

## Wie verändern sich psychologische Variablen der Schmerzverarbeitung nach einer Operation?

### Zusammenfassung

**Hintergrund und Fragestellung:** Die patientenkontrollierte, epidurale Analgesie (PCEA) ermöglicht eine effektive Schmerzreduktion nach operativer Korrektur angeborener Brustwanddeformitäten. Dennoch variiert die postoperative Schmerzintensität erheblich. Schmerzrelevante, psychologische Variablen gelten hierfür als Ursache. Unklar bleibt, ob und wie sich ein akutes Schmerzereignis auf diese Variablen auswirkt. Wir beantworten die Frage: Verändern sich solche schmerzrelevanten psychologischen Variablen nach einer Operation in Abhängigkeit von der Stärke des postoperativen Schmerzes?

**Methodik:** Anhand der retrospektiven Selbsteinschätzung am Tag vor der Entlassung wenige Tage nach der OP wurden 123 männliche Patienten mit Trichter- beziehungsweise Kielbrust einer Gruppe mit geringer (N=58) sowie größerer durchschnittlicher, postoperativer Schmerzintensität (N=65) zugeordnet. Daten zu schmerzbezogenen Emotionen und Kognitionen (PCS, PASS, PVAQ) sowie zum affektiven Status und zur Somatisierungsneigung (STAI, ADS, SOMS) wurden prä- und postoperativ mittels Fragebogen erhoben. Veränderungen zwischen den beiden Messzeitpunkten wurden unter Einfluss der postoperativ empfundenen Schmerzintensität als Gruppenvergleich analysiert.

**Ergebnisse:** Die beiden Gruppen unterschieden sich nicht hinsichtlich Alter, „body mass index“, Art der Operation,

### How does surgery affect the psychological variables of pain processing?

A. Parthum<sup>1\*</sup> · T. Münster<sup>2\*</sup> · C. Horn<sup>3</sup> · S. Lautenbacher<sup>3</sup>  
N. Griessinger<sup>2</sup> · R. Sittl<sup>2</sup>

Verweildauer und Dauer der PCEA-Therapie. Patienten der Gruppe mit retrospektiv größerer, durchschnittlicher Schmerzempfindung hatten aber einen signifikant höheren PCEA-Verbrauch sowie stärkere Schmerzen unter PCEA als Patienten der Gruppe mit niedriger Schmerzempfindung. Eine zweifaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung ergab einen signifikant größeren Anstieg von katastrophisierenden Gedanken (PCS), der Angst vor Schmerzen (PASS) und der Somatisierungsneigung (SOMS) bei Patienten dieser Studiengruppe nach der Operation.

**Schlussfolgerung:** Postoperativer Schmerz verändert zumindest kurzfristig die kognitiv-emotionale Schmerzverarbeitung schmerznaiver junger Männer. Dabei ist postoperativ gesteigertes Schmerzerleben begleitet von einer Zunahme an Schmerzkatastrophisieren, Schmerzangst und Somatisierungsneigung. Die untersuchten psychologischen Variablen beeinflussen Mechanismen der Schmerzchronifizierung und die postoperative Schmerzwahrnehmung. Sie sollten deshalb in der postoperativen Schmerztherapie stärkere Beachtung finden.

### Summary

**Background and goal:** Patient-controlled epidural analgesia (PCEA) is an effective treatment option for postoperative pain after operative correction of hereditary chest deformities. However, the intensity of postoperative pain varies greatly among patients, whereby psychological variables are considered as causative.

\* Autoren haben gleichen Anteil an der Erstellung der Arbeit

1 Klinikum am Europakanal, Erlangen

2 Anästhesiologische Klinik, Universitätsklinikum Erlangen (Direktor: Prof. Dr. Dr. h.c. J. Schüttler)

3 Physiologische Psychologie, Otto-Friedrich-Universität Bamberg (Leitung: Prof. Dr. S. Lautenbacher)

### Anmerkung:

Diese Studie wurde mit Förderung der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG LA 685/6-1 und 6-2) durchgeführt.

### Schlüsselwörter

Postoperativer Schmerz – Trichterbrust – Schmerzkatastrophisieren – Schmerzangst – Somatisierung – Patientenkontrollierte epidurale Analgesie

### Keywords

Postoperative Pain – Funnel Chest – Pain Catastrophizing – Pain Anxiety – Somatization – Patient-controlled Epidural Analgesia

It has remained unclear whether postoperative pain itself has an influence on these psychological factors, wherefore the study here presented undertakes to answer this question.

**Methods:** 123 male patients undergoing surgical correction of chest malformations have been allocated by median split to a group with high (NRS<4, N=58) and low (NRS≥4, N=65) postoperative pain ratings in the first few days after surgery by retrospective pain evaluation at the day of discharge. Additionally, we determined pain-related emotions and cognitions (PCS, PASS, PVAQ), the affective state and somatization (STAI, ADS, SOMS) using questionnaires before and after surgery. Differences between pre- and postoperative test results were analysed according to high or low retrospective postoperative rating of pain perception.

**Results:** Patients with high and low postoperative pain showed no differences regarding age, body mass index, type of surgery, length of hospitalisation, or duration of PCEA therapy. But patients with intensive postoperative pain had a higher consumption of PCEA medication and higher pain ratings during PCEA therapy compared to the group of patients with low postoperative pain perception. Two-way analysis of variance revealed a significant stronger increase of catastrophizing thoughts (PCS), pain anxiety (PASS) and predisposition to somatization (SOMS) in patients with higher postoperative pain scores compared to those with less postoperative pain.

**Conclusion:** Postoperative pain alters cognitive-emotional pain processing in pain-naïve adolescent males. Higher postoperative acute experience of pain is accompanied by a short-term increase of pain-catastrophizing thoughts, pain anxiety and predisposition to somatization. These psychological variables influence the mechanisms of pain chronicification and postoperative pain perception. Therefore, these variables should be given more consideration during postoperative pain management.

## Hintergrund

Brustwanddeformitäten treten mit überraschend großer Häufigkeit auf, zudem sind die Anomalien symptomatischer als gedacht [1]. Die meisten Brustwanddeformitäten sind angeboren, seltener sind erworbene Fälle. Als Formen werden die Trichterbrust (Pectus excavatum = ausgehöhlte Brust) von der Kielbrust (Pectus carinatum = Hühnerbrust) unterschieden. Die Trichterbrust in symmetrischer oder asymmetrischer Ausprägung ist die häufigste Deformität [2,3]. In den Angaben der Literatur reicht die Inzidenz von 1/300-400 bis 1/1.000 Personen [2,4,5]. Jungen sind drei- bis fünfmal häufiger betroffen als Mädchen [4,6].

