

Zentrum Chirurgie

Abteilung Unfallchirurgie, Plastische und Wiederherstellungschirurgie

Centre of Surgery

Department of Trauma Surgery, Plastic and Reconstructive Surgery



Stimulation der Frakturheilung bei Osteoporose: Osteotomie und Osteosynthese an der Rattentibia mit Miniplatte und 1,1mm Schrauben
Stimulation of fracture-healing in osteoporotic bone: Osteotomy and Osteosynthesis of a rat tibia with mini-plate and 1.1 mm screws

Forschungsschwerpunkte Research Foci

- ▷ Patientenorientierte klinische Forschung zur Qualitätssteigerung der Unfallbehandlung durch neue Therapieverfahren und Operationstechniken, Leitlinien
 - ▷ Tissue Engineering und Bioprothetik - Entwicklung stammzell-besiedelter Titan-Minioprothese für den Oberflächenteilersatz am Kniegelenk
 - ▷ Osteoporose: hormonelle u. biomechanische Prophylaxe, Muskelbeteiligung, Fraktur und Frakturheilung
 - ▷ Kinematik der Fingergelenke und Entwicklung einer Fingergelenkprothese
 - ▷ Biomechanik der menschlichen Wirbelsäule
 - ▷ Patient Related Clinical Research for Quality Improvement in Trauma Therapy by New Therapy Procedures and Surgical Techniques, Clinical Guidelines
 - ▷ Tissue Engineering and Bioprosthesis – Development of a New Titanium Minioprosthesis Colo-nized with Stem Cells for Surface Replacement in the Knee Joint
 - ▷ Osteoporosis: Prophylaxis, Affection of Skeletal Muscles, Fracture and Fracture Healing
 - ▷ Kinematics of the Finger Joints and Development of an New Prosthesis for the Finger Joints
 - ▷ Biomechanics of the human spine
-



Abteilungsdirektor Head of Department

Prof. Dr. med. Klaus Michael Stürmer

Kontaktdaten Contact

Abteilung Unfallchirurgie, Plastische
und Wiederherstellungschirurgie
UNIVERSITÄTSMEDIZIN GÖTTINGEN
Robert-Koch-Straße 40, D-37075 Göttingen
Telefon +49-0551 / 39-22462, Fax +49-0551 / 39-8991
ms.unfallchirurgie@med.uni-goettingen.de
www.unfallchirurgie.med.uni-goettingen.de

Hochschullehrer/innen Professors and Lecturers

+49-551 /

Stürmer, Klaus Michael	Prof. Dr. med.	ms.unfallchirurgie@med.uni-goettingen.de	39-22462
Dresing, Klaus	Apl. Prof. Dr. med.	klaus.dresing@med.uni-goettingen.de	39-6986
Frosch, Karl-Heinz	PD Dr. med.	khfrosch@med.uni-goettingen.de	39-8989
Dumont, Clemens	PD Dr. med.	Clemens.dumont@med.uni-goettingen.de	39-6118
Stürmer, Ewa Klara	PD Dr. med.	e.k.stuermer@med.uni-goettingen.de	39-22462

Weitere Arbeitsgruppenleiter/innen Group Leaders

Wachowski, Martin	Dr. med.	martin.wachowski@med.uni-goettingen.de	39-6114
-------------------	----------	--	---------

EINLEITUNG

Klinische Forschung

Die Abteilung ist Kern des überregionalen Traumazentrums Göttingen-Kassel. Die Behandlung der Unfallopfer hat höchste Priorität.

Polytraumen werden auf Basis genauer Dokumentation (Verletzungen, Diagnostik, Therapie) im DGU-Polytraumaregister analysiert. Die Ergebnisse fließen in Evidenz-basierte nationale S-3-Leitlinien sowie eigene Algorithmen ein. Weitere Schwerpunkte:

- ▷ Frakturheilung unter optimierten Osteosynthese-Implantaten und Operationsverfahren, insbesondere bei Osteoporose
- ▷ Kniegelenkschirurgie:
neue Verfahren der Kreuzband- und Knorpelchirurgie
Meniskusersatz
Knieendoprothetik

Experimentelle Forschung

Schwerpunkt der Forschung an Knochen- und Knorpelgewebe (DFG geförderte Schwerpunkte):

- ▷ Tissue Engineering von Knochen und Knorpel aus adulten Stammzellen
- ▷ Osteoporose unter hormoneller und biomechanischer Prophylaxe, Fraktur und Frakturheilung

Das Einwachsen in Implantatwerkstoffe mit definierter Porosität wird als Entwicklung biologischer osteokartilaginärer Sandwichimplantate als Gelenkersatz betrieben. Stammzellen bilden knochen-seitig neuen Knochen, gelenkseitig hyalinen Knorpel. Molekulare Milieubedingungen am Kniegelenk werden untersucht, die die Heilung von zellbasierten Therapieansätzen (Knorpel und Meniskus) positiv oder negativ beeinflussen.

Knochenbrüche bei Osteoporose sind bei Operation und Heilung ein zunehmendes Problem. Anhand eines Standard-Osteoporosemodells der Rattentibia können biomechanisch Elastizität und Bruchfestigkeit getestet werden. Weiterhin wird mit einem eigenen Standard-Osteotomie-Osteosynthesemodell der Rattentibia der Wirkungsmechanismus verschiedener Antiosteoporotika histomorphologisch und mit Volumen-CT analysiert. Neue Untersuchungen betreffen die Stimulation der gehemmten Frakturheilung bei Osteoporose.

Kinematik und physikalische Mechanismen der Fingergelenke werden zusammen mit der Arbeitsgruppe Gelenkbiomechanik der Kieferorthopädie gemessen. Ziel ist eine neue Fingergelenk-sprothese mit physiologischen Gelenkbewegungen und neuromuskulärer Ansteuerung zur Verhinderung von Verschleiß und Lockerung.

Im Rahmen der Kooperation wird die Biomechanik der humanen Wirbelsäule erforscht. Ziel ist die Erfassung der kinematischen Einflüsse des Einsatzes moderner bewegungserhaltender Implantate.

Seit 1996 hat die Entwicklung wissenschaftlich begründeter Leitlinien für die unfallchirurgische Diagnostik und Therapie –Ltg. Prof. Dr. K.M. Stürmer (Leitlinienkommissionsleiter DGU) - zu 20 nationalen Leitlinien nach einem einheitlichen Muster auf S1 und S2 Stufe geführt.

PREFACE

The National Centre of Trauma, Plastic, and Reconstructive Surgery is the core in medical care for casualties nationwide. In addition to teaching and scientific research, medical treatment of casualties takes the highest priority. Thus emerging problems are the focus of scientific interest.

The interaction of the varying injuries of the polytrauma is analysed in the register of multiple injuries of the German Society of Trauma Surgery (DGU) on the basis of accurate documentation of the pattern of injury, the sequence of diagnosis and therapy, as well as the resulting treatment. The results flow into the national evidence based S-3-guidelines of polytrauma as well as into our own treatment algorithms. Further fields of focus in clinical research are the fracture healing with optimized implants and surgical techniques, especially in combination with osteoporosis as well as injuries of the knee.

Bone and cartilage are given special attention in our experimental research. After many years of animal experiments on fracture healing, the department has opened two new fields of focus, both being supported by the DFG. In the first place, tissue engineering of bone and cartilage, and secondly, osteoporosis in view to prophylactic measures, fracture and fracture healing.

In tissue engineering, bone structure and cartilage regeneration from the adult stem cell are investigated. Ingrowth of these tissues in the implant material with predefined porosity is conducted with the aim of developing biological osteochondral implants for joint replacement. Thereby stem cells develop new bone in areas with bone contact, while cartilage develops in areas with contact to the joint hyaline.

Due to problems arising in osteosynthesis and fracture healing in fractures associated with osteoporosis, we developed a biomechanical bending and braking test for the standard osteoporosis model of the metaphyseal rat tibia. By means of these tests, the impact of several antiosteoporotic pharmaceuticals could be analysed by histomorphologic evaluation (quantitative microradiology) and Volumetric-CT with new aspects. The latest experiments are related to the fracture healing decreased with osteoporosis and the possibilities to stimulate healing.

The study group has evaluated joint mechanics of orthodontics, kinematics and the physical mechanism of the knuckle joints. New knuckle joint prosthesis is developed that allows the physiologic movements and the neuromuscular activation of the joint in order to prevent wear and loosening of knuckle joint prostheses.

In cooperation with the biomechanical study group from the department of orthodontics the biomechanics of the human spine

is investigated. One of the aims covers research on the kinematical effect of using modern non-fusion implants.

