

# Chirurgische Klinik

## Kinderchirurgische Abteilung

### Adresse

Krankenhausstraße 12  
91054 Erlangen  
Tel.: +49 9131 8532923  
Fax: +49 9131 8534432  
www.kinderchirurgie.uk-erlangen.de

### Leiter

Prof. Dr. med. Robert Grützmann, MBA  
(kommissarisch)

### Ansprechpartner

Dr. med. Manuel Besendörfer  
Tel.: +49 9131 8532923  
Fax: +49 9131 8534432  
manuel.besendoerfer@uk-erlangen.de

### Forschungsschwerpunkte

- vorläufige Ergebnisse der enteralen Oberflächenstimulation (EOS) bei Obstipation im Kindes- und Jugendalter
- apparativer Support bei ESCR angeborener Brustwanddeformitäten
- protektive Unterdrucktherapie bei offenen, vorderen Brustwandkorrekturen
- Quantifizierung der Rippenbogenversion bei kongenitaler Trichterbrust

### Struktur der Abteilung

Professuren: 0  
Beschäftigte: 12  
• Ärzte: 8  
• Promovierende: 3

### Klinische Versorgungsschwerpunkte

- chirurgische Behandlung angeborener Fehlbildungen, insbesondere thorakal, abdominal, skelettal und intestinal im Neugeborenen-, Kindes- und teilweise auch Erwachsenenalter
- Brustwanddeformitäten (Trichter- und Kielbrust)
- Rezidivkorrektur nach Brustwandeingriffen
- minimal-invasive Kinderchirurgie (Thorakoskopie, Laparoskopie)
- Rendez-vous-Verfahren (Kombination mehrerer endoskopischer Verfahren)

### Forschung

#### Vorläufige Ergebnisse der enteralen Oberflächenstimulation (EOS) bei Obstipation im Kindes- und Jugendalter

PI: Dr. M. Besendörfer

Obstipative Episoden im Kindesalter sind ein häufiges Krankheitsbild im Kindes- und Jugendalter. Kurzfristig gelingt oft eine effektive Therapie, längerfristige Verläufe sind oft nicht befrie-

digend angebar. Kurative Therapien sind selten, so dass die Behandlungsstrategie unabhängig von der Genese der Obstipation letztlich gleich ist: Sie basiert auf einem mehrstufigen Algorithmus, der schrittweise eskaliert wird, bis die jeweilige Therapiestufe Wirkung zeigt. Bei chronischer Obstipation liefert häufig selbst die höchste Therapiestufe kein zufriedenstellendes Ergebnis. Daher war eine innovative Therapieoption zu implementieren, die ihren Ursprung in der Sacralnerv-Stimulation hat und durch E. Tanagho (San Francisco) für neurogene Harninkontinenz durch Prof. Dr. K. Matzel (Erlangen) für enterale Krankheitsbilder weiterentwickelt wurde.

EOS unterstützt mittels eines elektrischen Felds, das am äußeren Abdomen angelegt wird, über Neuromodulation die Darmtätigkeit. Eine Klebelektrode wurde ventral am linken unteren Quadranten des Abdomens angebracht, eine weitere paravertebral rechts in Höhe der Lendenwirbelsäule. Konnektiert wurde ein Stimulationsgerät, das über angelegte Spannungen zwischen 5 und 8V und einer Frequenz von 15Hz ein elektromagnetisches Feld generiert. 18 Kinder zwischen 3-13 Jahren mit obstipativer Problematik wurden zwischen 2013 und 2015 behandelt. Die Evaluation der Symptomatik wurde mittels Fragebogens und klinischer Untersuchung durchgeführt. Es konnte eine Zufriedenheitsrate von 67% erreicht werden. Bei 77% hielt die Verbesserung der Obstipation nach Beendigung der EOS-Therapie weiter an. Am häufigsten bestand chronische Obstipation unklarer Genese. 83% der Patienten waren bereits durch eine anderweitige Therapie vorbehandelt, 21% waren bereits am Gastrointestinaltrakt operiert. Geringe Beschwerden waren durch die EOS-Applikation selbst (27%, lokale Reaktionen auf die Klebelektroden) bedingt.

