

NARBENHERNIENPRÄVENTION

MIT PROPHYLAKTISCHEM NETZ NACH ELEKTIVER MEDIANER LAPAROTOMIE

In der Literatur wird das Risiko einer Narbenhernienentwicklung nach medianer Laparotomie mit 5-20 % beschrieben⁽¹⁾. Die durch gestörte Kollagenbildung induzierte Entstehung von Narbenhernien basiert auf Risikofaktoren wie Adipositas, Kortisontherapie, Unterernährung, Nikotingenuss und Bindegewebserkrankungen^(2,3).

Eine direkte Assoziation von Hernieninzidenz (z. B. Leistenhernien) und von Gefäßerkrankungen wie dem Aortenaneurysma wird in einigen Literaturstellen beschrieben^(4,5). Nach Operation eines abdominellen Aortenaneurysmas besteht für die Entwicklung einer Narbenhernie auf Basis retro- und prospektiver Studien ein durchschnittliches Risiko von 31,6 % (Tab. 1). Man nimmt an, dass die Kollagensynthese dieser Patienten⁽⁶⁾ beeinträchtigt ist und in der Pathogenese die aneurysmatische Ausweitung der Aorta eine wesentliche Rolle spielt. Die Heilung der Linea alba nach medianer Laparotomie kann durch Bildung eines Kollagens mit reduzierter Festigkeit beeinträchtigt sein. In weiterer Folge besteht die Gefahr der Nahtmigration im schwachem Nahtlager, speziell bei hoher Nahtspannung, mit Komplikation eines postoperativ auftretenden akuten Platzbauches. Im Langzeitverlauf kann diese Komplikation als Narbenhernie enden. Es scheint systemische Biomarker zu geben, die in naher Zukunft das Risiko für Narbenhernien vorhersagen können und einen "Tailored Approach" ermöglichen⁽⁶⁾. Ein weiteres, signifikantes Narbenhernienrisiko findet sich in der Kohorte adipöser Patienten mit einem BMI von ≥ 27 . Studien zeigen für diese Gruppe eine Narbenhernieninzidenz von 22 % nach



12 Monaten^(7,9). Zu berücksichtigen ist in diesem Zusammenhang, dass nur 50 % der Narbenhernien innerhalb des ersten Jahres klinisch apparent werden, während die Langzeit-Inzidenz bei über 30 % liegt.

Die Art und Technik des Verschlusses nach medianer Laparotomie ist zur Vermeidung einer Narbenhernie eines der wesentlichsten Kriterien. Seit den experimentellen und klinischen Publikationen von Israelsson^(8,9,10) besteht wissenschaftlich Evidenz, dass die spezielle Technik des Bauchdeckenverschlusses mit definierter Faden-/

TABELLE 1

Author	Publication in	Year	Patients	Incision	IH	Percentage	Follow up (months)
Stevick CA	Am Surg	1988	27	midline	10	37,0 %	38
Holland AJ	Eur J Vasc Endovasc Surg	1996	87	midline	24	27,6 %	> 24
Adye B	Am J Surg	1998	58	midline	18	31,0 %	36
Musella M	J Am Coll Surg	2001	51	midline	16	31,4 %	48,6
Augestad KM	Tidsskr Nor Laegeforen	2002	140	midline	49	35,0 %	42
Raffetto JD	J Vasc Surg	2003	177	midline	50	28,2 %	32,8
Rodriguez HE	Vasc Endovascular Surg	2004	99	midline	22	22,2 %	36
Fassiadis N	Br J Surg	2005	22	midline	20	90,9 %	50
		Total	661	Incisional Hernias	209	31,6%	

Inzisionslänge zu einer signifikanten Verringerung von Wundinfektion und zur Senkung der Narbenhernieninzidenz führt.