At the interface of research and clinical application, development of scientific based guidelines for traumatological diagnostic and therapy has been a special focus of the department since 1996. By order of the German Society of Trauma Surgery, Professor Stürmer is head of the guidelines commission since 1996, and has developed 20 national guidelines on stage S1 and S2 and which were completely revised and amended from 2003-2005.

1. Patientenorientierte klinische Forschung zur Qualitätssteigerung der Unfallbehandlung durch neue Therapieverfahren und Operationstechniken

In unserer Klinik wird eine große Anzahl von Patienten mit traumatischen Kniegelenksverletzungen und degenerativen Erkrankungen am Kniegelenk behandelt. Weiterhin beschäftigen wir uns mit der Transplantation von Knorpel-Knochenzylindern über minimal invasive Zugänge und der Füllung der Entnahmedefekte mit künstlichen Knorpel-Knochenzylindern. Zu Kreuzbandverletzungen im Wachstumsalter leitet PD Dr med. K.-H. Frosch eine Multicenter-Studie der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie. Eine Metaanalyse zu diesem Thema ist bereits abgeschlossen und zur Publikation eingereicht. Bezüglich der vorderen Kreuzbandersatzplastik haben wir für die Doppelbündel-Ersatzplastik ein eigenes operatives Konzept entwickelt, welches derzeit gegenüber der Einkanaltechnik in einer prospektiv kontrollierten Studie evaluiert wird.

Zur Kniegelenksluxation werden derzeit Langzeitdaten nach operativer Versorgung in unserer Klinik erhoben, eine Metaanalyse zur Art des operativen Vorgehens wird momentan ausgewertet.

Bei Gonarthrose im Endstadium wird in unserer Klinik in Kooperation mit Prof. D. Kubein-Meesenburg und Prof. H. Nägerl, sowie der Firma Aequos eine neuartige Kniegelenksendoprothese implantiert, die als einzige derzeit auf dem Markt erhältliche Kniegelenksendoprothese ein physiologisches Roll-Gleitverhalten des Kniegelenkes erlaubt. Unsere Klinik leitet hierzu eine prospektive Multicenter-Studie, in die bisher über 200 Patienten eingeschlossen werden konnten. Erste Ergebnisse wurden bereits in renommierten Zeitschriften publiziert.

Zum Vergleich rigider versus elastischer Unterarm-Osteosynthese läuft derzeit eine Multicenter-Studie, geleitet von unserer Abteilung (AO-Foundation Az.: S-07-24S). Die Plattenosteosynthese wurde über 3 Jahrzehnte in rigider, komplikationsgefährdeter Technik durchgeführt. Die u.a. in Göttingen fortentwickelte „elastische Plattenosteosynthese“ ist signifikant komplikationsärmer, schon die Durchblutung des Knochens und erlaubt bewusst Mikrobewegungen im Frakturspalt, welche die Kallusbildung anregt.

Die fortschreitende Alterung der Bevölkerung bedingt eine zunehmende Inzidenz der hüftnahen Frakturen. Nach chirurgischer Behandlung beträgt die perioperative Mortalität 6%. Häufig kommt es danach zu einem Verlust der Selbständigkeit, der Lebensquali-

tät und zur Verschlechterung des klinischen Allgemeinzustandes. Internationale Studien zeigten eine Mortalitätsrate von 25-30% im ersten Jahr nach hüftnaher Femurfraktur. Durch verletzungsbedingte Hüftkopfnekrosen, Infektionen oder ein sekundäres Implantatversagen durch die altersbedingte Schwächung des Knochens sind in 30% der Fälle Revisionsoperationen erforderlich, welche die Prognose verschlechtern.

Unsere Klinik beteiligt sich an zwei internationalen Multicenter-Studien der International Hip Fracture Research Collaborative (IHFR), wobei die Studienleitung für Deutschland in unserer Klinik liegt. Gegenstand der Untersuchungen ist die Revisionsrate nach Femurkopf erhaltender Therapie (FAITH-Studie) und der Vergleich verschiedener endoprothetischer Verfahren zur Behandlung von Schenkelhalsfrakturen (HEALTH-Studie). Metaanalysen zeigten eine geringere Revisionsrate nach Gelenkersatz gegenüber gelenkerhaltender Therapie. Nachteil des Gelenkersatzes ist die höhere Infektionsrate, die längere Operationsdauer, der Blutverlust und eine damit verbundene Zunahme der Morbidität und Mortalität. Nach Vergleich der Therapieverfahren soll die Behandlung der Schenkelhalsfraktur qualitativ verbessert werden.

Die Beteiligung an der Multicenter-Studie zur Versorgung von Femurfrakturen bei Polytrauma liefert wertvolle Ergebnisse für das Versorgungsmanagement dieser Schwerverletzten.

Weiterhin beteiligen wir uns an der Multicenterstudie zum Damage control bei Polytrauma zur Analyse der Versorgungsqualität.

Die Verbesserung der Knochenbruchheilung bei Tibiakopffrakturen durch Parathormon wird klinisch kontrolliert in einer internationalen Multicenter-Studie überprüft.

In Kooperation mit der Arbeitsgemeinschaft Sporttraumatologie der DGU werden Multicenter-Studien über Sportfähigkeit nach vorderer Kreuzbandruptur und Stabilisation des Acromioclaviculargelenkes durchgeführt.

In einer von der AO-Foundation (Schweiz) und der Synthes AG (Schweiz) unterstützten Multicenterstudie „Market Preference Evaluation LCP Hook Plate“ untersuchten wir die Eignung einer modifizierten winkelstabilen Hakenplatte zur Behandlung der traumatischen Schulterreckgelenksprengung und der lateralen Klavikulafraktur.

In einer prospektiven Screening Studie bei Notfallpatienten wird die Durchseuchung mit HIV sowie mit Hepatitis B und C untersucht. Kooperationspartner sind die Abteilungen Klinische Chemie und Virologie.

1. Patient Related Clinical Research for Quality Improvement in Trauma Therapy by New Therapy Procedures and Surgical Techniques

In our department, a high number of traumatic and degenerative injuries of the knee joints are treated. In particular, we deal with the refixation of meniscal tears, transplantation of cartilage-bone-cylinders using a minimal-invasive approach as well as new operative techniques for the reconstruction of the anterior cruciate ligament. A multicentre study about injuries of the cruciate ligament during

adolescence is conducted by PD Dr. K. H. Frosch. A meta-analysis regarding this topic is completed and submitted for publication.

A meta-analysis about operative procedures in case of knee joint luxation is in progress at our department.

We have implanted a new kind of total knee endoprosthesis "Aequos" in patients with severe gonarthrosis. This prosthesis is, up to now, the only knee prosthesis available allowing a physiological roll-back mechanism. Research cooperation exists between the developers, Prof. D. Kubein-Meesenburg, Prof. H. Nägerl, both affiliated with Georg-August-University of Göttingen, and the company "Aequos". Hereto we are conducting a prospective multicentre study, currently including more than 200 patients. First results are published in renowned journals.

Currently a multi-centre study, which focuses the comparison between rigid and elastic osteosynthesis of forearm fractures is performed, conducted by our department (AO-Foundation Az.: S-07-24S). The osteosynthesis with a plate in rigid "absolute stabile" technique was performed at forearm fractures for more than 3 decades. This technique was associated with several complications. The elastic osteosynthesis with a plate developed in Göttingen spares the blood supply of the bone and allows micro motion in the fracture gap, which induces the development of new bone and has significantly less complications.

The increased aging of the population goes along with an increased incidence of hip fractures. (The preoperative mortality is about 6%.) It often results in loss of independence and quality of life as well as a decrease of the patient's general condition. International studies have shown a mortality rate of 25 to 30% within the first year following a hip fracture. The injury associated necrosis of the femoral head, infections and secondary failures of the implant caused by old age and osteoporosis related bone weakening requires revision surgery in up to 30% of the cases. Additional surgery procedures result in a decrease of prognosis and the high mortality rate.

Our department participates in two multicentre studies of International Hip Fracture Research Collaborative (IHFRC). Objective of these studies is the revision rate after femoral head saving treatment (FAITH) and the comparison of different prosthetic treatments (HEALTH). Meta-analysis showed a lower revision rate after joint replacement therapy by a higher rate of infection and higher blood loss. This goes along with a higher morbidity and mortality. The aim of these studies is the improvement of treatment following a hip fracture.

Participation in a multicentre study on femoral fractures in polytrauma patients leads to valuable results for the care-management of severe injured patients. The cooperation in a multicentre study on the damage control of polytrauma patients serves to analyse the quality of supply.