EOS stellt eine innovative, nicht-invasive Therapieoption der chronischen kindlichen Obstipation dar, die eine deutliche Symptomverbesserung bei minimaler Komplikationsrate zeigt. Eine gute Wirksamkeit scheint vor allem bei Schulkindern bis hin zur Pubertät zu bestehen, da gerade hier ein hohes Entwicklungspotenzial nach einer mehrwöchigen Stimulationsphase besteht und ein Lerneffekt eintritt, der zu einer anhaltenden Rekonditionierung der enteralen Motilität und des Beckenbodens führt. Angesichts ihrer Effektivität, der unkomplizierten Anwendbarkeit und der hohen subjektiven Zufriedenheit der Patienten ist EOS eine vielversprechende Ergänzung im Spektrum des multimodalen Vorgehens bei chronischer Obstipation.

#### Apparativer Support bei ESCR angeborener Brustwanddeformitäten

PI: PD Dr. S Schulz-Drost

Zentrale Fragestellungen sind die Epidemiologie und therapeutischen Optionen bei angeborenen und erworbenen Deformitäten der vorderen Brustwand, wie z. B. Trichter- und Kielbrust sowie deren Rezidive. Eine besondere Herausforderung stellen komplexe und weit ausgehende Deformitäten hinsichtlich der operativen Korrektur dar. Mit dem an der Kinderchirurgischen Abteilung entwickelten Elastic Stable Chest Repair (ESCR) konnten zwischenzeitlich zahlreiche klinische Erkenntnisse in der Stabilisierung der korrigierten Brustwand gewonnen werden, die hervorragende Ergebnisse dieser Methode zeigen. Die eigens für den ESCR gemeinsam mit der Industrie entwickelten Implantate wurden zwischenzeitlich international validiert und stehen auf dem Markt zur Verfügung. Die Arbeitsgruppe führt derzeit eine Beobachtungsstudie zu Langzeitergebnissen durch.

Des Weiteren wurde an einer weiteren Schlüsselstelle der operativen Korrektur von Brustwanddeformitäten gearbeitet – den eigentlichen Korrekturschnitten an Rippen und Sternum. So wurde eine standardisierte, CT-basierte, präoperative Operationsplanung entwickelt, auf der Basis bisheriger Patienten validiert sowie auf wissenschaftlichen Fachkongressen vorgestellt.

Die klinische Herausforderung besteht jedoch darin, die geplanten Inzisionen auch präzise im Situs umsetzen zu können. Daher entwickelten wir gemeinsam mit chirurgischen Instrumentenbauern (Firma Lettenbauer, Erlangen) eine winkelgenau arbeitende thorakale Sägeschnittlehre TCD für das Sternum und die Rippen. Diese ermöglicht die exakte Schnittführung der Osteo- und Chondrotomien unter sicherer Protektion der darunterliegenden thorakalen Organe. Die sternale Sägelehre wird unter der Berücksichtigung des Krümmungsscheitels, der Sternumdicke und der gegebenenfalls zu korrigierenden Korpusdeviation ausgerichtet und temporär am Sternum fixiert. Bei Kielbrustdeformität wird ein nach posterior offener Knochenkeil durch einen sogenannten Nullpunkt-Hinterschnitt unter Wahrung der Tiefenbegrenzung winkelgenau durchgeführt. An den Rippen erfolgt eine rasch durchführbare und einfache Positionierung der Sägelehre subperiostal am Krümmungsscheitel durch ein integriertes Elevatorium. Der Sägeschnitt wird über vorkonfektionierte Winkelschablonen ebenfalls mit Tiefenbegrenzung und unter Protektion der inneren Rippenkortikalis ermöglicht. Das Projekt umfasst

die Grundlagen für eine präzise planbare und optimiert operativ umsetzbare Brustwandkorrektur analog der gängigen Praxis orthopädischer Korrekturosteotomien, z. B. an langen Röhrenknochen.

