung alltagstauglicher Assistenzsysteme zu bieten, die den Nutzern bei der Bewältigung von Hindernissen im Alltag helfen und von ihnen akzeptiert werden. Der Cyathlon ist eine gemeinnützige und wohltätige Veranstaltung. Der erste Cyathlon findet am 8. Oktober 2016 statt und soll danach alle 2 bis 4 Jahre ausgetragen werden.

In sechs Disziplinen wird je ein Wettkampf ausgetragen. Für jeden Sieg werden zwei Medaillen vergeben: eine für den Piloten und eine für das Entwicklungsteam.

Folgende Parcours werden angeboten

- Hindernisparcours mit Knieprothesen: Piloten mit einer Beinamputation verwenden eine aktuierte Beinprothese und absolvieren so einen Parcours mit spannenden und alltagsrelevanten Hindernissen.
- Geschicklichkeitsparcours mit Armprothesen: Piloten mit einer Armamputation verwenden eine aktuierte Armprothese, um damit alltagsrelevante ein- und beidhändige Bewegungsaufgaben schnell und präzise zu absolvieren.
- Hindernisparcours mit Exoskeletten: Piloten mit einer Querschnittlähmung verwenden motorisierte Orthesen und absolvieren so einen Parcours mit spannenden und alltagsrelevanten Hindernissen.

- Hindernisparcours für motorisierte Rollstühle: Piloten mit Gehbehinderung steuern einen motorisierten Rollstuhl und absolvieren so einen Parcours mit alltagsrelevanten Hindernissen.
- Hirngesteuertes Rennen mit virtuellen Avataren: Stark gelähmte Piloten steuern mittels einer Hirn-Computer-Schnittstelle Kraft ihrer Gedanken ihren virtuellen Avatar durch einen computeranimierten Rennparcours.
- Radrennen mit elektrischer Muskelstimulation: Piloten mit einer kompletten Querschnittlähmung absolvieren mit Hilfe elektrisch stimulierter Muskeln ein Radrennen.

Durch diesen Anlass werden Zuschauer über Herausforderungen für Menschen mit Handicap sowie über technische Möglichkeiten informiert, und es wird die Zusammenarbeit zwischen Forschenden in der Industrie und an den Hochschulen vertieft. Es darf davon ausgegangen werden, dass dadurch Barrieren zwischen Menschen mit Behinderung, der Gesellschaft und den Entwicklern abgebaut werden können.

Prof. Dr. Robert Riener studierte Maschinenbau an der TU München und University of Maryland und schloss sein Studium mit der Promotion ab. Nach einem Forschungsaufenthalt am Politecnico di Milano und der Habilitation an der TU München wurde er 2003 als Assistenzprofessor für Rehabilitation Engineering an die ETH Zürich und an die Universitätsklinik Balgrist berufen. Heute ist Riener ordentlicher Professor für Sensomotorische Systeme an der ETH Zürich und ausserordentlicher Professor am Zentrum für Paraplegie der Universitätsklinik Balgrist. Fokus seiner Forschung ist die Reharobotik.



Die Balgrist-Stiftung/ Der Schweizerische Verein Balgrist

Die Balgrist-Stiftung

Die Stiftung unterstützt Forschung, Lehre und Dienstleistungen, die im Zusammenhang mit den Aufgaben und Tätigkeiten der Universitätsklinik Balgrist stehen. Sie will dazu beitragen, dass an der Universitätsklinik Balgrist weiterhin medizinische Spitzenleistungen erbracht werden können. Die Stiftung ist politisch und konfessionell neutral. Sie verfolgt keine kommerziellen Zwecke und strebt keinen Gewinn an.

Unterstützen auch Sie unsere Forschung –
herzlichen Dank!

Bankverbindung Balgrist-Stiftung

Zürcher Kantonalbank
Postfach
8010 Zürich
Konto.: 1100-1503-342
IBAN CH05 0070 0110 0015 0334 2

Der Schweizerische Verein Balgrist

Der Schweizerische Verein Balgrist besteht seit 1909 und betreibt die Universitätsklinik Balgrist. Der Verein bezweckt die Förderung der Gesundheit von Personen mit Leiden am Bewegungsapparat. In Zusammenarbeit mit der Universität Zürich und weiteren wissenschaftlichen Institutionen fördert der Verein zudem die Lehre und Forschung am Bewegungsapparat.

Universitätsklinik Balgrist

Forchstrasse 340
CH-8008 Zürich
T +41 44 386 11 11
F +41 44 386 11 09
info@balgrist.ch