The influence of parathormone in healing of tibial head fractures is surveyed in an international multicentre study.

In cooperation with the working group Sports Traumatology of the DGU, we participate in a multicentre study for stabilisation of the acromioclavicular joint and another multicentre study about sport ability after rupture of the anterior cruciate ligament.

With assistance from the AO-Foundation and Synthes AG, we participate in the multicentre study "Market Preference Evaluation LCP Hook Plate". This study aims to investigate the suitability of the new plate for treatment of acromioclavicular separations and lateral clavicular fractures.

In cooperation with the department of clinical chemistry and virology we are running a prospective study about the infection rate with HIV, hepatitis B and C among the local population.

Arbeitsgruppenleiter/innen Group Leaders

Prof. Dr. Klaus Michael Stürmer

Prof. Dr. Klaus Dresing

PD Dr. Karl-Heinz Frosch

PD Dr. Ewa Klara Stürmer

Kooperationen Cooperations

Prof. Dr. med. E. Neugebauer, Polytrauma-Register der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU), Köln

Prof. Dr. med. B. Bouillon, Arbeitsgemeinschaft Polytrauma der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie, Berlin

Dr. M. Bhandari, International Hip Fracture Research Collaborative (IHFRC), Toronto, Kanada

Prof. Dr. s.c. techn. E. Schneider, AO Foundation, Davos, Schweiz

R. Frigg, Synthes AG, Solothurn, Schweiz

Prof. Dr. med. Oellerich, Abteilung Klinische Chemie, Universitätsmedizin Göttingen

Prof. Dr. med. V.W. Armstrong, Abteilung Klinische Chemie, Universitätsmedizin Göttingen

Prof. Dr. M. Wagner, Wilhelminen Hospital, Wien, Österreich

Prof. Dr. N. Südkamp, Unfallchirurgie und Orthopädie, Universität Freiburg

Prof. Dr. N.P. Haas, Unfallchirurgie und Orthopädie, Charité, Berlin

Dr. rer. nat. habil. S. Blumentritt, Otto Bock Health Care GmbH, Duderstadt

Prof. Dr. D. Kubein-Meesenburg, Abteilung Kieferorthopädie, Universitätsmedizin Göttingen

Prof. Dr. rer. nat. Dr. med. habil. H. Nägerl, Biomechanische Arbeitsgruppe Göttingen/Greifswald in der Kieferorthopädie, Universitätsmedizin Göttingen

Drittmittelförderung Funding

AO Research Fund Grant (S-07-24S): "Comparative Study of bridging and rigid plate fixation of forearm fractures - relative versus absolute stability" 2008-2010 (Antragsteller: E.K. Stürmer, L. Kolios, K.M. Stürmer)

Ausgewählte Publikationen Selected Publications

Balcarek P, Sawallich T, Walde TA, Ferlemann KG, Wachowski M, Stürmer KM, Frosch K-H. Influence of cyclops syndrome after anterior cruciate ligament reconstruction on the functional outcome. *Sportverletz Sportschaden*. 2008 Dec;22(4):220-4.

Frosch KH, Sawallich T, Schütze G, Losch A, Floerkemeier T, Balcarek P, Walde T, Stürmer KM., Magnetic resonance imaging analysis of the bioabsorbable interference screw Milagro" for fixation of the anterior cruciate ligament. *Strat Traum Limb Recon*, 2009 Aug 21. [Epub ahead of print]

Frosch KH, Floerkemeier T, Nägerl H, Kubein-Meesenburg D, Dathe H, Stürmer KM., Entwicklung einer neuartigen Knieendoprothese mit physiologischer Gelenkform - Teil 2: Erste klinische Ergebnisse, *Der Unfallchirurg* 2009 Feb;112(2):176-84

Frosch KH, Floerkemeier T, Nägerl H, Kubein-Meesenburg D, Dathe H, Dumont C, Stürmer KM., Entwicklung einer neuartigen Knieendoprothese mit physiologischer Gelenkform - Teil 1: Biomechanische Grundlagen, *Der Unfallchirurg* 2009 Feb;112(2):168-175

Nägerl H, Frosch KH, Wachowski MM, Dumont C, Abicht CH, Adam P, Kubein-Meesenburg D. A novel total knee replacement by rolling articulating surfaces. In vivo functional measurements and tests. *Acta of Bioengineering and Biomechanics* 2008;10:55-60

Frosch KH, Hingelbaum S, Dresing K, Stürmer KM., Die supraacetabuläre Beckenzwinge - Notfallmaßnahme bei instabilen Beckenringverletzungen. *Unfallchirurg* 2007;21:521-527

Pape HC, Rixen, D, Morley J, Ellingsen Husebye E, Mueller, M, Dumont C, Gruner A, Oestern HJ, Bayeff-Filoff M, Garving C, Pardini D, van Griensven M, Krettek C, Giannoudis P; EPOFF Study Group. Impact of the Method of Initial Stabilization for Femoral Shaft Fractures in Patients With Multiple Injuries at Risk for Complications (Borderline Patients) *Ann Surg*. 2007 September; 246(3): 491-501

Stürmer EK, Sehmisch S, Frosch KH, Rack T, Dumont C, Tezval M, Stürmer KM: The elastic bridge plating of the forearm fracture. A prospective study. *Eur J Trauma* 2009; 2, 147-152

Sehmisch S, Stürmer EK, Zabka K, Losch A, Brunner U, Stürmer KM, Bauer G.: Results of a prospective multicenter trial for treatment of acromioclavicular dislocation. *Sportverletz Sportschaden*. 2008; 22: 139-45.

Stuermer EK, Stuermer KM: Ankle joint injury associated with a tibial shaft fracture. *J Orthp Trauma* 2008; 22: 107-12

2. Tissue Engineering und Bioprothetik

Entwicklung stammzellbesiedelter Titan-Miniprothese für den Oberflächenteilersatz am Kniegelenk

Traumatische Knorpeldefekte mit Zerstörung des subchondralen Knochens sind häufig und führen oft zu irreparablen Schäden und Arthrose der großen Gelenke. In Vorarbeiten konnte gezeigt werden, dass osteochondrale Defekte am Kniegelenk des Schafes mit stammzellbesiedelten Titanimplantaten geheilt werden können. Das Titanimplantat diente der stabilen Rekonstruktion der subchondralen Schicht und der Gelenkkontur. Nachteil der Methode ist, dass das Titan nicht resorbiert werden kann und damit als harter Fremdkörper direkt unter der Knorpelschicht dauerhaft verbleibt. Magnesium als Werkstoff hat ähnliche Festigkeitscharakteristika wie Titan, ist als Biomaterial gut verträglich und wird vollständig resorbiert. Ziel vorliegenden Projektes ist es deshalb osteochondrale Defekte des Kniegelenks mit stammzellbesiedelten Magnesium-Miniprothesen zu rekonstruieren und damit die Basis für die Regeneration des Gelenkknorpels zu bilden.

Verbesserung der Einheilung von Meniskusersatzimplantaten durch Biologisierung mit körpereigenen Wachstumsfaktoren

Nach teilweiser oder kompletter Entfernung des Innen- oder Außenmeniskus kommt es meist zu einem Verschleiß des Kniegelenks. Die Implantation eines Collagen Meniskus Implantates (CMI) ist derzeit eine der wenigen Alternativen diesem Prozess entgegenzuwirken. Als nachteilig haben sich bei dem CMI eine zum Teil nur bindegewebige Ausdifferenzierung und eine langsame Einheilung erwiesen.

Ziel der Studie ist es deshalb, die Einheilung und faserknorpelige Ausdifferenzierung des CMI durch Beschichtung mit autologen Wachstumsfaktoren und Zellen zu verbessern. Insbesondere sollte die Besiedlung in einem einzigen operativen Eingriff durchführbar sein (Single-Step-Prozedur).

Es konnte bei 24 adulten Chinchilla-Bastard-Kaninchen gezeigt werden, dass durch die Verwendung von autologen Wachstumsfaktoren und Chondrozyten eine signifikante Verbesserung der Meniskusregeneration erzielt wird. Ob die Ergebnisse auch auf den Menschen übertragbar sind wird Gegenstand weiterer Untersuchungen sein.