### **Protektive Unterdrucktherapie bei offenen, vorderen Brustwandkorrekturen**

Pl: Dr. K. Simon

Offene Eingriffe an der vorderen Brustwand können durch Denudierungsvorgänge und Perfusionsstörungen zu Wundheilungsstörungen führen, die in der Folge das kosmetische Behandlungsergebnis, die anatomische Rekonstruktion und den Verbleib der Metallimplantate, gefährden. Untersucht wird, ob die Anwendung einer präventiven Unterdrucktherapie das Risiko einer Wundheilungsstörung an der vorderen Brustwand nach offener Brustwandkorrektur reduzieren kann. In einer retrospektiven Vergleichsanalyse von 100 Patienten mit offener Korrektur einer Trichter- oder Kielbrustdeformität in den Jahren 2010 – 2012 wurden 50 aufeinanderfolgend behandelte Patienten, deren Wunde fünf Tage postoperativ mittels Vakuumtechnologie (Prevena™) behandelt wurde, mit 50 aufeinanderfolgenden Patienten verglichen, deren Wunde mit einer transparenten Klebefolie (OPSITE™) abgedeckt wurde. Die Wundnaht erfolgte nach Standard, ebenso die Einlage von Redon-Drainagen.

Es wurden zwei gleichwertige, repräsentative Patientengruppen gebildet und systematisch anhand standardisiert erhobener Parameter verglichen. Das Wunddressing wurde in beiden Gruppen unmittelbar nach dem Wundverschluss aufgebracht und jeweils bis zum fünften postoperativen Tag belassen. Wundkontrollen mit Untersuchung der Wunde auf das Vorliegen von Schwellung, Rötung, Nässen, Schmerzen und Heilungszeichen erfolgten bei Abnahme des Verbands, bei Entlassung, sechs und 12 Wochen postoperativ. Gegebenenfalls vorliegende Wundfisteln oder Dehiszenzen wurden in Lokalisation und Ausdehnung erfasst.

In der Vakuum-Gruppe sahen wir 10% interventionspflichtige Wundheilungsstörungen, in der Folien-Gruppe 24%. Bei Anwendung der Vakuumtechnik zeigten einige Patienten umschriebene Hauterosionen im Bereich des Übergangs Schwamm – Folie. Diese waren jedoch in allen Fällen innerhalb des Beobachtungszeitraums folgenfrei abgeheilt. Durch Anwendung einer präventiven Vakuumtherapie konnte retrospektiv eine erhebliche Reduktion der Rate von Wundheilungsstörungen ( $p=0.074$ ) nach offener Brustwandkorrektur erzielt werden.

### **Quantifizierung der Rippenbogeneversion bei konnataler Trichterbrust**

Pl: PD Dr. S. Schulz-Drost

Bei der Indikation zur Korrektur angeborener Fehlbildungen der vorderen Brustwand spielt die Graduierung des Schweregrads eine wichtige Rolle, z. B. Haller-Index (HI) oder Trichterbrustindex nach Hümmer. Die Korrelation des weit verbreiteten HI mit dem Schweregrad der Trichterbrust (PE) soll mit dem aktuelleren Correction-Index (CI) verglichen werden.

Entscheidend für die innovative Etablierung eines Index, der objektiver den Grad der Deformität abbildet, ist die Tatsache, dass Trichterbrustdeformitäten häufig mit der ästhetisch störenden Eversion von Rippenbögen einhergehen. Hierzu wurde zunächst eine Messmethode entwickelt, die Rippenbögen nach ihrem Deformationsgrad unterscheidet und zudem den Zusammenhang zur Rezidiventstehung herstellt. Bei 63 PE- und 94 Kontrollpatienten wurden HI und CI erhoben und verglichen. In mehreren Serien erfolgte die Vermessung des Rippenbogens nach standardisiertem Vorgehen an beiden Patientengruppen. Hier wurden sowohl die Rippenbogenhöhe als auch weitere, für die Messung relevante Punkte untersucht. Aus den gewonnenen Erkenntnissen wurde ein Rippenbogen-Index (RI) erarbeitet, der diagnostisch und indikatorisch eingesetzt werden kann. Es zeigte sich, dass die Überschneidung der HI zwischen beiden Gruppen höher lag als bei CI. Bei der Rippenbogenmessung wurde eine Methode inauguriert, welche die Rippenbogenhöhen unabhängig von der zugrundeliegenden Form des Thorax verlässlich messen lässt. Als lateraler Fixationspunkt dienen hier die Knorpel-Knochen-Übergänge der achten Rippe, die bei PE-Patienten weiter medial liegen als bei Kontrollpatienten. Zwischen den RI und der Ausprägung der CI wurde ein statistisch signifikanter, negativer Zusammenhang gefunden, d. h. hoher CI bei stark ausgeprägter PE zeigt geringeren RI. Zudem zeigten Rezidivpatienten ohne frühere Rippenbogenkorrektur höhere Rippenbogenhöhen und RI als Patienten mit primärer PE.