Oft wird die Fehlbildung erst in der frühen Kindheit erkannt [7]. Bis zum Abschluss des Wachstums kommt es bei vielen Betroffenen zu einer Vergrößerung des Trichters. Anschließend treten, vermutlich durch abnehmende Compliance und zunehmende Steifigkeit des Thorax im Erwachsenenalter, vermehrt Symptome zutage [8].

Brustwanddeformitäten werden in erster Linie bei Einengung des Brustraumes und Behinderung der Brustorgane mit möglichen EKG-Veränderungen oder restriktiven Ventilationsstörungen operativ korrigiert [9]. Weiterhin können haltungsbedingte Fehlbelastungen der Wirbelsäule auftreten und Rückenbeschwerden verursachen [9]. Häufig führt der individuelle Leidensdruck der Betroffenen durch starke psychische Belastung und schwere psychosoziale Probleme zur Entscheidung für eine Operation [9]. Bei der in Erlangen praktizierten Technik nach Hümmer „wird über einen direkten Zugang die Deformität aufgesucht und durch Knorpelschwächung oder -durchtrennung das Brustbein mobilisiert, um es mit einem (...) Metallbügel zu stabilisieren“ [3].

Dieses operative Trauma stellt hohe Anforderungen an die postoperative Schmerztherapie. Folgen unzureichender Analgesie sind vor allem die Einschränkung der tiefen Atmung, die Behinderung des Abhustens und Verspannungen der Muskulatur im Schulter-, Rücken- sowie

Thoraxbereich. Um dem vorzubeugen, ist in der postoperativen Versorgung seit vielen Jahren die Schmerztherapie mittels patientenkontrollierter, epiduraler Analgesie (PCEA) in optionaler Kombination mit Nichtopioiden etabliert [10]. Hierbei kommt über einen thorakalen Periduralkatheter (PDK) appliziertes Lokalanästhetikum mit Opioidzusatz für drei bis vier postoperative Tage zum Einsatz. Nicht angewandt wird diese PCEA bei Gerinnungsstörungen, lokaler Entzündung im Bereich der Punktionsstelle sowie Ablehnung des Verfahrens durch den Patienten oder deren Erziehungsberechtigte. In diesen Fällen erfolgt die patientenkontrollierte Analgesie intravenös (PCIA) mit Morphin oder Piritramid.

Trotz dieser erfolgversprechenden Möglichkeit der effektiven Schmerzreduktion besteht eine große Varianz in der tatsächlich erlebten Schmerzintensität bei Patienten nach einer operativen Brustwandkorrektur. Ausgehend von der Theorie, dass ein Zusammenhang zwischen akuten Schmerzereignissen und der Entwicklung chronischer Schmerzzustände besteht [11,12], stellen zahlreiche Publikationen psychologische Variablen als Ursache für die unterschiedliche Stärke akuter Schmerzen und für das Risiko der Schmerzchronifizierung vor [13-16]. Aufmerksamkeits- und andere emotionale Mechanismen der Schmerzverarbeitung sind demnach verantwortlich für die interindividuelle Varianz in der Stärke akuter postoperativer Schmerzen. Unklar bleibt allerdings, ob und wie sich postoperativer Schmerz auf schmerzrelevante, psychologische Variablen auswirkt. Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die Veränderung dieser Variablen bei Patienten mit unterschiedlich starkem Schmerz nach operativer Brustwandkorrektur zu vergleichen.

## Methodik

### Design

In den Jahren 2006 bis 2010 wurde eine prospektive Beobachtungsstudie durchgeführt. Die Studienteilnehmer unterzogen sich der operativen Korrektur einer angeborenen Brustwanddeformität. Anhand ihrer postoperativen Schmerzein-

schätzung wurden die Patienten einer Gruppe mit geringer sowie einer Gruppe mit größerer durchschnittlicher Schmerzintensität zugeordnet. Alle für die Zielstellung relevanten Daten wurden prä- und postoperativ erhoben. Wir haben die Veränderungen der Variablen zwischen den beiden Messzeitpunkten in Abhängigkeit der Zugehörigkeit zur Gruppe mit hoher oder niedriger postoperativ retrospektiver Schmerzbeurteilung verglichen.

Die Datenerhebung war Teil eines DFG geförderten Studienprojekts, das von der Ethikkommission der Medizinischen Fakultät der Universität Erlangen positiv bewertet wurde. Alle Patienten und/oder ihre Sorgeberechtigten erklärten im Vorfeld schriftlich ihr Einverständnis zur Teilnahme und zur Datenverwertung in anonymisierter Form.

### Patienten

Wir haben 123 männliche Patienten, die sich einer primären operativen Trichter- oder Kielbrustkorrektur am Universitätsklinikum Erlangen unterzogen, in diese Untersuchung eingeschlossen. Ausgeschlossen wurden Patienten mit chronischen Schmerzen, zurückliegend ausgedehnten Operationen (z.B. Viszeral-, Thorax-, Unfallchirurgie, Orthopädie) sowie psychischen Störungen (gemäß Mini-DIPS für ICD-10 und DSM IV [17]).