Als weiterer, präventiver Schritt, speziell in Bezug auf risiko-definierte Patientengruppen, ist eine zusätzliche Verstärkung des primären medianen Laparotomieverschlusses mittels Netz-implantation zur Reduktion des Narbenhernienrisikos zu sehen. In zahlreichen Studien konnten deutliche Vorteile des Einsatzes von Kunststoffnetzen wie auch deren Sicherheit im Rahmen des primären Wundverschlusses nach medianer Laparotomie^(12,13,14) gezeigt werden. Eine signifikante Reduktion der Narbenhernieninzidenz ohne Erhöhung des Infektionsrisikos, speziell bei septischen Eingriffen wie zum Beispiel im Rahmen von Stomaanlagen, wurde in dieser Publikation nachgewiesen⁽¹⁵⁾.

VERSCHLUSSTECHNIKEN: GRUNDLAGEN

Einer der wesentlichsten Faktoren in Hinsicht auf eine komplikationslose Narbenbildung im Rahmen des medianen Laparotomieverschlusses stellt die Traumatisierung der Fasziendrücker durch Art der Nadel-Faden-Kombination und den dadurch ausgeübten Zug auf die Nahtlager dar. Folglich ist auf einen dem Gewebe adäquaten Zug zur Adaptation der Fasziendrücker zu achten. Denn jede hohe nahtinduzierte Belastung auf die Gewebebrücken steht in direktem Zusammenhang mit dem Risiko der Entstehung von „button holes“. Diese können konsekutiv in der frühen postoperativen Phase zum gefürchteten Platzbauch oder in weiterer Folge zum Auftreten einer Narbenhernie führen. Die Verringerung des Traumas der Bauchdecke steht daher im Zentrum der Optimierung der chirurgischen Technik wie auch des verwendeten Nahtmaterials. Den biomechanischen Grundsätzen der Bauchdeckenspannung folgend, ist die Verteilung des Nahtzuges auf kleine Gewebebrücken unter Verwendung entsprechender Nadel- und Nahtstärken zur Minimierung des Gewebetraumas der wesentlichste Lösungsansatz. Demzufolge ist die Verwendung von kaliberstarken Nadel-Faden-Systemen, wie die der weit verbreiteten Schlingennaht, kontraproduktiv.

LARGE-BITES-TECHNIK

Die evidenzbasierte Datenlage zum primären Bauchdeckenverschluss war 2010 zum Zeitpunkt der Publikation der INLINE-Metaanalyse von Diener et al.⁽¹⁷⁾ auf hohem Evidenzniveau abgesichert. Danach bestand die Empfehlung eine fortlaufende Nahttechnik im Naht-Wundlängen-Verhältnis von zumindest 4:1 mit monofilem, spät resorbierbarem Nahtmaterial für den primären Laparotomieverschluss anzuwenden. Diese sogenannte Large-Bites-Technik galt lange Zeit als Goldstandard des medianen Bauchdeckenverschlusses. Basierend auf experimentellen Daten und klinischen Studien aus Schweden^(10, 18) wurde jedoch eine neue, das Gewebe geringer traumatisierende Small-Bites- bzw. Short-Stitch-Technik entwickelt.

SMALL-BITES-TECHNIK

Die Grundlage dieser neuen Technik besteht einerseits in der Verringerung der Wundrand- und Stichabstände und der damit

verbundenen erhöhten Faden-Wundlängen-Ratio auf 5:1 sowie in der Verwendung von spät resorbierbarem Nahtmaterial der Stärke 0 oder 2/0 in Kombination mit einer feinkalibrierten Nadel (z. B. MH-1 Nadel, 20 mm Radius). Das ausschließliche Fassen der



NARBENHERNIEN: MIT GEEIGNETEM NAHTMATERIAL UND SMALL BITES VERBESSERUNGEN ERZIELEN

Untersuchungen haben gezeigt, dass die Faszia ein Jahr nach primärer, medianer Laparotomie nur 70 % ihrer ursprünglichen Stärke aufweist⁽¹⁾. Das Monomax®-Nahtmaterial zeigt gegenüber herkömmlichen langfristig reißfesten Nahtmaterialien eine deutlich längere Reißfestigkeit, unterstützt die Bauchdecke physikalisch sechs Monate und bietet somit das Maximum an Funktionalität.