Es zeigte sich, dass der CI für die Bewertung der PE-Deformität eine deutlich höhere Trennschärfe zu nicht deformierten Kontrollpatienten besitzt und damit zur Diagnostik und Korrekturplanung besser geeignet ist. Die Theorie zur Entstehung der PE durch die verschobene Relation zwischen knorpeligem und knöchernem Anteil der Rippen wird so bestätigt; das übermäßige Wachstum des knöchernen Anteils scheint wesentliche Ursache zu sein. Der inaugurierte RI korreliert invers mit der Schwere der PE und damit dem CI. Hieraus

klärt sich die Genese der Rippenbogeneversion: Ein übermäßiges Wachstum der kaudalen Rippenpaare im Zusammenhang mit einem weniger deformierten Sternum und weniger deformierten kranialen Rippenpaaren. Weiterhin besteht ein Zusammenhang der Rippenbogeneversion mit PE-Rezidiven, so dass die simultane Korrektur empfohlen werden muss und ein RI von 0,9 dies validiert.

### **Lehre**

Die Kinderchirurgische Abteilung beteiligt sich an der curricularen Lehre nach IMPP. Kooperative Veranstaltungen erfolgen mit den Berufsfachschulen der FAU Kinderkrankenpflege, der pädiatrischen Intensivtherapie und der Schule für Operationstechnische Assistenten, Physiotherapie und Massage sowie interdisziplinär und anhand praktischer Ausbildungen in Phantomkursen zur minimal invasiven Kinderchirurgie in „skills lab“ und „hands-on“-Veranstaltungen. Es werden medizinische Promotionen betreut.

### **Ausgewählte Publikationen**

Ewert F, Syed J, Kern S, Besendörfer M, Carbon RT, Schulz-Drost S. Symptoms in pectus deformities: A scoring system for subjective physical complaints. *Thorac Cardiovasc Surg* 2017, 65: 43-49

Ewert F, Syed J, Wagner S, Besendörfer M, Carbon RT, Schulz-Drost S. Does an external chest wall measurement correlate with a CT-based measurement in patients with chest wall deformities? *J Pediatr Surg* 2017, 52: 1583-1590

Grupp S, Fürst V, Buder T, Fichte A, Krinner S, Carbon RT, Hennig FF, Langenbach A, Schulz-Drost S. Comparative studies of different types of osteosynthesis on the human corpse preparation in bilateral antero-lateral flail chest. *Injury* 2017, 48: 2709-2716

Schulz-Drost S, Lubert AM, Simon K, Schulz-Drost M, Syed J, Carbon RT, Besendörfer M. Elastic stable chest repair and its hybrid variants in 86 patients with pectus excavatum. *J Thorac Dis* 2018, 10: 5736-5746

Jabari S, Carbon R, Besendörfer M, Hartmann A, Rompel O, Hoerning A, Södl S. Asymmetric Omphalopagus in a triplet after in vitro fertilization: A rare case of conjoined twinning. *Case Rep Pediatr* 2018, 23;2018:9349606

Horn-Hofmann C, Scheel J, Dimova V, Parthum A, Carbon R, Griessinger N, Sittl R, Lautenbacher S. Prediction of persistent post-operative pain: Pain-specific psychological variables compared with acute post-operative pain and general psychological variables. *Eur J Pain* 2018, 22: 191-202

### **Internationale Zusammenarbeit**

Prof. Dr. A. Fisher, Biochemical Center of Research, Weizman Institute of Science, Rehovot: Israel

Prof. Dr. G. Berci, Endoscopic Research, Cedars-Sinai Medical Center, Los Angeles: USA

AO Foundation, TK Thoracic Surgery Expert Group, Davos: Schweiz

M. Gasparri, MD, Froedtert Hospital, Cardiothoracic Surgery, Milwaukee: USA

J. Edwards, MD, PhD, Northern General Hospital, Department of Thoracic Surgery, Sheffield: Großbritannien

# Department of Surgery

## Division of Pediatric Surgery

### Address

Krankenhausstraße 12  
91054 Erlangen  
Phone: +49 9131 8532923  
Fax: +49 9131 8534432  
www.kinderchirurgie.uk-erlangen.de