Bei allen Patienten wurde vor Einleitung der Allgemeinanästhesie ein PDK zur postoperativen Schmerztherapie angelegt. Die Anlage folgte nach einem Klinikstandard in Höhe Th 6/7 oder Th 7/8. Die Allgemeinanästhesie wurde als totale intravenöse Anästhesie (TIVA) mit Propofol und Alfentanil durchgeführt. Vor dem Schnitt erfolgte die epidurale Gabe von 0,2ml/kg Ropivacain 0,375% mit einer maximalen Begrenzung von 15 ml. 30 Minuten vor Ende der Operation erhielten die Patienten einen erneuten epiduralen Bolus Ropivacain 0,375%, entsprechend einem Drittel der Initialdosis. Zusätzlich wurden intravenös 0,5 mg/kg Dexketoprofen oder bei bestehenden Kontraindikationen 20 mg/kg Paracetamol verabreicht. Im Aufwachraum wurde eine PCA-Pumpe (CADD-Legacy® PCA, Modell 6300, Smiths Medical International, Ltd. UK) an den PDK angeschlossen. Die postoperative PCEA erfolgte durch

0,2% Ropivacain mit 1µg/ml Sufentanil. Die kontinuierliche Laufrate betrug 6 ml/h, ein Bolus von 3 ml konnte alle 30 Minuten bei Bedarf vom Patienten dosiert werden. Alle Patienten erhielten zusätzlich Nichtopioïd-Analgetika (Dexketoprofen, Paracetamol oder Metamizol) als intravenöse Kurzinfusion. Die Überwachung der postoperativen Schmerztherapie erfolgte anhand eines standardisierten Protokolls. Erfasst wurden sechsmal täglich die Schmerzwerte (numerische Rangskala, Werte von 0=kein Schmerz bis 10=stärkster vorstellbarer Schmerz) für die Situationen in Ruhe und bei Belastung. Zur Kontrolle von Effektivität, auftretenden Nebenwirkungen und zur Anpassung der Therapie fanden täglich zwei Visiten durch Ärzte und Pflegekräfte des Akutschmerzdienstes statt. Im Rahmen dieser Visiten wurde spätestens am fünften postoperativen Tag der PDK entfernt. Nach Beendigung der rückenmarksnahen Schmerzmittelapplikation erhielten die Patienten zunächst regelmäßig, später bedarfsoorientiert schwache Opioide und Nichtopioide oral verabreicht. Zum Einsatz kamen hier Tramadol in retardierter Form (300 mg täglich) sowie Ibuprofen (bis maximal 2,4 g).

### Material

Als Basisdaten der Patientengruppe wurden das Alter, der Body-mass-index (BMI), die Ausprägung der Brustwanddeformität (Trichter-, Kielbrust) gemäß ICD10-Kodierung sowie die Verweildauer nach der Operation dokumentiert.

Die Dauer der PCEA-Therapie, die epidural applizierte Medikation (ml/h) sowie die angeforderten und abgegebenen Boli (Boli/h) wurden dem Protokoll der Schmerzpumpe entnommen. Die unter PCEA-Therapie dokumentierten Schmerzwerte in Ruhe und unter Belastung wurden als Mittelwert ausgewertet. Alle nach der Verlegung aus dem Aufwachraum bis zum Entlassungstag systemisch verabreichten Opioide wurden als entsprechende Morphin-Äquivalente (mg/kg) summiert.

Unsere primären Zielkriterien wurden am Tag vor der Operation (Messzeitpunkt 1) und am Tag vor der Entlassung (Messzeitpunkt 2) mit Fragebögen zu schmerzbezogener Emotion, Kognition

sowie zum affektiven Status und zur Somatisierungsneigung erfasst. Das Ausmaß katastrophisierenden Denkens im Bezug auf Schmerz wurde mit der Pain Catastrophizing Scale (PCS, deutsche Version) gemessen, Summenwerte über 29 gelten als pathologisch [18]. Die Pain Anxiety Symptoms Scale (PASS, deutsche Version) erfasst die Angst vor Schmerzen in kognitiver, behavioraler und physiologischer Ausprägung [19]. Dazu wurde die Aufmerksamkeit gegenüber Schmerz im Zeitraum der vergangenen zwei Wochen mit dem Pain Vigilance and Awareness Questionnaire (PVAQ, deutsche Version) erfragt [20]. Der affektive Status setzte sich aus Depressivität und der Zustandsangst zusammen, zudem wurden somatoforme Symptome erfasst [21]. Als Instrumente kamen die Allgemeine Depressionsskala (ADS) [22], das Screening für somatoforme Störungen (SOMS-7T) [23] und die deutsche Version des State-Traite-Anstß-Inventars (STAII-G) [24] zum Einsatz.

### Zuteilung der Studiengruppen

Am Tag vor der Entlassung schätzten die Patienten ebenfalls ihr individuelles Schmerzerleben für die gesamte postoperative Phase ein. Dazu wurden aus dem Brief Pain Inventory (BPI) die durchschnittliche Schmerzstärke retrospektiv für den Zeitraum der vergangenen sieben Tage eingeschätzt [25]. Die Werte aller Studienteilnehmer reichten vom Wert 0 bis zum Wert 9. Durch Trennung am Median (Wert 4) wurden die Patienten einer der beiden Studiengruppen zugeordnet.

### Statistik

Für die Dateneingabe und -auswertung stand das Programm SPSS (Version 18.0) zur Verfügung. Einmalig erhobene personen- und schmerztherapiebezogene Daten wurden bei metrischer Ausprägung im T-Test für unabhängige Gruppen gegen die Nullhypothese untersucht. Der Vergleich kategorialer Daten erfolgte im Chi-Quadrat-Test. Alle mehrfach vorgelegten Fragebögen wurden in einer zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung auf signifikante Veränderungen zwischen den beiden Messzeitpunkten unter Einfluss des Faktors Schmerzgruppe untersucht. Die Nullhypothese wurde beim Unterschreiten einer Irrtumswahrscheinlichkeit  $\alpha=5\%$  abgelehnt. Die Irr

tumswahrscheinlichkeit bei den Mittelwertvergleichen der metrischen Daten wurde entsprechend dem Ergebnis des Levene-Tests auf Homogenität der Varianzen angegeben.

## Ergebnisse

Durch Trennung am Median (Wert 4) wurden 58 Patienten (47,2%) der Gruppe 1 mit retrospektiv durchschnittlicher Schmerzintensität unterhalb des Median zugeordnet. Gruppe 2 mit retrospektiv durchschnittlichen Schmerzwerten gleich dem oder oberhalb des Median umfasste 65 Patienten (52,8%).

Zwischen den Studiengruppen zeigten sich keine signifikanten Unterschiede bei Alter und BMI. Entlassen wurden die Patienten beider Gruppen nach durchschnittlich acht Tagen. Die Verteilung von Trichter- und Kielbrustfällen unterschied sich zwischen den Gruppen nicht (Tab. 1).

Die Dauer der PCEA-Therapie war zwischen beiden Gruppen gleich. Dagegen hatten Patienten der Gruppe 1 einen signifikant geringeren PCEA-Verbrauch, forderten seltener Boli an und erhielten weniger Boli als Patienten der Gruppe 2. Patienten beider Gruppen erhielten eine vergleichbare, als intravenöse Morphin-Äquivalente zusammengefasste Menge an Opioidanalgetika (Tab. 1).