Weitere Vorteile zeigt der Faden durch seine Elastizität. Denn beim Bauchdeckenverschluss kommt es zu sehr starken Belastungen der Nahtreihe, sodass herkömmliche Nahtmaterialien häufig einschneiden. Ein möglicherweise hieraus resultierendes Gewebetrauma kann mitunter ein Auslöser für Bauchwandhernien sein⁽³⁾. Monomax® hingegen fängt die resultierende Spannung in der Faszia nach Laparotomieverschluss auf und ermöglicht ein spannungsarmes Verschließen⁽²⁾.

Für den Verschluss der Bauchdecke empfehlen die Leitlinien der Europäischen Herniengesellschaft die Small-Bites-Technik⁽⁴⁾. Im Vergleich zur herkömmlichen Schlingentechnik wird der Zug auf mehrere kleinere Stiche verteilt. Damit wird das Risiko von Narbenhernien als Folgekomplikation gesenkt. Die STITCH-Studie empfiehlt sogar, dass die Small-Bites-Technik die Standard-Verschlusstechnik für den Mittellinienschnitt werden sollte⁽⁵⁾.

1. Rath AM, Chevrel JP. The healing of laparotomies: review of the literature. *Hernia*. 1998; 2:145-9.
2. van 't Riet M, Steyerberg EW, Nellensteyn J, Bonjer HJ, Jeekel J. Meta-analysis of techniques for closure of midline abdominal incisions. *Br J Surg*. 2002 Nov; 89(11):1350-1356.
3. Höer J, Stumpf M, Rosch R, Klinge U, Schumpelick V. Prevention of incisional hernia. *Chirurg*. 2002 Sep; 73(9):881-887.
4. Muysoms FE, Antoniou SA, Bury K, Campanelli G, Conze J, Cuccurullo D, de Beaux AC, Deerenberg EB, East B, Fortelny RH, Gillion JF, Henriksen NA, Israelsson L, Jairam A, Jänes A, Jeekel J, López-Cano M, Miserez M, Morales-Conde S, Sanders DL, Simons MP, Śmietański M, Venclauskas L, Berrevoet F. European Hernia Society. European Hernia Society guidelines on the closure of abdominal wall incisions. *Hernia*. 2015 Feb; 19(1):1-24.
5. Deerenberg EB, Harlaar JJ, Steyerberg EW, Lont HE, van Doorn HC, Heisterkamp J, Wijnhoven BP, Schouten WR, Cense HA, Stockmann HB, Berends FJ, Dijkhuizen FP, Dwarkasing RS, Jairam AP, van Ramshorst GH, Kleinrensink GJ, Jeekel J, Lange JF. Small bites versus large bites for closure of abdominal midline incisions (STITCH): a double-blind, multicentre, randomised controlled trial. *Lancet*. 2015 Sep 26; 386(10000):1254-1260

Aponeurose (kein Muskelgewebe) in dieser Nahttechnik reduziert zusätzlich das Gewebetrauma. Die Small-Bites-Technik führt zur signifikanten Senkung der Infektionsrate wie auch der Narbenhernieninzidenz im Vergleich zu der Large-Bites-Methode, wie aus der Millbourn-Studie⁽²⁰⁾ zu ersehen ist. Die STITCH-Studie, publiziert von Deerenberg et al.⁽²¹⁾, bestätigte die signifikanten Vorteile der Kurzstichtechnik, jedoch keine Unterschiede der Infektionsrate im direkten Vergleich zur Langstichtechnik. Die kürzlich publizierte MATCH-Metaanalyse⁽²²⁾ mit Inklusion beider Studien ergibt eine signifikante Reduktion des Narbenhernienrisikos für die Kurzstichtechnik ($p = 0.002$; Tab. 2)