### Head of Division

Prof. Dr. med. Robert Grützmann, MBA  
(acting head)

### Contact

Dr. med. Manuel Besendörfer  
Phone: +49 9131 8532923  
Fax: +49 9131 8534432  
manuel.besendoerfer@uk-erlangen.de

### Research focus

- Preliminary results of enteral surface stimulation (ESS) in constipation in children and adolescents
- Device-support in ESCR of congenital chest wall deformities
- Protective negative pressure wound therapy in open correction of chest wall deformities
- Quantification of costal arch eversion in congenital pectus excavatum (PE)

### Structure of the Division

Professorship: 0  
Personnel: 12  
• Doctors (of Medicine): 8  
• Graduate students: 3

### Clinical focus areas

- Surgical treatment of congenital malformations, especially in the thoracic, abdominal, skeletal, and integumental areas in newborn and children
- Surgical treatment of chest deformities (pectus excavatum and carinatum)
- Special techniques to resolve recurrences after chest wall repair
- Minimally invasive pediatric surgery (laparoscopy, thoracoscopy, rendez-vous procedures)

### Research

#### Preliminary results of enteral surface stimulation (ESS) in constipation in children and adolescents

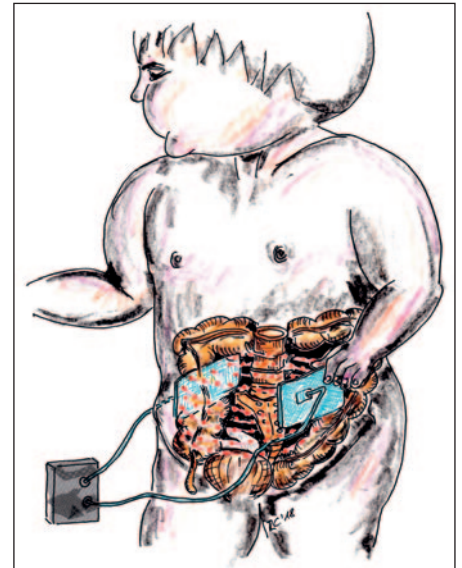
PI: Dr. M. Besendörfer

Constipation is a common problem in children and adolescents. Short-term and mild episodes can mostly be treated effectively. In contrast,

a long-term course of constipation can frequently not be treated sufficiently. Since curative therapies are rarely available, treatment algorithm is usually the same, irrespectively of etiology. It is based on a multi-level algorithm which is stepwise escalated until the respective treatment phase shows effects. In terms of chronic constipation, even the highest treatment phase is often not sufficient. Hence, it seems advisable to present a new therapy option, which complements and extends the so far existing therapies. Enteral Surface Stimulation (ESS) therapy aims at supporting intestinal activity and improving constipation through exposing the abdomen to local electromagnetic fields. This therapy principle, known as neuromodulation, was first introduced by E. Tanagho (San Francisco) for urological reasons and further developed by Prof. Dr. K. Matzel (Erlangen) for enteric indications. Up to now, neuromodulation for pediatric patients with chronic constipation still has not been established.

A self-adhesive electrode was applied ventrally to the left lower abdominal quadrant, another in the right paravertebral-lumbar region. Both were connected to a stimulation device which generated an electric field (voltage between 5V and 8V at a frequency of 15 Hz) in order to improve intestinal peristalsis and relieve constipation. 18 patients, aged 3 – 13 years, were treated between 2013 and 2015. Symptomatic changes were evaluated by using questionnaires and observing changes in clinical examination. Satisfaction levels of 67% were achieved. 77% of patients experienced a persisting improvement of constipation after their ESS-treatment had finished. Chronic constipation of unknown origin was the most common etiology. 83% of patients had already been treated with other therapies, 21.4% previously had gastrointestinal tract surgery. 27.3% of patients experienced minor complications, which can all be attributed to local problems with self-adhesive electrodes.