Während der PCEA-Therapie waren in beiden Gruppen die Ruhe- und Belastungsschmerzwerte im Durchschnitt kleiner als vier. Jedoch hatten Patienten der Gruppe 1 signifikant geringere Schmerzintensitäten in Ruhe- und bei Belastung (Tab. 1).

Die Auswertung der Testergebnisse der psychologischen Variablen stellte sich wie folgt dar: In allen Fragebögen, mit Ausnahme des STAI, stiegen die durchschnittlichen Summenwerte vom ersten zum zweiten Messzeitpunkt. Die im STAI ausgewertete Zustandsangst reduzierte sich zum zweiten Messzeitpunkt. Unabhängig von den Studiengruppen waren die Mittelwerte aller Fragebögen über die beiden Messzeitpunkte jeweils signifikant unterschiedlich (Tab. 2).

Für den Faktor Schmerzgruppe zeigte sich eine signifikante Interaktion bei den Fragebögen PCS, PASS und SOMS (Tab. 2).

**Tabelle 1**

Gruppenvergleich personenbezogener Daten und postoperative Schmerztherapie.

Variable \ Gruppe	Gruppe 1 (Schmerz < 4, N=58)	Gruppe 2 (Schmerz ≥ 4, N=65)	p-Wert
<b>Personenbezogene Daten</b>			
Alter am OP-Tag (Jahre) <sup>a</sup>	19,3 ± 4,4	19,5 ± 4,7	0,786
BMI ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) <sup>a</sup>	20,2 ± 2,5	19,9 ± 2,3	0,436
Verweildauer nach OP (Tage) <sup>a</sup>	7,8 ± 1,1	7,8 ± 0,9	0,876
Art der Operation <sup>b</sup>			
• Trichterbrust	47 (81,0%)	54 (83,1%)	
• Kielbrust	11 (19,0%)	11 (16,9%)	0,768
<b>Analgetische Therapie</b>			
PCEA-Therapie (Tage) <sup>a</sup>	3,6 ± 0,9	3,5 ± 0,7	0,322
PCEA-Verbrauch (ml/h) <sup>a</sup>	7,5 ± 1,1	8,2 ± 1,1	< 0,001
Angeforderte Boli (Boli/h) <sup>a</sup>	1,1 ± 1,1	2,1 ± 2,2	0,001
Verabreichte Boli (Boli/h) <sup>a</sup>	0,5 ± 0,3	0,7 ± 0,3	0,001
Morphin-Äquivalente (mg/kg) <sup>a</sup>	0,6 ± 0,6	0,7 ± 0,6	0,546
<b>Schmerzintensität unter PCEA-Therapie</b>			
Ruheschmerz (NRS) <sup>a</sup>	1,2 ± 0,7	1,7 ± 0,8	< 0,001
Belastungsschmerz (NRS) <sup>a</sup>	1,9 ± 0,8	2,6 ± 1,1	< 0,001

**BMI** – body mass index; **PCEA** – patient controlled epidural analgesia; **NRS** – numerische Ratingskala; <sup>a</sup> Angaben sind Mittelwerte ± Standardabweichung; <sup>b</sup> p-Wert für T-Test unabhängiger Stichproben; <sup>b</sup> Angaben sind Anzahl (% von Gruppe); <sup>b</sup> p-Wert für Chi-Quadrat-Test nach Pearson.

**Tabelle 2**

Ergebnisse der Varianzanalyse mit Messwiederholung.

Test der Innersubjekteffekte (Univariate), Faktor Messzeitpunkt			
PCS	$F_{(1; 121)} = 14.41$	p < 0.001	$\eta^2 = 0.11$
PASS	$F_{(1; 121)} = 22.93$	p < 0.001	$\eta^2 = 0.16$
PVAQ	$F_{(1; 121)} = 49.89$	p < 0.001	$\eta^2 = 0.29$
ADS	$F_{(1; 121)} = 158.06$	p < 0.001	$\eta^2 = 0.57$
SOMS	$F_{(1; 121)} = 47.46$	p < 0.001	$\eta^2 = 0.28$
STAI	$F_{(1; 121)} = 4.36$	p = 0.039	$\eta^2 = 0.04$
Test der Zwischensubjekteffekte (Univariate), Faktor Schmerzgruppe			
PCS	$F_{(1; 121)} = 15.91$	p < 0.001	$\eta^2 = 0.12$
PASS	$F_{(1; 121)} = 9.81$	p = 0.002	$\eta^2 = 0.07$
PVAQ	$F_{(1; 121)} = 10.01$	p = 0.002	$\eta^2 = 0.08$
ADS	$F_{(1; 121)} = 14.45$	p < 0.001	$\eta^2 = 0.11$
SOMS	$F_{(1; 121)} = 17.12$	p < 0.001	$\eta^2 = 0.12$
STAI	$F_{(1; 121)} = 15.82$	p < 0.001	$\eta^2 = 0.12$
Test der Zwischensubjekteffekte (Univariate), Interaktion Messzeitpunkt*Schmerzgruppe			
PCS	$F_{(1; 121)} = 6.34$	p = 0.013	$\eta^2 = 0.05$
PASS	$F_{(1; 121)} = 7.41$	p = 0.007	$\eta^2 = 0.06$
PVAQ	$F_{(1; 121)} = 0.22$	p = 0.639	$\eta^2 = 0.00$
ADS	$F_{(1; 121)} = 2.19$	p = 0.142	$\eta^2 = 0.02$
SOMS	$F_{(1; 121)} = 8.09$	p = 0.005	$\eta^2 = 0.06$
STAI	$F_{(1; 121)} = 1.42$	p = 0.236	$\eta^2 = 0.01$

**PCS** – Pain Catastrophizing Scale; **PASS** – Pain Anxiety and Symptom Scale; **PVAQ** – Pain Vigilance and Awareness Questionnaire; **ADS** – Allgemeine Depressionsskala; **SOMS** – Screening für somatoforme Störungen; **STAI** – State Trait Anxiety Inventory; **F-Wert** mit Freiheitsgrad des messwiederholten Faktors; Freiheitsgrad der Fehlervarianz; **p-Wert** für die Wahrscheinlichkeit des F-Wertes unter Nullhypothese; partielles Eta-Quadrat als Schätzer des empirischen Effekts auf Stichprobenebene.