Entwicklung einer den physiologischen Roll-Gleit-Mechanismus beibehaltenden Aequos-Knie-Endoprothese zum Einsatz bei Patienten mit instabilem hinteren Kreuzband

Die mit sehr gutem Erfolg eingesetzte Aequos G1 Knie-Endoprothese, die den physiologischen Roll-Gleit-Mechanismus beibehält,

setzt das Vorhandensein eines stabilen hinteren Kreuzbandes voraus. Um das Einsatzspektrum zu erweitern, wird in einem vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) geförderten Projekt „Protheos“ in Zusammenarbeit mit der Firma Aequos ein Implantat entwickelt, welches auch bei instabilem hinteren Kreuzband (Posterior-Stabilized oder PS) eingesetzt werden kann. Hierzu werden Prototypen mit einer PS-Funktion im Leichenknie eingesetzt und auf ihre Funktion getestet.

2. Tissue Engineering and Bioprosthesis

Development of a New Titanium Miniprosthesis coated with Stem Cells for Surface Replacement in the Knee Joint

Due to limited therapeutical options, cartilage defects including destruction of the subchondral bone often lead to osteoarthritis. Previous research has shown that osteochondral defects of the knee joint of the sheep can be healed with stem cell coated titanium implants. Titanium has the disadvantage of not being resorbed. Therefore the purpose of the current project is to reconstruct large osteochondral defects of the knee joint using stem cell coated magnesium-mini-protheses. Magnesium is fully resorbable and has shown to be osteoconductive and biocompatible. After a successful study results, the project should be transferred to clinical applications.

Improvement of Collagen Meniscus Implants (CMI) with autologous platelet rich plasma and autologous chondrocytes

After partial or complete meniscal resection often degenerative changes in knee joints occur. To prevent this one of the few alternatives is the implantation of a CMI. The regeneration of CMI takes a long time and often is followed by a low histological quality. To improve the healing of the CMI 24 Chinchilla bastard rabbits received CMIs either coated with PRP alone or PRP with autologous chondrocytes. The biological coating leads to an accelerated healing and improved histological quality. The results are currently clinical applied.

Development of a new total knee arthroplasty (TKR) with a physiological roll-back mechanism applicable in patients with posterior instability

The successfully implanted Aequos G1 TKR, which retains the physiological roll-back mechanism requires a stable PCL. To enlarge the spectrum of indication we work in a BMWi promoted project “Protheos” in cooperation with Aequos to develop a posterior stabilized (PS) version of the Aequos-TKR, which can be used in patients with posterior ligament insufficiency. For this purpos prototypes of TKR with PS-function are implanted and tested in cadaver knees. The innovative conception of the Aequos G1 TKR is verified in gait analysis and in the future in fluoroscopic testing.

Arbeitsgruppenleiter/innen Group Leaders

PD Dr. med. Karl-Heinz Frosch

Kooperationen Cooperations

Dr. Petra Krause, Abteilung Allgemeinchirurgie, Universitätsmedizin Göttingen
Prof. Dr. med. Ch. Lohmann, Department of Orthopaedics, The University of Texas Health Science Center, San Antonio, USA

Prof. Dr. med. N. Miosge, Abteilung Prothetik, Universitätsmedizin Göttingen

Prof. Dr. med. D. Schild, Abteilung Molekulare Neurophysiologie, Universitätsmedizin Göttingen

Drittmittelförderung Funding

DFG, FR 1511/5-1 und FR 1511/5-2, 2004-2008, (K.H. Frosch und K.M. Stürmer)

Forschungskooperation mit der Firma Smith&Nephew (USA)

BMW, KF0028403MD8, 2008-2010

Ausgewählte Publikationen Selected Publications

Rübenhagen R, Drengk A, Miosge N, Stürmer KM, Frosch KH. Diagnostic patterns of MIP-1a, IL-8, VEGF, MMP-9, IL-13 and IL-1Ra in synovial fluid of osteoarthritis patients. *Osteoarthritis and Cartilage*, 2009 in Revision

Balcarek P, Walde T, Ferlemann K, Wachowski M, Stürmer K, Frosch KH. Influence of application of radiofrequency electrodes in arthroscopic surgery on vitality of subchondral bone. *Arthroscopy* 2009, in Revision

Drengk A, Zapf A, Stürmer EK, Stürmer KM, Frosch KH. Influence of Platelet Rich Plasma on Chondrogenic Differentiation and Proliferation of Chondrocytes and Mesenchymal Stem Cells. *Cells Tissues Organs* 2009;189:317-326

Ponce M, Koelling S, Kluever A, Heinemann D, Miosge N, Wulf G, Frosch KH, Schütze N, Huefner M, Siggelkow H. Coexpression of osteogenic and adipogenic differentiation markers in selected subpopulations of primary human mesenchymal progenitor cells. *J Cell Biochem*. 2008 Jul 1;104(4):1342-55

Viereck V, Gründker C, Frosch KH, Nißlein T, Hofbauer LC, Emons G. Ein isopropanolischer Extrakt der Traubensilberkerze (ICR) stimuliert die Expression von Osteoprotegerin in primären humanen Osteoblasten. *Journal für Menopause*. 2007; 14(1):12-16

von Alten J, Fister S, Schulz H, Viereck V, Frosch KH, Emons G, Grundker C. GnRH analogs reduce invasiveness of human breast cancer cells. *Breast Cancer Res Treat*. 2006; 100(1):13-21

Frosch KH, Drengk A, Krause P, Viereck V, Miosge N, Stürmer EK, Stürmer KM (2006) Development of Stem Cell coated Titanium Implants for the Partial Surface Replacement of the Knee. *Biomaterials* 27: 2542-9.

Frosch KH, Hingelbaum S, Drengk A, Jennissen HP, Chatzinikolaïdou M, Stürmer EK, Stürmer KM (2006) BMP-2 and cell coated titanium implants accelerate healing of osteochondral defects in a sheep model. *Cytotherapy*, 8 Suppl 2: 8

Frosch KH, Stürmer KM (2006) Metallic Biomaterials in Skeletal Repair. *European J Trauma*, 32: 1-12.

Viereck V, Gründker C, Blaschke S, Frosch KH, Schoppert M, Emons G, Hofbauer LC (2005) Atorvastatin stimulates the production of osteoprotegerin by human osteoblasts. *J CELL BIOCHEM*, 96(6): 1244-53.

3. Osteoporose – Knochen, Muskulatur, Fraktur und Frakturheilung

Die Osteoporose mit ihren immer wieder auftretenden Frakturen ist eine der 10 bedeutsamsten und teuersten Erkrankungen der heutigen Zeit. Damit rückt die osteoporotische Fraktur bzw. die Frakturheilung des Knochens in den Fokus des Interesses und Möglichkeiten der Prophylaxe und Therapie sind ein ständiges Thema in Wissenschaft und Forschung. Dies ist auch Inhalt der Untersuchungen der Arbeitsgruppe „Osteoporose“. Sie erforscht die Wirkung von Osteoporose und Osteoporosepharmaka auf Muskulatur, Knochen und die Frakturheilung.

Die Untersuchungen werden anhand des weltweit etablierten Osteoporosemodells der ovariectomierten Ratte durchgeführt. Die betrachteten Organe sind die proximalen Metaphysen von Tibia und

Femur, sowie die Lendenwirbelsäule, da die Osteoporose hauptsächlich den trabekulären Knochen betrifft. Der Musculus erector spinae, der M. soleus und der M. gastrocnemius werden untersucht, um Haltemuskulatur, schnelle und langsame Muskulatur zu analysieren. Hinsichtlich ihrer anti-osteoporotischen Potenz und ihres Effektes auf die Frakturheilung wurden bisher folgende Substanzen geprüft: Östrogen, Raloxifen, Alendronat, 1,34-Parathormon, 4-MBC und die Phytohormone: Cimicifuga racemosa, Daidzein, Genistein, Equol. Weitere Untersuchungen werden mit Agnus castus, Zolendronsäure und Strontiumranelat durchgeführt. Analysiert werden die Knochen radiologisch, mikroradiographisch, histologisch qualitativ und quantitativ, biomechanisch und genanalytisch. Hinzu kommen die intravitale Fluoreszenzmarkierung und das Volumen-CT. Zur biomechanischen Evaluation wurden ein metaphysärer tibialer, ein femoraler sowie ein LWK-4 Biege- und Bruchtest entwickelt. Im Knochen- bzw. Kallusgewebe werden genanalytisch Osteocalcin, Alkalische Phosphatase, IGF-1, TRAP, ER- α und ER- β bestimmt. In der Muskulatur werden die mitochondriale und enzymatische Aktivität, sowie histologisch Struktur und Kapillaren untersucht.