NAHTMATERIAL

Die Diskussion des idealen Nahtmaterials für den Bauchdeckenverschluss ist ebenfalls aktuell. Der in der ISSAAC-Studie⁽²³⁾ geführte Vergleich zwischen Nahtmaterialien mit unterschiedlichen Eigenschaften – PDS bzw. MonoPlus[®] versus Monomax[®], einer monofilen, ultraspät resorbierbaren Naht mit hoher Elastizität und Flexibilität – zeigte geringe, jedoch das Signifikanzniveau nicht erreichende Vorteile des neuen Nahtmaterials MonoMax bzgl. der Narbenhernieninzidenz in der Langstichtechnik. Das Monomax[®]-Nahtmaterial mit deutlich verzögerter Resorptionszeit von 270 Tagen kombiniert mit hoher, der Bauchdecken-Compliance entsprechenden Elastizität von über 90 % ermöglicht ein spannungsarmes Verschließen mit synergistischem Effekt auf eine langfristig unterstützte Narbenbildung. Diese Eigenschaften sollten in der Anwendung der Small-Bites-Technik unter Verwendung eines Einzelfadens im Gegensatz zur Schlingennaht der ISSAAC-Studie zusätzliche Verbesserungen bringen. Eine diesem Ansatz folgende randomisiert kontrollierte Multizenterstudie, die ESTOIH-Studie⁽²³⁾ mit dem Vergleich von Kurz- und Langstichtechnik unter Verwendung von Monomax[®] wurde 2014 gestartet und die ersten Ergebnisse sollten 2019 vorliegen.

INDIKATION ZUR PROPHYLAKTISCHEN NETZVERSTÄRKUNG

Die primäre Indikation zur prophylaktischen Netzimplantation im Rahmen des Verschlusses nach primärer elektiver Laparotomie der Mittellinie besteht für zwei Hochrisikogruppen – einerseits für adipöse Patienten mit BMI-Werten von ≥ 27 und andererseits

für Patienten, die einer abdominalen Aortengefäßersatz-Operation unterzogen werden. Eine weitere Patientengruppe wird durch eine anamnestiche Vorbelastung nach erfolgter Hernienoperation definiert.

In der Literatur finden sich zur Verstärkung der medianen Verschlussnaht Studien, vorzugsweise mit Netzverstärkung in onlay-, retro-muskulärer und präperitonealer Position. Die Guidelines der European Hernia Society zum Verschluss von Laparotomien⁽²⁵⁾, publiziert 2015, beinhalten auch die Empfehlung der prophylaktischen Netzverstärkung zum Mittellinienverschluss bei Hochrisikopatienten, allerdings ohne nähere Angabe der Position und Art des Netzes bei fehlender Evidenz. Eine Metaanalyse zur Evidenz von prophylaktischer Netzimplantation im Rahmen des Mittellinienverschlusses wurde von Payne et al.⁽²⁶⁾ unter Einschluss von 8 Studien zur Netzprophylaxe^(11,12,13, 27,28,29,30,31) mit insgesamt 727 Patienten kürzlich publiziert. In dieser Analyse zeigte sich eine signifikante Reduktion der Narbenhernieninzidenz für die Netzgruppe (OR 0.14 (95 % CI 0.07–0.27); Tab. 3). Die Analyse der Subgruppen ergab sowohl für die Sublay- wie auch die Onlay-Gruppe signifikante Vorteile bezüglich der Narbenhernienhäufigkeit im Vergleich zur Nahtgruppe (OR 0.16 (95 % CI 0.07–0.36) und OR 0.11 (95 % CI 0.03–0.45)).

Die postoperative Serombildung nach Netzimplantation fand sich nicht ganz unerwartet signifikant erhöht (RR 1.22, 95 % CI 0.64–2.33, $I^2 = 0$ %; $p = 0.55$). Im Vergleich der Operationszeiten war ebenfalls die Nahtgruppe im Vorteil (SMD 0.24 (95 % CI 0.00–0.48)). Die Komplikationsraten zu Hämatom, Wundinfektion, chronischem Schmerz, Krankenhausaufenthalt und Mortalität blieben ohne signifikante Unterschiede.

Nach der Publikation dieser Metaanalyse wurde eine weitere multizentrale, randomisierte kontrollierte Doppelblindstudie der PRIMA Trial Group zu diesem Thema publiziert⁽³²⁾.