Abbildung 1

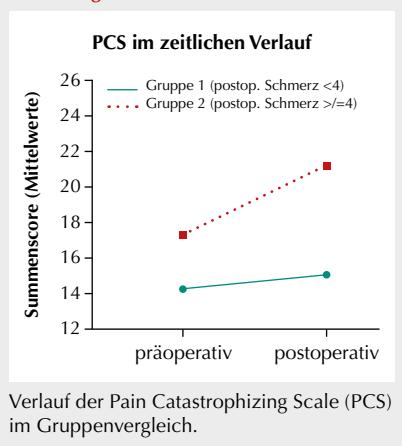


Abbildung 2

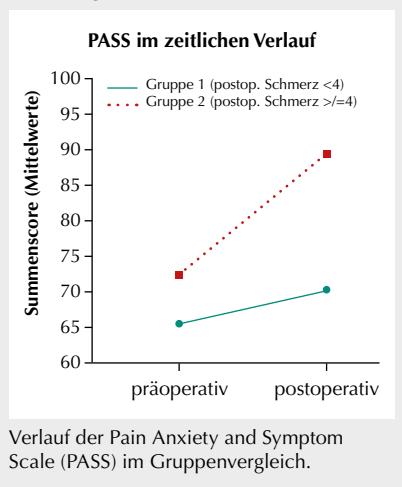


Abbildung 3

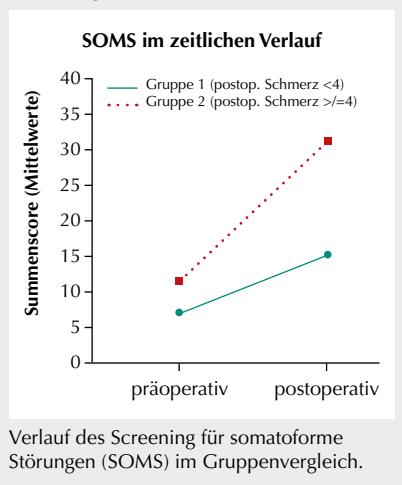


Tabelle 3

Kategorialer Gruppenvergleich der Variablen mit cut off-Wert.

	Variable \ Gruppe	Gruppe 1 (Schmerz < 4, N=58)	Gruppe 2 (Schmerz ≥ 4, N=65)	p-Wert
PCS	präoperativ <sup>a</sup>	58 (100,0%) 0 (0,0%)	62 (95,4%) 3 (4,6%)	0,098
	• ≤ 29 (cut off) • > 29 (cut off)			
	postoperativ <sup>a</sup>	56 (96,6%) 2 (3,4%)	52 (80,0%) 13 (20,0%)	0,005
	• ≤ 29 (cut off) • > 29 (cut off)			
ADS	präoperativ <sup>a</sup>	55 (94,8%) 3 (5,2%)	62 (95,4%) 3 (4,6%)	0,886
	• ≤ 23 (cut off) • > 23 (cut off)			
	postoperativ <sup>a</sup>	44 (75,9%) 14 (24,1%)	30 (46,2%) 35 (53,8%)	0,001
	• ≤ 23 (cut off) • > 23 (cut off)			

PCS – Pain Catastrophizing Scale; ADS – Allgemeine Depressionsskala; <sup>a</sup> Angaben sind Anzahl (%) von Gruppe; p-Wert für Chi-Quadrat-Test nach Pearson.

In diesen Instrumenten stiegen die Messwerte bei Patienten der Gruppe 2 signifikant deutlicher an (Abb. 1-3). Zwischen den Gruppen waren über beide Messwiederholungsstufen die Werte für alle Instrumente signifikant unterschiedlich.

Für die Instrumente PCS und ADS existieren Cut-off-Werte zur Diskriminierung zwischen normalen und pathologischen Werten. Tabelle 3 zeigt den Anteil jeder Gruppe an Patienten mit Testergebnissen unter beziehungsweise über dem jeweiligen Cut-off-Wert. Hier zeigte sich präoperativ eine Gleichverteilung für die PCS und die ADS, während postoperativ signifikant mehr Patienten der Gruppe 2 über dem Cut-off-Wert in beiden Instrumenten lagen.

## Diskussion

In der vorliegenden Studie an jungen männlichen Patienten ging die postoperative Schmerzstärke mit Veränderungen der emotionalen und kognitiven Schmerzverarbeitung einher. Dabei war die Zunahme bezüglich katastrophisierender Gedanken, der Angst vor Schmerzen und der Neigung zur Somatisierung bei Patienten mit größerer Schmerzintensität deutlicher ausgeprägt als bei den Patienten mit geringeren Schmerzen. Als Modell verwendeten wir den akuten Schmerz nach einer Operation am Thorax. Keiner unserer Patienten verfügte

bisher über eine vergleichbare Schmerzerfahrung; alle Patienten waren somit im weitesten Sinne schmerznaiv. Damit lassen sich die unterschiedlichen Veränderungen der psychologischen Variablen dem Schmerzerleben nach dem Eingriff zuschreiben.

Wir haben zur Gruppenzuteilung die retrospektive Bewertung der durchschnittlichen Schmerzstärke herangezogen. Dieser Wert reflektiert das individuelle Schmerzerleben unserer Patienten nach der Operation. Tatsächlich bestanden zwischen den Gruppen bereits unmittelbar postoperativ signifikante Unterschiede in der tagesaktuellen Bewertung der Ruhe- und Belastungsschmerzen sowie im PCEA-Verbrauch. Patienten, die den postoperativen Schmerz rückblickend im Median größer als drei bewerteten, forderten mehr Boli über die PCEA-Pumpe an und erhielten öfter einen Bolus. Dadurch verbrauchten Patienten dieser Gruppe mehr PCEA-Medikation. Insgesamt führte die PCEA-Therapie zu mittleren Ruhe- und Belastungsschmerzwerten kleiner vier, was einer sehr guten Analgesie in beiden Gruppen entspricht. Das Ziel der Schmerztherapie wurde damit in den ersten postoperativen Tagen erreicht, und die PCEA-Therapie als Standardverfahren bei diesen Operationen bestätigt [10]. Der unterschiedliche PCEA-Verbrauch war also Ausdruck der Bedarfsadaptation durch den Patienten. Allerdings spiegelte sich das nicht in der

retrospektiven Beurteilung wider, in der ein Teil der Patienten die postoperative Schmerzintensität deutlich schlechter bewertete.