ESS-application represents an innovative noninvasive therapy option for chronic pediatric constipation, which shows high symptomatic improvement at a low complication rate. High efficiency seems to occur particularly in schoolchildren until puberty, because after a phase of a few weeks, stimulation leads to a lasting learning effect with reconditioning of enteral and perineal muscular mobility. Given its efficiency, its uncomplicated application and high subjective levels of satisfaction, ESS seems to be a new auspicious therapy, completing and enriching the existing options.



Enteral Surface Stimulation (ESS): 2 self-adhesive electrodes (blue), connected to a stimulator device, generate an electric field with impact to the enteric nerve system and consecutive stimulation of the bowel

#### Device-support in ESCR of congenital chest wall deformities

PI: Prof. Dr. S. Schulz-Drost

Major questions are epidemiology and therapeutic options of congenital and acquired deformities of the anterior chest wall, e.g. the pectus excavatum and carinatum as well as their recurrences. Special challenges are complex and extended deformities with regard to surgical correction. Elastic Stable Chest Repair (ESCR) which had been developed at the Division of Pediatric Surgery has already shown numerous clinical findings in stabilization of the corrected chest wall which show excellent results from this method. Titanic implants, especially developed for ESCR in collaboration with partners of industry, have meanwhile been internationally validated and are available on the market. The working group is currently conducting an observation study on long-term results.

Furthermore, an additional key point was the operative correction of breast deformities the actual corrections on the ribs and the sternum. For example a standardized CT-based, preoperative operation planning had been developed and validated on the basis of previous patients. This planning concept has been discussed worldwide and is under consideration for further development. The clinical challenge, however, is to be able to implement the planned incisions precisely onto the human surgical anatomy. Therefore, in collaboration with a surgical instrumental developer (Lettenbauer, Erlangen), we created an angle-accurate thoracic

saw-cutting gauge TCD (thoracic cutting device) for the sternum and the ribs. This allows the precise incision for the osteo- and chondrotomias with safe protection of the underlying thoracic organs. The saw aid for the sternum is aligned with the curvature apex, the sternum thickness, and the corpus deviation, which may be corrected and then temporarily fixed at the sternum. In the case of pectus carinatum deformity, a posteriorly open bone wedge is performed by means of a so-called zero-point undercut while maintaining the depth limit. On the ribs, a fast and easy positioning of the saw gauge at the curvature crest is achieved by an integrated elevator in the subperiosteal layer. The saw cut is also made possible by means of pre-assembled angle positioning devices with depth limitation and with protection of the inner rib cortex.

In this connection, the foundations for a precisely plannable and optimally operable breast wall correction were created, analogous to the usual practice of orthopedic correction osteotomies e.g. on the long bones.

### **Protective negative pressure wound therapy in open correction of chest wall deformities**

PI: Dr. K. Simon

Following denudation of tissues and trouble in perfusion, open surgery in chest wall deformities can cause tremendous wound healing complaints. Purpose of this study was to determine if preventive negative pressure wound therapy could reduce wound complications after open pectus surgery. Retrospectively, 100 patients after open procedure for the treatment of pectus excavatum or pectus carinatum in 2010-2012 were analyzed. 50 patients, treated by vacuum technology (PREVENA™), were compared with 50 patients whose wounds were covered by transparent dealing foil (OPSITE™). Wound closure was performed following a standard procedure as well as the placement of subcutaneous drains. Therefore, two comparable groups of patients were formed and analyzed by standardized parameters. The wound dressing was placed epicutaneously immediately after wound closure in the operating room and removed in each case after five days. Follow-ups were performed immediately after removal of the wound dressing, at the time of discharge from hospital as well as six and 12 weeks after operation. The wounds were checked for tenderness, pain, secretion, redness, and fistulas. The vacuum-group showed 10% wound complications, which needed operative treatment, whereas the foil-group showed complications in

24%. Some patients who were treated by vacuum showed superficial skin lesions at the rim of the foam and the film. All of these lesions healed well. Postoperative wound management with the preventive measure of negative pressure wound therapy showed a remarkable reduction of wound complications (p=0.074) following open pectus surgery.