Die dreiarmlige Studie mit prophylaktischer Netzverstärkung in der Onlay- versus retromuskulärer Sublay-Position versus primärem Nahtverschluss (fortlaufende Langstichtechnik mit spät resor-

TABELLE 2

Study	Suture technique Small bites		Suture technique Large bites		Odds Ratio	
	Incisional hernia	Total Number	Incisional hernia	Total Number	Weight	M-H, Random, 95 % CI
Millbourn 2009	14	250	49	272	46.1 %	0.27 (0.15, 0.50)
Deerenberg 2015	35	268	57	277	53.9 %	0.58 (0.37, 0.92)
Total (95 % CI)		518		549	100 %	0.41 (0.19, 0.86)
Total events	49		106			

Heterogeneity: $\tau^2 = 0.22$; $\chi^2 = 3.77$, $df = 1$ ($P=0.05$); $I^2 = 73$ %. Test for overall effect: $Z = 2.35$ ($P=0.02$)

bierbarem Nahtmaterial) wurde mit dem primären Endpunkt der Narbenhernieninzidenz nach einem Follow up von 2 Jahren designt. Insgesamt wurden bei 92 von insgesamt 480 in die Studie eingeschlossenen Patienten nach 2 Jahren der Nachbeobachtung Narbenhernien diagnostiziert. Die Verteilung war mit 30 % der Nahtgruppe, 18 % der Sublay-Gruppe und 13 % der Onlay-Gruppe zugeordnet. Sowohl der Vergleich von Onlay Mesh versus primäre Naht (OR 0.37, 95 % CI 0.20–0.69; p=0.0016), wie auch Sublay Mesh versus primäre Naht (OR 0.55, 0.30–1.00; p=0.05) waren zu Gunsten der Netzprophylaxe signifikant. Die Rate an postoperativen Seromen in der Onlay-Netz-Gruppe war signifikant erhöht im Vergleich zur primären Naht und auch zur Sublay-Netz-Gruppe. Die Wundinfektionsrate war im Gruppenvergleich ohne Signifikanz. Die Analyse der Onlay-Netz-Gruppe auf Infektionsinzidenz bzw. Reeingriffsrate blieb ebenfalls ohne signifikante Unterschiede.

In der Zusammenschau der letzten Datenanalyse publizierter Studien⁽²⁶⁾ und auf Basis der Ergebnisse dieser aktuellen PRIMA-Studie scheint die prophylaktische Netzverstärkung bei Risikopatienten, vorzugsweise in der Onlay-Position, empfohlen werden zu können.

INITIALE PRÄPARATION DER LINEA ALBA

Vor Inzision der Linea alba muss diese exakt, möglichst befreit von subkutanem Fett, je nach vorgesehener Netzverstärkung – im Falle der retromuskulären jeweils ≥ 1 cm bilateral sowie kranial und kaudal (allseitig) der geplanten medianen Inzisionslinie – im Falle

der Onlay-Netzplastik entsprechend ≥ 3 cm dargestellt werden. Die komplette Lösung des Nabels von der Aponeurose ist ebenfalls in Hinblick auf einen exakten medianen Verschluss erforderlich. Nur durch diesen initialen präparatorischen Schritt wird eine präzise mediane Durchtrennung der kreuzenden Fasern der aponeurotischen Züge der Linea alba möglich und eine häufig bestehende Nabellücke von wenigen Millimeter in die Inzision einbezogen.

OPERATIONSVERFAHREN: ONLAY-NETZ

Nach Präparation der Linea alba bzw. der Aponeurose (allseitig ≥ 3 cm) und durchgeführter Operation wird die Inzision vorzugsweise in Small-Bites-Technik unter Beachtung der jeweils entsprechenden Stichabstände und Nahtspannung in fortlaufender Technik mit monofilem, spät resorbierbarem Nahtmaterial verschlossen. Abschließend wird der Inzisionsverschluss mit einem großporigen (≥ 1 mm Durchmesser), permanent synthetischen Netz (Polypropylen, Polyester oder Polyvinylidenfluorid) unter Beachtung einer allseitigen Überlappung von ≥ 3 cm verstärkt. Die Fixation des Netzes kann mittels resorbierbarer Einzelknopfnähte der Stärke 2/0 und 3/0 oder alternativ mit einer Klebefixation (resorbierbar, z. B. Fibrinkleber) erfolgen. Optional kann eine epifasziale Redondrainage zur Seromprophylaxe gelegt werden.