Hier ergeben sich zwei Diskussionsansätze. Zum einen könnte die unterschiedliche retrospektive Schmerzeinschätzung aus den veränderten psychologischen Variablen der Schmerzverarbeitung resultieren. Ebenso kann das Schmerzerleben Ursache der Veränderungen psychologischer Variablen sein. Hohmeister et al. bejahren einen solchen Zusammenhang [26]. Demnach beeinflusste eine aktuelle Schmerzerfahrung auf einer Intensivstation bei Früh- und Neugeborenen deren zukünftige Schmerzwahrnehmung im Schulkindalter nachhaltig. Dabei wirkt Schmerz als starker Stressfaktor, der sich nicht nur auf physiologischer Ebene, sondern auch auf kognitive Prozesse der Schmerzverarbeitung auswirkt. Hohmeister et al. argumentierten, dass frühe, wiederholte Schmerzerfahrungen in einer Phase gesteigerter Neuroplastizität gleichsam die kognitiven Verarbeitungsprozesse verändern [26]. Wir konnten zeigen, dass sich Veränderungen der kognitiv-emotionalen Schmerzverarbeitung auch im Jugendalter infolge einer einzigen Episode starker Schmerzwahrnehmung provozieren lassen. Es gibt Hinweise, dass sich solche Veränderungen vor dem Erwachsenenalter vollziehen und sich beispielsweise individuelle Unterschiede des Schmerzkatastrophisierens schon bei Jugendlichen ausprägen [27]. Indirekt bestätigten Khan et al. dies, als sie bei älteren, kardiochirurgischen Patienten 48 Stunden nach der Operation keine Veränderung des mittleren PCS-Summenscores feststellten [28].

Zahlreiche Studien konnten das Ausmaß postoperativer Schmerzen, zum Teil auch den Analgetikaverbrauch, mit der präoperativen Ausprägung von Neigung zum Katastrophisieren erklären beziehungsweise vorhersagen [29-35]. Dagegen konnten wir durch unsere postoperativ wiederholte Messung zeigen, dass sich katastrophisierende Gedanken bezüglich Schmerz durch den Einfluss der wahrgenommenen Schmerzintensität verstärken. Hier scheint ein Kreislauf im Sinne einer sich selbst erfüllenden Prophezeiung zu entstehen. Logan und Rose folgerten dies,

als anhand der von Jugendlichen präoperativ erwarteten Schmerzwerte sowohl die postoperative Schmerzintensität als auch der PCA-Verbrauch vorhergesagt werden konnten [36]. Parallelen zu unserem Studienkollektiv lassen sich herstellen. Die in PCS und PASS präoperativ erfragten Gedanken, Gefühle und Aktivitäten im Zusammenhang mit Schmerzerleben beschreiben bei unseren Patienten Einstellungen für eine solche Situation im Allgemeinen. Starke postoperative Schmerzempfindungen verstärkten diese schmerzbezogene Angst sowie Kognition bei Patienten unserer Studiengruppe 2. Dies könnte Auswirkungen auf zukünftige Situationen haben, in denen die Betroffenen erneut Schmerzen ausgesetzt sind, falls sich diese Veränderungen längerfristig stabilisieren. Ausgeprägte Angst vor Schmerzen sowie Neigung zum Katastrophisieren lassen die Betroffenen dann ein stärkeres Ausmaß für eine bevorstehende Situation befürchten [37]. Ähnliche Folgen könnte der signifikante Anstieg der Somatisierungsneigung in der Gruppe 2 haben. Auslöser somatoformer Störungen bei Adoleszenten können belastende Lebenssituationen sein. Als solche ist die operative Korrektur der Brustwanddeformität mit starker Schmerzempfindung bei den Patienten dieser Studiengruppe zu sehen. Die gesteigerte Somatisierungsneigung führt langfristig zur Übersensitivität gegenüber schmerzhaften Reizen und so ebenfalls zu verstärktem Schmerzerleben [38].

Neben der Konsequenz verstärkt wahrgenommener Schmerzen müssen Auswirkungen auf den Umgang mit Schmerzsituationen beachtet werden. Insbesondere das schmerzbezogene Katastrophisieren als passive Bewältigungsstrategie gilt als ineffektiv [39]. Bei Kindern mit chronischen Schmerzen konnten vier Bewältigungsstrategien nachgewiesen werden, zwei davon gingen unter anderem mit einem hohen Maß an Katastrophisieren, vielen körperlichen sowie depressiven Symptomen einher [39]. Dies bestätigt die von uns gefundene gleichzeitige Steigerung von Katastrophisieren, somatoformen Symptomen sowie erhöhter Depressivität bei Jugendlichen mit stärkerer postoperativer Schmerzintensität.

Aus der Erforschung posttraumatischer Belastungsstörungen ist der Kreislauf aus

Erlebnis, kognitiver Umstrukturierung, Verhaltensänderung und pathologischen Angstzuständen bekannt [40]. Übertragen auf unsere Daten vermuten wir, dass ein einzelnes, starkes Schmerzerleben den gleichen Effekt auf die kognitive und emotionale Schmerzverarbeitung hat. Mögliche Auswirkung könnte eine zukünftig verstärkte Schmerzwahrnehmung sein. Die veränderten psychologischen Variablen begünstigen dann die Chronifizierung postoperativer Schmerzen [12-16]. Eine besondere Rolle scheinen hier schmerzkatastrophisierende Gedanken zu haben [16,39]. Theunissen et al. geben an, dass Schmerzkatastrophisieren in Verbindung mit erhöhter Ängstlichkeit vorrangig die Chronifizierung präoperativ vorbestehender Schmerzen begünstigt [16]. Unsere Patienten waren präoperativ schmerzfrei. Die fehlende Erfahrung im Umgang mit der postoperativen Situation kann bei Jugendlichen das Ausmaß schmerzbezogenen Katastrophisierens beeinflussen [41]. Daher nehmen wir an, dass sich schmerzkatastrophisierende Gedanken im Jugendalter unter Einfluss postoperativer Schmerzen entwickeln und hier der Chronifizierungsprozess auf kognitiver Ebene beginnt. Schmerzkatastrophisieren ist bei Heranwachsenden ein bedeutsamer psychosozialer Risikofaktor der Schmerzchronifizierung [39]. Erklärt wird dies durch größere Aufmerksamkeit beziehungsweise stärkere Zuwendung auf Schmerzäußerungen im sozialen Umfeld. Schmerzbezogene Zuwendung fördert einerseits die Entwicklung katastrophisierender Bewältigung, umgekehrt wird die Aufrechterhaltung der Schmerzen durch operante Lernprozesse begünstigt. Auch die eigene Aufmerksamkeit auf den Schmerz steigt, was wiederum den Einsatz von Ablenkung als effektive Schmerzbewältigungsstrategie verhindert [39].