### **Quantification of costal arch eversion in congenital pectus excavatum (PE)**

PI: Prof. Dr. S. Schulz-Drost

Regarding indication for correction of PE, indices are used to scale severity with Haller index (HI) being the most popular one. HI should be investigated and compared with the newer Correction index (CI). Costal arch eversion is a frequent comorbidity of PE and shows a major esthetic problem. Therefore, a measuring method was searched with a derived index of costal arch which could separate deformed from not deformed arches. A costal arch index (RI) for diagnostics and indication has been inaugurated. Considering the HI, the overlapping of values between PE-patients and controls was higher than with CI. Concerning the measurement of the costal arch, a reliable and independent method from the basic shape of the thorax has been found. The cartilage-bone transition zones of costa VIII, which can be found more medial at the anterior chest wall in PE than in controls, served as a lateral fixation point. A statistically significant negative correlation was found between the RI and CI: Higher CI tends to lower RI. Patients with recurrent PE without former correction of the costal arch showed higher values of costal arch height and RI as compared to patients with primary PE.

The CI is more appropriate in evaluating PE as it separates more sharply patients with PE from controls. It is suitable for diagnosis as well as operative planning and pre-/postoperative comparison. The theory of PE-origin in shifted relation between the cartilaginous and bony portion of the ribs is supported. Excessive growth of the bony portion appears to be an elementary part of PE-origin. The extent of eversion of costal arch correlates inversely with the severity of CI. Origin of eversion of costal arch can be derived: Stronger pathological growth of the caudal costal pairs in connection with less deformed sternum and cranial ribs. Furthermore, eversion plays an important role in development of PE-recurrences: RI shows the recommendation of simultaneously performed costal arch correction. For preoperative diagnostics, the calculation of RI is recommended and index of 0.9 can be the guideline for correction.

## **Teaching**

The Division of Pediatric Surgery engages in the curricular teaching according to IMPP (general guidelines for medical studies in Germany). Academic events take place in cooperation with vocational schools at FAU (pediatric nursing, pediatric intensive care medicine, school for operational and technical assistants, physiotherapy, massage), as interdisciplinary lectures and seminars, and in form of practical education in phantom-courses for minimally invasive pediatric surgery in skills lab and hands-on courses. The Division of Pediatric Surgery supervises PhD theses.

### **Selected publications**

Ewert F, Syed J, Kern S, Besendörfer M, Carbon RT, Schulz-Drost S. Symptoms in pectus deformities: A scoring system for subjective physical complaints. *Thorac Cardiovasc Surg* 2017, 65: 43-49

Ewert F, Syed J, Wagner S, Besendörfer M, Carbon RT, Schulz-Drost S. Does an external chest wall measurement correlate with a CT-based measurement in patients with chest wall deformities? *J Pediatr Surg* 2017, 52: 1583-1590

Grupp S, Fürst V, Buder T, Fichte A, Krinner S, Carbon RT, Hennig FF, Langenbach A, Schulz-Drost S. Comparative studies of different types of osteosynthesis on the human corpse preparation in bilateral antero-lateral flail chest. *Injury* 2017, 48: 2709-2716

Schulz-Drost S, Lubert AM, Simon K, Schulz-Drost M, Syed J, Carbon RT, Besendörfer M. Elastic stable chest repair and its hybrid variants in 86 patients with pectus excavatum. *J Thorac Dis* 2018, 10: 5736-5746

Jabari S, Carbon R, Besendörfer M, Hartmann A, Rompel O, Hoerning A, Söder S. Asymmetric Omphalopagus in a triplet after in vitro fertilization: A rare case of conjoined twinning. *Case Rep Pediatr* 2018, 23:2018:9349606

Horn-Hofmann C, Scheel J, Dimova V, Parthum A, Carbon R, Griessinger N, Sittl R, Lautenbacher S. Prediction of persistent post-operative pain: Pain-specific psychological variables compared with acute post-operative pain and general psychological variables. *Eur J Pain* 2018, 22: 191-202

### **International cooperations**

Prof. Dr. A. Fisher, Biochemical Center of Research, Weizman Institute of Science, Rehovot: Israel

Prof. Dr. G. Berci, Endoscopic Research, Cedars-Sinai Medical Center, Los Angeles: USA

AO Foundation. TK Thoracic Surgery Expert Group, Davos: Switzerland

M. Gasparri, MD, Froedtert Hospital, Cardiothoracic Surgery, Milwaukee: USA

J. Edwards, MD, PhD, Northern General Hospital, Department of Thoracic Surgery, Sheffield: UK