SUBLAY-NETZ

Initial wird vor der geplanten Inzision die Linea alba in einem Ausmaß von ≥ 1 cm allseitig präpariert. Die Dissektion der Bauchdecke muss mit selektiver Darstellung des hinteren Blattes der Rektusscheide zur Vorbereitung des Im-

TABELLE 3

Study/Year	Primary Mesh Augmentation		Primary Suture		Risk Ratio	
	Incisional hernia	Total Number	Incisional hernia	Total Number	Weight in %	M-H, Random, 95 % CI
Gutierrez de la Pena 2003	0	44	5	44	6.3	0.09 (0.01, 2.32)
Strzelczyk 2006	0	36	8	38	6.5	0.06 (0.00, 1.04)
El-Khadrawy 2009	1	20	3	20	10.9	0.33 (0.04, 2.94)
Bevis 2010	5	37	16	43	63.4	0.36 (0.15, 0.90)
Abo-Ryia 2013	1	32	9	32	12.8	0.11 (0.01, 0.83)
Caro-Tarrago 2014	2	80	30	80	16.4	0.04 (0.01, 0.19)
Garcia-Urena 2015	6	53	17	54	27.8	0.28 (0.10, 0.77)
Muysoms 2016	0	56	16	58	5.2	0.02 (0.00, 0.39)
Total (95 % CI)		360		367	100 %	0.14 (0.07, 0.27)
Total events	15		104			

Heterogeneity: Tau² = 0.15; Chi² = 8.33, df = 7(P=0.30); I² = 16 %. Test for overall effect: Z = 5.80 (P<0.00001)

plantatlagers – inklusive „fatty triangle“ im subxyphoidalen bzw. retropubischen Bereich – durchgeführt werden. Der Verschluss des hinteren Blattes der Rektusscheide bzw. des Peritoneums erfolgt in fortlaufender Technik mit resorbierbarem Nahtmaterial. Ein großporiges (≥ 1 mm Porengröße), synthetisches Netz (Polypropylen, Polyester oder Polyvinylidenfluorid) mit mindestens 6 cm Breite und einer allseitigen Überlappung von ≥ 3 cm wird mit resorbierbarem Nahtmaterial in Einzelknopftechnik in der Stärke von 3/0 oder mittels Klebtechnik fixiert. Zum finalen Inzisionsverschluss sollte vorzugsweise die Small-Bites-Technik gewählt werden. Die Diskussion bezüglich der Verwendung von „Synthetic long-term absorbable Mesh“-Varianten zur Netzprophylaxe ist verfrüht, da bis dato noch keine ausreichende Evidenz vorhanden ist.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Narbenhernienprävention nach elektiver Mittellinienlaparotomie bei Risikopatienten ist multifaktoriell zu sehen. Beginnend mit einer exakt mittig geführten Inzision der Linea alba nach fettfreier Darstellung der Aponeurose ist vorzugsweise die Kurzstichtchnik zum finalen Faszienschluss mit spät resorbierbarem, elastischen Nahtmaterial gefolgt von einer prophylaktischen Netzverstärkung in der Onlay-Position – basierend auf neuester Evidenz – zu favorisieren.

KORRESPONDENZ

Univ.-Prof. Dr. René H. Fortelny
Abteilung für Allgemein-, Viszeral- und Tumorchirurgie
Wilhelminenspital, Wien, Österreich
E-Mail: dr.fortelny@gmail.com