### Limitationen

Unsere Studiengruppen waren hinsichtlich personenbezogener Basisdaten vergleichbar. Beide Gruppen standen stellvertretend für die in der kinderchirurgischen Abteilung am Universitätsklinikum Erlangen behandelten Patienten mit Brustwanddeformität. Unsere Entscheidung für die Gruppentrennung fiel auf den

retrospektiven Durchschnittsschmerz, da dieser Wert die subjektive Schmerzwahrnehmung während der Aufenthaltsdauer im Krankenhaus nach der Operation repräsentiert. In die Bewertung der durchschnittlichen Schmerzstärke flossen alle postoperativen Schmerzerlebnisse und, nach unserem jetzigen Kenntnisstand, auch begünstigende oder hemmende kognitive und emotionale Faktoren ein. Denkbar ist ebenso eine Überbewertung der als durchschnittlich empfundenen Schmerzintensität unter Einfluss der postoperativ veränderten psychologischen Variablen.

Die Aussagen anhand unserer Ergebnisse sind auf männliche Patienten beschränkt. Mädchen beziehungsweise Frauen sind von angeborenen Brustwanddeformitäten im Verhältnis 1:3 seltener betroffen [4,6,9]. Aufgrund der zu erwartenden geringen Fallzahl und daraus resultierenden Inhomogenität des Studienkollektivs nahmen Mädchen beziehungsweise Frauen nicht an der Studie teil. Hinweise auf Unterschiede zwischen Männern und Frauen in Schmerzverlauf und Analgetikabedarf nach Operationen sind nicht konsistent [42], sodass wir eine Übertragbarkeit auf weibliche Patienten weder befürworten noch ablehnen können. Ähnliche Studien unter Einschluss beider Geschlechter können unsere Erkenntnisse erweitern.

## Schlussfolgerung

**Postoperativer Schmerz verändert zumindest kurzfristig die kognitiv-emotionale Schmerzverarbeitung junger Männer. Eine Episode mit stärkerer Schmerzwahrnehmung steigert trotz adäquater Schmerztherapie das Schmerzkatastrophieren, die Schmerzangst und die Somatisierungsneigung. Dabei ist dies nicht abhängig von vorbestehenden Neigungen, sondern diese Verarbeitungsmuster scheinen sich unmittelbar mit dem Erlebnis Schmerz herauszubilden. Diese, den Schmerz beeinflussenden psychologischen Variablen müssen stärkere Beachtung finden. Ein gezieltes Training zum Umgang mit postoperativen Schmerzen könnte einen Ansatzpunkt zur Verbesserung der Schmerztherapie darstellen. Dabei ist die besondere**

**Rolle schmerzkatastrophisierender Gedanken und schmerzbezogener Ängste zu beachten. Etwaige präoperative Prophylaxeprogramme könnten diese Zusammenhänge aufgreifen.**