Östrogen und Raloxifen verbessern die Struktur und Qualität des osteoporotischen Knochens und Kallus signifikant. Nur 1-34-Parathormon ist überlegen. Alendronat verbessert nur den osteoporotischen Knochen, scheint seine Frakturheilung jedoch eher zu stören (schlechteste Qualität). 4-MBC hat ähnlich wie Daidzein kaum Auswirkung auf den osteoporotischen Knochen und seine Frakturheilung. Eventuell wird ein Effekt erst nach mehrmonatiger Applikation sichtbar. Cimicifuga racemosa beeinflusst den osteoporotischen Knochen und seine Frakturheilung positiv, scheint jedoch die Heilung im Vergleich zum Gesunden – wie die Osteoporose auch - zu verzögern. Equol, ein Metabolit des Daidzeins, zeigt die besten Ergebnisse aller Phytohormone.

3. Osteoporosis: Prophylaxis, Fracture and Fracture Healing

Osteoporosis with its typical osteoporotic fractures is cost-intensive and one of the ten main diseases of these days. Prophylaxis and therapy of osteoporosis and osteoporotic fractures respectively are one of the main topics in science and research. The team “Osteoporosis” also focuses this topic. The effects of osteoporosis and anti-osteoporosis substances on skeletal muscles, bone and fracture healing in the osteoporotic organism are studied.

Animal studies are performed with the worldwide most established model of osteoporosis, the ovariectomized rat. The analysed bones are the proximal metaphysis of tibia and femur, the lumbar spine, because osteoporosis mainly affects the trabecular bone. The chosen muscles are m. erector spinae, m. soleus and m. gastrocnemius to analyse the fast and the slow skeletal muscles. Concerning the anti-osteoporotic potency the following substances were tested: Estrogen, Raloxifene, Alendronate, 1,34-parathyroid hormone, 4-MBC and the phytohormones Cimicifuga racemosa, Daidzein, Genistein, Equol. Further analysis were performed with

Agnus castus, Zolendronic acid and Strontium ranelate. Tools for the investigations are radiography, micro radiography, gene analysis, qualitative and quantitative histomorphology, and biomechanics. In addition fluorochrome labelling during fracture healing process and at the endpoint a flat panel volumetric computer tomography (fp qCT) of the bones was done. The biomechanical features were evaluated by newly developed metaphyseal bending and breaking tests for the proximal tibia and the femur, and a newly developed breaking test for the 4th lumbar spine respectively. In bone and callus tissues the gene expression of osteocalcin, AP, IGF-1, TRAP, ER- α and ER- β were determined. The skeletal muscles were analysed regarding mitochondrial and enzymatic activity, histomorphometry and capillaries.

1-34-parathyroid hormone showed the best results in improving fracture healing and quality of osteoporotic bone. Estrogen and raloxifene improved the structure and quality of the osteoporotic bone and callus formation also significantly. Alendronate improved the osteoporotic bone only, but seemed to disturb the fracture healing process due to osteoclast inhibition. 4-MBC as well as Daidzein had little effects on the osteoporotic bone and its fracture healing; possibly in long-term application a positive effect may be visible. Cimicifuga racemosa affected the osteoporotic bone and the fracture healing positively, but cannot accelerate the delayed fracture healing in osteoporosis (compared to healthy bone). Equol as a metabolite of Daidzein showed the best results of all phytohormones.

Arbeitsgruppenleiter/innen Group Leaders

PD Dr. med. Ewa Klara Stürmer

Kooperationen Cooperations

R. J. Gould, Ph. D., MSD SHARP & DOHME GmbH, Haar

Prof. Dr. M. Wicke, Institut für Kleintierzucht und Haustiergenetik, Universität Göttingen

Prof. Dr. H. Dunkelberg, Dr. U. Schmelz, Institut für Hygiene und Umweltmedizin, UMG

Prof. Dr. med. Norbert M. Meenen, Netzwerk Experimentelle Unfallchirurgie NEU der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie, Berlin

Prof. Dr. s.c. techn. E. Schneider, AO Research Institute der AO-Foundation, Davos, Schweiz

Prof. Dr. med. C. Dullin E. Grabbe, Abteilung Diagnostische Radiologie, Universitätsmedizin Göttingen

Dr. J.A. Gasser, Novartis Institutes for BioMedical Research, Basel, Schweiz,

Prof. Dr. med. W. Wuttke, Abteilung Klinische und Experimentelle Endokrinologie, Universitätsmedizin Göttingen

Drittmittelförderung Funding

DFG, STU 478/2-1: „Verbesserung der Frakturheilung des osteoporotischen Knochens durch Phytohormone und Bisphosphonat im Tierexperiment“, 2006-2009 (Antragsteller: E.K. Stürmer, W. Wuttke und K.M. Stürmer)

AO Research Fund Grant, 13 46840: „Improvement of fracture healing and Implant fixation in osteoporotic bone“, 2006-2009 (Antragsteller: E.K. Stürmer und K.M. Stürmer)

Fakultätsinterne Förderung Internal Faculty Funding

Anschubfinanzierung, Forschungsförderungsprogramm 2004: „Stimulation von Osteoblasten durch Phytohormone“ (PD Dr. med. E. K. Stürmer)

Freistellung von der Klinischen Tätigkeit auf der Basis eines Drittmittelprojektes: STU 478/2-1 (E.K. Stürmer)

Ausgewählte Publikationen Selected Publications

Komrakova M, Werner C, Wicke M, Sehmisch S, Tezval M, Stuermer KM, Stuermer EK: Effect of daidzein, 4-Methylbenzylidene camphor or estrogen on gastrocnemius muscle of osteoporotic rats undergoing tibia healing period. *J Endocrinol* 2009; 20, 253-262

Kolios L, Sehmisch S, Daub F, Seidlova-Wuttke D, Rack T, Tezval M, Wuttke W, Stuermer KM, Stuermer EK: Equol but not Genistein improves early metaphyseal fracture healing in the osteoporotic rat. *Planta Med* 2009; 75, 459-465

Sehmisch S, Boeckhoff J, Wille J, Tezval M, Wuttke W, Seidlova-Wuttke D, Stuermer KM, Stuermer EK: Vitex agnus castus as prophylaxis for osteopenia after orchidectomy in rats compared with Estradiol and testosterone supplementation. *Phytotherapy Res* 2009; 23, 851-858

Sehmisch S, Dullin C, Tezval M, Schmelz U, Seidlova-Wuttke D, Rack T, Dunkelberg H, Wuttke W, Marten K, Stuermer KM, Stuermer EK: The use of flat panel volumetric computed tomography (fpVCT) in osteoporosis research. *Academic Radiology* 2009; 16, 394-400

Sehmisch S, Hammer F, Christoffel J, Seidlova-Wuttke D, Tezval M, Wuttke W, Stuermer KM, Stuermer EK: Comparison of the phytohormones genistein, resveratrol and 8-prenylnaringenin as agents for preventing osteoporosis. *Planta Med*. 2008; 74: 794-801.

Sehmisch S, Erren M, Tezval M, Rack T, Seidlova-Wuttke D, Wuttke W, Stuermer KM, Stuermer EK: A new biomechanical test for intact rat lumbar vertebral bodies to study antiosteoporotic drugs. Short term effects of parathyroid hormone on rat lumbar vertebrae. *Spine* 2009 (accepted)

Stuermer EK, Sehmisch S, Rack T, Tezval M, Seidlova-Wuttke D, Beuchert L, Schumann J, Wenda E, Wuttke W, Stuermer KM: Bone healing in the metaphyseal osteoporotic bone in rat. Stimulation by estrogen and raloxifene. *Langenbecks Arch Surg* 2008 (Epub ahead of print)

Stuermer EK, Sehmisch S, Tezval M, Boeckhoff J, Wuttke W, Seidlova-Wuttke D, Rack T, Stuermer KM: Details of estrogen, testosterone and raloxifene influence on morphological microstructures of metaphyseal bone in rat. BMD versus microradiography. *World J Urol* 2009; 17 (Epub ahead of print)

Stuermer EK, Seidlova-Wuttke D, Sehmisch S, Rack T, Wille J, Frosch KH, Wuttke W, Stuermer KM.: Standardized bending and breaking test for the normal and osteoporotic metaphyseal tibias of the rat: effect of estradiol, testosterone, and raloxifene. *JBMR* 2006; 21: 89-96.

Valencia R, Stuermer EK, Dullin C, Herrmann KP, Kluever I, Zaroban A, Sehmisch S, Funke M, Knollmann F. (2006) Feasibility of flat-panel volumetric computed tomography (fpVCT) in experimental small animal imaging of osteoporosis - initial experience. *Radiologe* 2006; 46: 893-9

4.