- van't Riet M, Steyerberg EW, Nellensteyn J et al. Meta-analysis of techniques for closure of midline abdominal incisions. *Br J Surg*. 2002; 89(11):1350-1356.
- Sauerland S, Korenkov M, Kleinen T et al. Obesity is a risk factor for recurrence after incisional hernia repair. *Hernia*. 2004; 8(1): 42-46.
- Langer C, Schaper A, Liersch T et al. Prognosis factors in incisional hernia surgery: 25 years of experience. *Hernia* 2005; 9(1): 16-21.
- Pleumeekers HJ, De Grijji A, Hofman A et al. Prevalence of aortic aneurysm in men with a history of inguinal hernia repair. *Br J Surg* 1999; 86(9):1155-1158.
- Raffetto JD, Cheung Y, Fisher JB et al. Incision and abdominal wall hernias in patients with aneurysm or occlusive aortic disease. *J Vasc Surg* 2003; 37(6): 1150-1154.
- Henriksen NA. Systemic and local collagen turnover in hernia patients. *Dan Med J*. 2016 Jul;63(7). pii: B5265. Review. PubMed PMID: 27399987.
- Sugerman HJ, Kellum JM, Jr, Reines HD, et al. Greater risk of incisional hernia with morbidly obese than steroid-dependent patients and low recurrence with prefascial polypropylene mesh. *Am J Surg* 1996; 171(1): 80-84 Sugerman HJ, Kellum JM, Jr, Reines HD, et al. Greater risk of incisional hernia with morbidly obese than steroid-dependent patients and low recurrence with prefascial polypropylene mesh. *Am J Surg* 1996; 171(1): 80-84.
- Israelsson LA, Jonsson T. Suture length to wound length ratio and healing of midline laparotomy incisions. *Br J Surg*. 1993 Oct;80(10): 1284-1286.
- Israelsson LA, Jonsson T. Overweight and healing of midline incisions: the importance of suture technique. *Eur J Surg* 1997; 163(3): 175-180.
- Cengiz Y, Blomquist P, Israelsson LA. Small tissue bites and wound strength: an experimental study. *Arch Surg*. 2001 Mar;136(3):272-275.
- Strzelczyk J, Czupryniak L, Loba J et al. The use of polypropylene mesh in midline incision closure following gastric by-pass surgery reduces the risk of postoperative hernia. *Langenbecks Arch Surg* 2002; 387(7-8): 294-7.
- Gutierrez de la Pena C, Medina Achirica C, Dominguez-Adame E et al. Primary closure of laparotomies with high risk of incisional hernia using prosthetic material: analysis of usefulness. *Hernia* 2003; 7(3): 134-136.
- El-Khadrawy OH, Moussa G, Mansour O et al. Prophylactic prosthetic reinforcement of midline abdominal incisions in high-risk patients. *Hernia*. 2009 Jun;13(3): 267-274.
- Curro G, Centorino T, Musolino C et al. Incisional hernia prophylaxis in morbidly obese patients undergoing biliopancreatic diversion. *Obes Surg*. 2011 Oct;21(10): 1559-1163.
- Tam KW, Wei PL, Kuo LJ, Wu CH. Systematic review of the use of a mesh to prevent parastomal hernia. *World J Surg*. 2010 Nov;34(11): 2723-2729.
- Seiler CM, Bruckner T, Diener MK et al. Interrupted or continuous slowly absorbable sutures for closure of primary elective midline abdominal incisions: a multicenter randomized trial (INSECT: ISRCTN24023541). *Ann Surg*. 2009 Apr;249(4): 576-582.
- Diener MK, Voss S, Jensen K, Büchler MW, Seiler CM. Elective midline laparotomy closure: the INLINE systematic review and meta-analysis. *Ann Surg*. 2010 May;251(5):843-856.
- Albertsmeier M, Seiler CM, Fischer L, Baumann P, Hüsing J, Seidlmayer C, Franck A, Jauch KW, Knaebel HP, Büchler MW. Evaluation of the safety and efficacy of MonoMax® suture material for abdominal wall closure after primary midline laparotomy – a controlled prospective multicentre trial: ISSAAC [NCT005725079]. *Langenbecks Arch Surg*. 2012 Mar;397(3):363-371.
- Israelsson LA, Millbourn D. Prevention of incisional hernias: how to close a midline incision. *Surg Clin North Am*. 2013 Oct;93(5):1027-40. doi: 10.1016/j.suc.2013.06.009. Review. PubMed PMID: 24035074.