## Literatur

1. Fonkalsrud EW, Dunn JC, Atkinson JB: Repair of pectus excavatum deformities: 30 years of experience with 375 patients. *Ann Surg* 2000;231:443-48
2. Creswick HA, Stacey MW, Kelly RE Jr., Gustin T, Nuss D, Harvey H, et al: Family study of the inheritance of pectus excavatum. *J Pediatr Surg* 2006;41:1699-1703
3. Weber PG: Operation der Trichterbrust – Heute macht man's schonend. *Allgemeinarzt* 2005;20:39-42
4. Fokin AA, Steuerwald NM, Ahrens WA, Allen KE: Anatomical, histologic, and genetic characteristics of congenital chest wall deformities. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2009;21:44-57
5. Puri P, Höllwarth M: *Pediatric Surgery*. Berlin: Springer; 2006:97
6. Haller JA Jr., Peters GN, Mazur D, White JJ: Pectus excavatum. A 20 year surgical experience. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1970;60:375-83
7. Kelly RE Jr.: Pectus excavatum: historical background, clinical picture, preoperative evaluation and criteria for operation. *Semin Pediatr Surg* 2008;17:181-93
8. Jaroszewski D, Notrica D, McMahon L, Steidley DE, Deschamps C: Current management of pectus excavatum: a review and update of therapy and treatment recommendations. *J Am Board Fam Med* 2010;23:230-39
9. Weber PG, Hümmer HP: Die neue Erlanger Trichterbrustkorrektur – Minimalisierung eines bewährten Verfahrens. *Zentralbl Chir* 2006;131:493-98
10. DIVS (Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Schmerztherapie). Behandlung akuter perioperativer und posttraumatischer Schmerzen. Internet: [http://www.awmf.org/uploads/tx\\_szleitlinien/041-001\\_S3\\_Behandlung\\_akuter\\_perioperativer\\_und\\_posttraumatischer\\_Schmerzen\\_aktualisierte\\_Fassung\\_04-2009\\_05-2011.pdf](http://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/041-001_S3_Behandlung_akuter_perioperativer_und_posttraumatischer_Schmerzen_aktualisierte_Fassung_04-2009_05-2011.pdf) (entnommen: 12.11.2012)
11. Perkins FM, Kehlet H: Chronic Pain as an Outcome of Surgery: A Review of Predictive Factors. *Anesthesiology* 2000;93:1123-33
12. Katz J, Seltzer Z: Transition from acute to chronic pain: risk factors and protective factors. *Expert Rev Neurother* 2009;9:723-44
13. Hüppé M: Zum Einfluss psychologischer Faktoren auf postoperativen Schmerz: Ein narratives Review. *Verhaltenstherapie & Verhaltensmedizin* 2007;28:386-97
14. Dimova V, Lautenbacher S: Chronische Schmerzen nach Operationen. *AINS* 2010;45:488-93
15. Huber C, Lautenbacher S: Die Bedeutung psychologischer Variablen für den postoperativen Schmerzverlauf. *Anästh Intensivmed* 2008;49:436-54
16. Theunissen M, Peters ML, Bruce J, Gramke H-F, Marcus MA: Preoperative anxiety and catastrophizing: A systematic review and meta-analysis of the association with chronic postsurgical pain. *Clin J Pain* 2012;28:819-41
17. Margraf J: *Mini-DIPS. Diagnostisches Kurz-Interview bei psychischen Störungen*. Berlin: Springer; 1994
18. Sullivan MJL, Bishop SR, Pivik J: The Pain Catastrophizing Scale: Development and Validation. *Psychological Assessment* 1995;7:524-32
19. McCracken LM, Zayfert C, Gross RT: The pain anxiety symptoms scale: development and validation of a scale measure fear o pain. *Pain* 1992;5:67-73
20. McCracken LM: Attention to pain in persons with chronic pain: a behavioral approach. *Behavior Therapy* 1997;28:271-84
21. Lautenbacher S, Huber C, Kunz M, Parthum A, Weber PG, Griessinger N, Sittl R: Hypervigilance as predictor of postoperative predictor of postoperative acute pain: Its predictive potency compared with experimental pain sensitivity, cortisol reactivity and affective state. *Clin J Pain* 2009;25:92-100
22. Hautzinger M, Bailer M: *Allgemeine Depressionsskala (ADS)*. Göttingen: Beltz Test; 1993
23. Rief W, Hiller W, Heuser J: *SOMS – Das Screening für somatoforme Störungen (Manual zum Fragebogen)*. Bern: Huber; 1997
24. Lauk L, Glanzmann P, Schaffner P, Spielberger CD: *Das State-Trait-Anst-inventar (STAI)*. Göttingen: Hogrefe; 1981
25. Cleeland CS: The Brief Pain Inventory user guide. Internet: [http://www.manderson.org/education-and-research-departments-programs-and-labs/departments-and-divisions/symptom-research/symptom-assessment-tools/BPI\\_UserGuide.pdf](http://www.manderson.org/education-and-research-departments-programs-and-labs/departments-and-divisions/symptom-research/symptom-assessment-tools/BPI_UserGuide.pdf) (Stand: 27.04.2010)
26. Hohmeister J, Demirkaya S, Zohsel K, Flor H, Hermann C: Responses to pain in school-aged children with experience in a neonatal intensive care unit. *Eur J Pain* 2009;13:94-101
27. Khan RS, Ahmed K, Blakeway E, Skapinakis P, Nihoyannopoulos L, Macleod K, et al: Catastrophizing: a predictive factor for postoperative pain. *Am J Surg* 2011;201:122-31
28. Khan RS, Skapinakis P, Ahmed K, Stefanou DC, Ashrafian H, Darzi A,

- Athanasiou T: The association between preoperative pain catastrophizing and postoperative pain intensity in cardiac surgery patients. *Pain Medicine* 2012;13:820-27
29. Granot M, Ferber SG: The roles of pain catastrophizing and anxiety in the prediction of postoperative pain intensity. *Clin J Pain* 2005;21:439-45
30. Pavlin DJ, Sullivan MJL, Freund PR, Roesen K: Catastrophizing: A risk factor for postsurgical pain. *Clin J Pain* 2005;21:83-90
31. Strulov L, Zimmer EZ, Granot M, Tamir A, Jakobi P, Lowenstein L: Pain catastrophizing, response to experimental heat stimuli and post-cesarean section pain. *J Pain* 2007;8:273-79
32. Edwards RR, Haythornthwaite JA, Smith MT, Klick B, Katz JN: Catastrophizing and depressive symptoms as prospective predictors of outcome following total knee replacement. *Pain Research & Management* 2009;14:307-11
33. Papaioannou M, Skapinakis P, Damigos D, Mavreas V, Broumas G, Palgimesi A: The role of catastrophizing in the prediction of postoperative pain. *Pain Medicine* 2009;10:1452-59
34. Sommer M, Geurts JWJM, Stessl B, Kessels AGH, Peters ML, Patijn J, et al: Prevalence and predictors of postoperative pain after ear, nose and throat surgery. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2009;135:124-30
35. Sommer M, Rijke de JM, Kleef v M, Kessels AGH, Peters ML, Geurts JW, et al: Predictors of postoperative pain after elective surgery. *Clin J Pain* 2010;26:87-94
36. Logan DE, Rose JB: Is postoperative pain a self-fulfilling prophecy? Expectancy effects on postoperative pain and patient-controlled analgesia use among adolescent surgical patients. *J Pediatr Psychol* 2005;30:187-96
37. Sullivan MJL, Thorn B, Keefe FJ, Martin M, Bradley LA, Lefebvre JC: Theoretical perspectives on the relation between catastrophizing and pain. *Clin J Pain* 2001;17:52-64
38. Hagenah U, Herpertz-Dahlmann B: Somatisierungsstörungen bei Kindern und Jugendlichen. *Dt. Ärztebl* 2005;102:A1953-A1959
39. Herman C, Hohmeister J: Schmerz-katastrophisieren bei Kindern und Jugendlichen. *Z Gesund Psychol* 2012; 20:39-50
40. Hagenars MA, Fisch I, Minnen v A: The effect of trauma onset and frequency on PTSD-associated symptoms. *J Affect Disorders* 2011;132:192-99
41. Tripp DA, Stanish WD, Reardon G, Coady C, Sullivan MJL: Comparing postoperative pain experiences of adolescent and adult athlete after anterior cruciate ligament surgery. *J Athlet Train* 2003;38:154-57
42. Ip HYV, Abrishami A, Peng PWH, Wong J, Chung F: Predictors of postoperative pain and analgesic consumption – a qualitative review. *Anesthesiology* 2009;111:657-77.

### Korrespondenz- adresse

**Andreas Parthum**  
**Dipl. Pflege- und  
Gesundheitswissen-  
schaftler**



Berufsfachschule für Gesundheits- und Krankenpflege  
Klinikum am Europakanal  
Am Europakanal 71  
91056 Erlangen, Deutschland  
Tel.: 09131 753-2685  
E-Mail: andreas.parthum@freenet.de