Kinematik der Fingergelenke und Entwicklung einer Fingermittelgelenkprothese

Die in Kooperation mit der Abteilung Kieferorthopädie und dem Anatomischen Institut in Greifswald erhobenen morphologischen Messungen belegen, dass die Gelenkflächen sowohl des Fingergrundgelenk (MCP) als auch des Fingermittelgelenk (PIP) inkongruent sind. Das Fingergrundgelenk besitzt fünf kinematische Freiheitsgrade das Fingermittelgelenk vier. In Flexion-Extension besitzt jedes Fingergelenk zwei und nicht nur einen Freiheitsgrad.

Diese physiologische Gelenkinkongruenz führt zu wechselnden Kontaktpunkten während der Bewegung und ist notwendige Voraussetzung, wenn beim Gelenkersatz die physiologische Kinematik und Gelenklubrikation wiederhergestellt werden soll.

Ausgehend von diesen morphologischen Daten wurde die Entwicklung einer neuartigen Fingermittelgelenkprothese (PIP- Endoprothese) einschließlich des innovativen OP- Instrumentariums realisiert. Das OP- Instrumentarium ist durch die instrumentelle Navigationsassistenz (INA) bis zur Vorserienfertigung optimiert worden. Darüber hinaus wurde als notwendiger Schritt für die klinische Zulassung der Fingerprothese eine Testmaschine (GEVERSI) zur Testung von Fingerprothesen konstruiert und hergestellt.

Die neuartige Fingermittelgelenkprothese DIGIT wurde in der Endversion in 6 verschiedenen Größen konstruiert, die Fertigungstechnologie erforscht und verbessert und bis zur CE-/MP-Zulassung überführt. Der erfolgreiche Funktionsnachweis wurde an anatomischen Präparaten erbracht.

Begleitend wurde durch die Kieferorthopädie und durch Herrn Professor Nägerl ein mathematisches Modell etabliert, das die Fin-

gerstellung als Funktion äußerer und muskulärer Kräfte allein durch die Vorgabe morphologischer Daten ohne weitere Zusatzannahmen löst und die Funktionsoberfläche unter Belastung im Rahmen verschiedener Kraftsystemen analysiert.

Die Entwicklung der Prothese und der instrumentellen Navigationshilfe wurde mit Mitteln des Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie gefördert (Förderkennzeichen: KF0028402UL7). Es ist eine Zulassungsstudie durch das Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) geplant, die eine aufbauende Implantatserie beim Menschen beinhaltet.

Neben der entwickelten PIP-Endoprothese werden weitere Implantatentwicklungen in Richtung eines Oberflächenersatzes für das Fingergrundgelenk und Daumensattelgelenk voran getrieben.

4. Kinematics of the Finger Joints and Development of a New Prosthesis for the Finger Joints

The morphological tests conducted by the cooperation of our department, the Department of Orthodontics and the Anatomical Institute in Greifswald have shown that 2 centres of rotation exist for the proximal interphalangeal finger joint (PIP), and that the joint surfaces are incongruent. This incongruence leads physiologically to changing points of contact during movement.

There is morphological evidence that the interphalangeal joints possess four and the metacarpophalangeal joint five kinematic degrees of freedom. In flexion/extension, every finger joint possesses two degrees of freedom and not only one, as it is usually assumed in literature.

Based on these morphological anatomical data and the resulting biomechanical theoretical considerations, the prosthesis of the proximal interphalangeal joint was designed and an innovative OP-System was established. The innovative OP-System including the instrumental navigation assistance (INA) was manufactured up to the status before start of production. Furthermore as a necessary next step for clinical admission a new testing machine (GEVERSI) for PIP - prosthesis was designed and manufactured.

The new finger joint prosthesis DIGIT will be available in 6 variable sizes and the CE permission is imminent. The finger joint prosthesis was tested on anatomical specimen and the test results were encouraging. Accompanying, Professor Nägerl from the department of orthodontics developed a mathematical model concerning the impact of muscular forces on finger joint position. Applying this model force systems can be investigated and articular surfaces of the finger joint can be analyzed.

The development of the prosthesis and of the instrumental navigation assistance was funded by the BMBF, KF0028402UL7.

Subsequent to existing analysis, a study for admission by the Federal Institute for Pharmaceuticals and Medical Devices (BfArM) is intended.

Complementary we do research on joint replacement of the metacarpophalangeal joint of the fingers and the saddle joint of the thumb.

Arbeitsgruppenleiter/innen Group Leaders

PD Dr. med. Clemens Dumont

Kooperationen Cooperations

Prof. Dr. med. J. Fanghänel, Biomechanische Arbeitsgruppe Göttingen/Greifswald in der Kieferorthopädie, Universitätsmedizin Göttingen

Prof. Dr. D. Kubein-Meesenburg, Biomechanische Arbeitsgruppe Göttingen/Greifswald in der Kieferorthopädie, Universitätsmedizin Göttingen

Prof. Dr. rer. nat. Dr. med. habil. H. Nägerl, Biomechanische Arbeitsgruppe Göttingen/Greifswald in der Kieferorthopädie, Universitätsmedizin Göttingen

Prof. Dr. Karlhans Endlich, Institut für Anatomie und Zellbiologie, Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald

Drittmittelförderung Funding

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Az.: KF0028402UL7. „DIGIT - Neuartige Prothese für das menschliche Fingermittelgelenk; in vivo Erprobung des neuen Prothesendesigns und Entwicklung der OP-Instrumente“, Antragsteller: D. Kubein-Meesenburg und C. Dumont.

Ausgewählte Publikationen Selected Publications

Dumont C, Albus G, Kubein-Meesenburg D, Fanghänel J, Stürmer KM, Nägerl H (2008) Morphology of the interphalangeal joint surface and its functional relevance. *J Hand Surg [Am]*. 33:1-9-18

Dumont C, Burfeind H, Kubein-Meesenburg D, Fanghänel J, Gredes T, Hosten N, Nägerl H (2008)

Physiological functions of the human finger. *J Physiol Pharmacol*. 59, Suppl 5, 69-74

Dumont C, Kubein-Meesenburg D, Fanghänel J, Adam P, Abicht C, Wachowski MM, Stürmer KM, Nägerl H (2008) Morphologische Betrachtung des Fingermittelgelenkes und mögliche neue Wege der Endoprothetik. *Obere Extremität* 3;2:76-83

Dumont C, Ziehn C, Kubein-Meesenburg D, Fanghänel J, Stürmer KM, Nägerl H (2009) Quantified contours of curvature in female metacarpophalangeal joints II-V. *J Hand Surg [Am]*. 34A:317-325

5. Biomechanik der menschlichen Wirbelsäule

Die Biomechanik der Wirbelsäule ist weitgehend unbekannt und dies trotz der Tatsache, dass nahezu jeder Mensch Beschwerden im Bereich der Wirbelsäule kennt und dahingehende Probleme eine der häufigsten Ursachen für Arbeitsunfähigkeit sind, ist.

Mit Hilfe einer selbst entwickelten 6D-Messapparatur wird in Kooperation mit der Abteilung Kieferorthopädie und dem Anatomischen Institut in Greifswald dieses Thema erforscht. Mit dieser kann die Ausrichtung und Position der momentanen Rotationsachse (IHA) der einzelnen Segmente erstmalig erfasst werden.

Mit dieser Messeinrichtung war es möglich, die Kinematik multipler Segmente an der HWS, BWS und LWS zu entschlüsseln und deutliche Differenzen festzustellen. Es konnte nachgewiesen werden, dass die IHA in allen Segmenthöhen über weite Strecken wandert und nicht zwingend parallel zum anliegenden Drehmoment ausgerichtet ist. Es sind somit mehrere Rotationsachsen vorhanden. Weiterhin konnte bewiesen werden, dass einzig die Gelenkstrukturen für die Kinematik verantwortlich sind.

Aktuell werden Messungen durchgeführt, mit deren Hilfe die biomechanischen Auswirkungen des Einsetzens von bewegungserhaltenden Implantaten (z.B. Bandscheibenprothesen) erfasst werden.

5. Biomechanics of the human spine

Even if nearly everybody gets in touch with spinal problems which are one of the most common reasons for disability, the biomechanics of the spine is nearly completely unexplored.

In cooperation with the Department of Orthodontics, the Anatomical Institute in Greifswald and the Orthopaedic Practice Northheim this topic is covered with a custom designed 6D measuring apparatus. The unique feature of this apparatus is the possibility to detect the direction as well as the position of the instantaneous helical axis of motion (IHA) for the spinal segments.

Up to now the study group has been able to understand the kinematics of multiple segments of the cervical, thoracic and lumbar spine and to highlight explicit differences between them. It could be shown that the IHA migrates over wide distances in all types of segments and is not necessarily parallel to the torque. Furthermore it could be clearly proved that only the joints determine the kinematics.

At present the biomechanical effects of non-fusion implants (e.g. total disc replacement) are studied.

Arbeitsgruppenleiter/innen Group Leaders

Dr. med. Martin Wachowski

Kooperationen Cooperations

Prof. Dr. med. J. Fanghänel, Biomechanische Arbeitsgruppe Göttingen/Greifswald in der Kieferorthopädie, Universitätsmedizin Göttingen

Prof. Dr. D. Kubein-Meesenburg, Biomechanische Arbeitsgruppe Göttingen/Greifswald in der Kieferorthopädie, Universitätsmedizin Göttingen

Prof. Dr. rer. nat. Dr. med. habil. H. Nägerl, Biomechanische Arbeitsgruppe Göttingen/Greifswald in der Kieferorthopädie, Universitätsmedizin Göttingen

Dr. med. J. Dörner, Orthopädisch- unfallchirurgische Praxisgemeinschaft Northeim

Dr. med. B. W. Raab, Abteilung Diagnostische Radiologie, Universitätsmedizin Göttingen

Ausgewählte Publikationen Selected Publications

Wachowski MM, Mansour M, Lee C, Ackenhausen A, Spiering S, Fanghänel J, Dumont C, Kubein-Meesenburg D, Nägerl H. How do spinal segments move? *Journal of Biomechanics*. Accepted: 18.06.2009

Wachowski MM, Hubert J, Hawellek T, Mansour M, Dörner J, Kubein-Meesenburg D, Fanghänel J, Gedrange T, Dumont C, Nägerl H. Axial rotation in the lumbar spine following axial force wrench. *Journal of Physiology and Pharmacology*. Accepted: 1. 6. 2009

Wachowski MM, Mansour M, Hawallek T, Kubein-Meesenburg D, Hubert J, Nägerl H. Parametric control of the stiffness of lumbar segments. *Strain*. Accepted: 22. 6. 2009

Anhang Appendix

Habilitationen

Frosch KH, Entwicklung stammzellbesiedelter Titan-Miniprothesen für den Oberflächenteilersatz am Kniegelenk. Habilitation Universität Göttingen 2007.

Medizinische Dissertationen (Dr. med.; Dr. med. dent.)

Doctorate Theses (Dr. med.; Dr. med. dent.)

Boekhoff J, Dr. med., (Phyto)hormone in der Osteoporoseprophylaxe bei männlichen Ratten - Strukturelle und biomechanische Effekte von Testosteron, Estradiol, Raloxifen, Agnus castus, *Belamcanda chinensis*, *Cimicifuga racemosa*, *Silybum marianum* und Soja. Dissertation Universität Göttingen 2008.

Dotting J, Dr. med., Analyse und Outcome von Fahnfängern im Alter von 18 - 22 Jahren nach Polytrauma - Eine konsekutive Studie basierend auf dem Göttinger Polytraumaregister. Dissertation Universität Göttingen 2008.

Heuermann C, Dr. med., Evaluierung der palmaren T-Plattenosteosynthese als Standardbehandlung der instabilen distalen Radiusextensionsfraktur. Dissertation Universität Göttingen 2008.

Hingelbaum S, Dr. med., Biologisch aktive Titanimplantate zur Heilung osteochondraler Defekte am Kniegelenk. Dissertation Universität Göttingen 2008.

Klüver I, Dr. med., Einsatz eines Flächendetektor-Volumen-Computertomographen in der experimentellen Osteoporosedagnostik am Rattenfemur. Dissertation Universität Göttingen 2008.

Dömkes S, Dr. med., Experimentelle Studien zur Selektivitätserhöhung der transkranialen Gleichstromstimulation (tDCS). Dissertation Universität Göttingen 2007.

Gröll C, Dr. med., Knochendefektheilung mit osteoblastären Vorläuferzellen und Fibrinmatrix als Trägermedium - Von der Zellkultur zum Tierversuch. Dissertation Universität Göttingen 2006.

Laukenmann S, Dr. med., Lebensqualität nach Polytraumatisierung - Eine retrospektive Studie auf Grundlage des Göttinger Polytraumaregisters. Dissertation Universität Göttingen 2006.

Roeske S, Dr. med., Die Rolle des interzellulären Adhäsionsmoleküls 1 (ICAM-1) im Prozess der Myelinphagozytose durch Makrophagen während der Wallerschen Degeneration. Dissertation Universität Göttingen 2006.

Stepniewski A, Dr. med., Sind die Aussagen der Leitlinie „Distale Radiusfraktur“ der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie Evidenz-basiert? Dissertation Universität Göttingen 2006.

Völker D, Dr. med., Sekundäre Veränderungen am Karpus nach konservativ oder operativ behandelte distaler Radiusfraktur. Dissertation Universität Göttingen 2006.

Wachowski M, Dr. med., Biomechanik des C3/C4-Segments; Bedeutung der Unkovertebral- und Wirbelbogengelenke für die Kinematik und Steifigkeit. Dissertation Universität Göttingen 2006.

Naturwissenschaftliche und andere Dissertationen (Dr. rer. nat. und andere) Doctorate Theses (Dr. rer. nat. and others)

Dr. agr. Komrakova, Marina: „Preservation of eggs and genetics sex discrimination in rainbow trout (*Oncoriscus mykiss*)“, Juli 2006, Institut für Kleintierzucht und Haustiergenetik (Prof. Dr. W. Holtz), Universität Göttingen

Wissenschaftliche Tagungen Scientific Meetings

Deutscher Kongress für Orthopädie und Unfallchirurgie Im Wettlauf mit der Zeit Berlin DGU, DG00C und BVO, (Präsident Prof. Stürmer) 2. - 6.10.2006

3. Göttinger Stützverband-Symposium: Gips und synthetische Stützverbände - rund um das Handgelenk, Abt. Unfallchirurgie, Plastische und Wiederherstellungschirurgie, UMG 18.3.2006

4. Göttinger Stützverband-Symposium: Gips und synthetische Stützverbände - rund um das Sprunggelenk. Abt. Unfallchirurgie, Plastische und Wiederherstellungschirurgie, UMG 10.3.2007

AO-Seminar Göttingen - Handgelenk - Unterarm - Ellenbogengelenk Verletzungen und Rekonstruktion einer funktionellen Einheit. AO Deutsche Sektion 26.9.2007

5. Göttinger Stützverband-Symposium: Gips und synthetische Stützverbände - Konservative und operative Behandlung kindlicher Frakturen - Ist die Gipsbehandlung heute noch zeitgemäß? Abt. Unfallchirurgie, Plastische und Wiederherstellungschirurgie, UMG 1.3.2008

AO-Seminar Göttingen - Verletzungen des Oberschenkels dieses Alters des Rentenalters AO Deutsche Sektion 26.9.2008

6. Göttinger Stützverband-Symposium: Gips und synthetische Stützverbände - Stützverbände in der konservativen und operativen Behandlung nach Unfall. Abt. Unfallchirurgie, Plastische und Wiederherstellungschirurgie, UMG 14. 3.2009

2.Göttinger Sporttraumatologisches Symposium - Update Kniegelenk, in Zusammenarbeit mit der AG Arthroskopische Chirurgie und der AG Sporttraumatologie der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie, 03.06.09

Mitgliedschaften und Mitarbeit in wissenschaftlichen Gremien und Kommissionen Memberships and Activities in Scientific Boards and Committees

Prof. Dr. med. Klaus Michael Stürmer

Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU), Mitglied seit 1978

Mitglied des Präsidiums seit 1989

DGU: Mitglied des Geschäftsführenden Vorstands (Sekretär) und Vizepräsident 2000-2007

DGU: Präsident 2006

DGU: Präsident: Deutscher Kongress für Orthopädie und Unfallchirurgie 2006 in Berlin

DGU: Vorsitzender der Leitlinienkommission seit 1996

DGU: Lenkungsgruppe für die nationale S3-Leitlinie Polytrauma

DGU: Zukunfts-Kommission der DGU und der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie (DG00C) seit 1998

DGOU geschäftsführender Vorstand und Gesamtvorstand seit 2008

Deutsche Gesellschaft für Chirurgie (DGCH), Mitglied seit 1977

DGCH: Vorstand der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie 2006
DGCH: Chirurgische Arbeitsgemeinschaft für Biomaterialien seit 1990
DGCH: Präsidium 2008 - 2011
DGCH: Steuerungsgruppe der interdisziplinären S3-Leitlinie Thromboembolie-Prophylaxe seit 2002
DGCH: Strukturkommission
Internationale Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO) seit 1995
Trustee der AO-Foundation 2003-2008
Konvent der Unfallchirurgischen Lehrstuhlinhaber, Sprecher seit 1998
Deutschsprachige Arbeitsgemeinschaft für Arthroskopie, Mitglied seit 1985
Deutsche Gesellschaft für Biomechanik, Mitglied seit 1988
Deutsche Gesellschaft für Osteologie seit 1985
Deutsche Gesellschaft für Plastische und Wiederherstellungschirurgie seit 1994
Gerhard Küntscher Kreis, Kiel seit 1984
Vereinigung Nordwestdeutscher Chirurgen seit 1994
Berufsverband der Deutschen Chirurgen e.V.

Prof. Dr. med. Klaus Dresing

Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU)

DGU: Leitlinienkommission

Deutsche Gesellschaft für Chirurgie (DGCH)

DGCH: Arbeitsgemeinschaft Biomaterialien

Deutschsprachige Arbeitsgemeinschaft Arthroskopie (AGA)

Vereinigung Niederrhein - Westfälischer Chirurgen

Notärzte Nordrhein-Westfalen

AO Alumni Association (President)

AO Alumni Association Vorsitz Chapter Germany

AO Trauma Community Development Commission (Chairman)

Berufsverband der Deutschen Chirurgen e.V.

PD Dr. med. Clemens Dumont

Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU)

Deutsche Gesellschaft für Chirurgie

Berufsverband der Deutschen Chirurgen e.V.

Sektion Handchirurgie der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie

Mitteldeutsche Arbeitsgemeinschaft Handchirurgie

Deutschsprachige Arbeitsgemeinschaft für Arthroskopie

PD Dr. med. Karl-Heinz Frosch

Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU)

Mitglied des Nichtständigen Beirats der DGU

Stellvertretender Leiter der AG Arthroskopische Chirurgie der DGU

AO Alumni

Deutsche Gesellschaft für Chirurgie (DGCH)

Deutsche Gesellschaft für Osteologie

Deutschsprachige Arbeitsgemeinschaft Arthroskopie

ComGen der Arbeitsgemeinschaft Endoprothetik

PD Dr. med. Ewa Klara Stürmer

Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU)

Leitlinienkommission Thromboseprophylaxe der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie

Universitäre Gremien University Boards

Prof. Dr. Klaus Michael Stürmer

Leiter Zentrum Chirurgie

Fakultätsrat

Kommission Entwicklung und Finanzplanung (KEF)

Kommission Klinische Arbeitsplätze (KAS)

Prof. PD Dr. Klaus Dresing

Ausschuss Klinische Lehre und Praktisches Jahr

Studienkommission

OA Dr. H. Burchardt

Arzneimittelkommission 2006-2008

Fachgutachtertätigkeit Function as Expert Consultant

Prof. Dr. Klaus Michael Stürmer

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

Hans-Liniger-Preis der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU)

Herbert-Lauterbach-Preis der Vereinigung Berufsgenossenschaftlicher Kliniken

Herausgebertätigkeit Editorial Work

Prof. Dr. Klaus Michael Stürmer

Langenbeck's Archives Of Surgery, Beirat seit 2007

Der Chirurg, Regelmäßige Begutachtung der Beiträge, seit 2000; Beirat seit 2009

Cells Tissues Organs, Regelmäßige Begutachtung der Beiträge, seit 1999

Der Unfallchirurg, Regelmäßige Begutachtung der Beiträge, seit 1995

Operative Orthopädie und Traumatologie, Ständiger Mitarbeiter, seit 1996

Prof. Dr. Klaus Dresing

Mitglied des Herausgebergremiums *Operative Orthopädie und Traumatologie* seit 2007

Beirat *OP-Journal* seit 2002

Mitarbeit bei wissenschaftlichen Zeitschriften, regelmäßige Reviewertätigkeit

Archives of Orthopedic Trauma seit 2006

Clinical Biochemistry seit 2007

Der Unfallchirurg seit 2007

Intensive Care Medicine seit 2008

Internationale wissenschaftliche Kooperationen

International Scientific Cooperations

Dr. M. Bhandari, International Hip Fracture Research Collaborative (IHFR), Toronto, Kanada

Prof. Dr. med. M. Blauth, Universitätsklinik für Unfallchirurgie, Innsbruck, Österreich

Dr. J.A. Gasser, Novartis Institutes for BioMedical Research, Basel, Schweiz

R. Frigg, Synthes AG, Solothurn, Schweiz

Prof. Dr. med. Ch. Lohmann, Department of Orthopaedics, The University of Texas Health Science Center, San Antonio, USA

Prof. Dr. Ing. E. Schneider, AO Research Institute, Davos, Schweiz

Prof. Dr. M. Wagner, Wilhelminen Hospital, Wien, Österreich

Fakultätsinterne Förderung Internal Faculty Funding

Anschubfinanzierung, Forschungsförderungsprogramm 2008, „Therapie osteochondraler Defekte des Kniegelenks unter Verwendung des neuartigen Knorpel-Knochen-Ersatzmaterials (TruFit) in Kombination mit einer einzeitigen autologen Knorpelzelltransplantation“ (Peter Balcarek)

Freistellung, Forschungsförderungsprogramm 2007, „1. Verbesserung der Frakturheilung des osteoporotischen Knochens durch Phytohormone und Bisphosphonat im Tierexperiment 2. Improvement of fracture healing and implant fixation in osteoporotic bone“ (Ewa Stürmer)

Multizentrische Studien Multicenter Studies

Studienleitung in Göttingen Study Supervision in Göttingen

Eine neuartige Kniegelenkendoprothese mit abrollenden Gelenkflächen und physiologischem Bewegungsablauf - klinische Ergebnisse einer Multicenterstudie, Aequos GmbH München, Prof. Dr. Klaus Michael Stürmer und PD Dr. Karl-Heinz Frosch, 2005-2010

Comparative Study of bridging and rigid plate fixation of forearm fractures - relative versus absolute stability 2008-2010, AO-Foundation - International Multicenter-Study, PD Dr. E.K. Stürmer, Dr. L. Kolios, Prof. Dr. K.M. Stürmer

Studienleitung außerhalb Göttingens External Study Supervision

Untersuchung der Alternativen des bipolaren oder totalen Hüftgelenkersatzes in der Behandlung von Schenkelhalsfrakturen (HEALTH). Internationale Multicenterstudie mit Studienleitung für Deutschland in Göttingen, International Hip Fracture Research Collaborative (IHFR), Prof. Dr. med. Klaus Michael Stürmer und Dr. med. Tim Walde, 2005-2008

Alternative Implantate zur hüftkopferhaltenden Behandlung von Schenkelhalsfrakturen (FAITH). Internationale Multicenterstudie mit Studienleitung für Deutschland in Göttingen, International

Hip Fracture Research Collaborative (IHFRC,) Prof. Dr. med. Klaus Michael Stürmer und Dr. med. Tim Walde, 2005-2008

Market Preference Evaluation LCP Clavicle Hook Plate, Anwenderstudie, AO-Foundation, Davos, Schweiz und Synthes AG, Solothurn, Schweiz, Fr. Meike Reul, 2005-2007

Multicenter-Studie, Parathormon bei Tibiakopffrakturen, Fa. Kuros, Zürich, Prof. K. Dresing, 2008-2010

Multicenter-Studie Femurfrakturen, Prof. C. Pape, Pittsburgh, USA, DGU, 2006-2008, PD Dr. C. Dumont

Firmenkooperationen Industrial Cooperations

Aequos GmbH München

DePuy Orthopädie GmbH, Sulzbach

KERAMED Medizintechnik GmbH, Mörsdorf/Thüringen, jetzt MATTHYS AG

Kuros, Zürich, Schweiz

Mitek Norderstedt

MSD SHARP & DOHME GMBH, Haar

Novartis AG, Basel, Schweiz

Otto Bock HealthCare GmbH, Duderstadt

Synthes AG, Solothurn, Schweiz

Vorhandene forschungsrelevante Großgeräte

Specialised Research Equipment

HERAEUS Sterilbank für Zellkulturen

THERMALCYCLER, CFX96 Real-Time PCR detection system, Bio-Rad Laboratories

LEICA DMIRBM Inverses Mikroskop

LEICA DMR Mikroskop

LEICA Quantimet 600

ZWICK Materialprüfung Z020

6D-Messapparatur zur biomechanischen Vermessung von Wirbelsäulensegmenten