- Millbourn D, Cengiz Y, Israelsson LA. Effect of stitch length on wound complications after closure of midline incisions: a randomized controlled trial. *Arch Surg*. 2009 Nov;144(11): 1056-1059.
- Deerenberg EB, Harlaar JJ, Steyerberg EW et al. Small bites versus large bites for closure of abdominal midline incisions (STITCH): a double-blind, multicentre, randomised controlled trial. *Lancet*. 2015 Sep 26;386(10000):1254-1256.
- Henriksen NA, Deerenberg EB, Venclauskas L, Fortelny RH, Miserez M, Muysoms FE. Meta-analysis on Materials and Techniques for Laparotomy Closure: The MATCH Review. *World J Surg*. 2018 Jan 10. doi: 10.1007/s00268-017-4393-9. [Epub ahead of print] Review. PubMed PMID: 29322212.
- Albertsmeier M, Seiler CM, Fischer L, et al (2012) Evaluation of the safety and efficacy of Monomax® suture material for abdominal wall closure after primary midline laparotomy – a controlled prospective multicentre trial. ISSAAC [NCT005725079]. *Langenbecks Arch Surg* 397: 363-371.
- Fortelny RH, Baumann P, Thasler WE, et al. Effect of suture technique on the occurrence of incisional hernia after elective midline abdominal wall closure: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*. 2015;16:52. doi:10.1186/s13063-015-0572-x.
- Muysoms FE, Antoniou SA, Bury K, Campanelli G, Conze J, Cuccurullo D, de Beaux AC, Deerenberg EB, East B, Fortelny RH, Gillion JF, Henriksen NA, Israelsson L, Jairam A, Jänes A, Jeekel J, López-Cano M, Miserez M, Morales-Conde S, Sanders DL, Simons MP, Śmietański M, Venclauskas L, Berrevoet F; European Hernia Society. European Hernia Society guidelines on the closure of abdominal wall incisions. *Hernia*. 2015 Feb;19(1):1-24. doi: 10.1007/s10029-014-1342-5. Epub 2015 Jan 25. PubMed PMID: 25618025.
- Payne R, Aldwinckle J, Ward S. Meta-analysis of randomised trials comparing the use of prophylactic mesh to standard midline closure in the reduction of incisional herniae. *Hernia*. 2017 Dec;21(6):843-853. doi: 10.1007/s10029-017-1653-4. Epub 2017 Sep 1. Review. PubMed PMID: 28864937.
- Bevis PM, Windhaber RA, Lear PA, Poskitt KR, Earnshaw JJ, Mitchell DC. Randomized clinical trial of mesh versus sutured wound closure after open abdominal aortic aneurysm surgery. *Br J Surg*. 2010 Oct;97(10):1497-1502. doi: 10.1002/bjs.7137. PubMed PMID: 20603858.
- Abo-Ryia MH, El-Khadrawy OH, Abd-Allah HS. Prophylactic preperitoneal mesh placement in open bariatric surgery: a guard against incisional hernia development. *Obes Surg* 2013; 23: 1571-1574. doi: 10.1007/s11695-013-0915-1. PubMed PMID: 23512444.
- Muysoms FE, Detry O, Vierendeels T, Huyghe M, Miserez M, Ruppert M, Tollens T, Defraigne JO, Berrevoet F. Prevention of Incisional Hernias by Prophylactic Mesh-augmented Reinforcement of Midline Laparotomies for Abdominal Aortic Aneurysm Treatment: A Randomized Controlled Trial. *Ann Surg*. 2016 Apr;263(4):638-645. doi: 10.1097/SLA.0000000000001369. PubMed PMID: 26943336.
- Caro-Tarrago A, Olona Casas C, Jimenez Salido A, Duque Guilera E, Moreno Fernandez F, Vicente Guillen V. Prevention of incisional hernia in midline laparotomy with an onlay mesh: a randomized clinical trial. *World J Surg*. 2014 Sep;38(9):2223-2230. doi: 10.1007/s00268-014-2510-6. PubMed PMID: 24663481.
- García-Ureña MA, López-Monclús J, Hernando LA, Montes DM, Valle de Lersundi AR, Pavón CC, Ceinos CJ, Quindós PL. Randomized controlled trial of the use of a large-pore polypropylene mesh to prevent incisional hernia in colorectal surgery. *Ann Surg*. 2015 May;261(5):876-881. doi: 10.1097/SLA.0000000000001116. PubMed PMID: 25575254.
- Jairam AP, Timmermans L, Eker HH, Pierik REGJM, van Klaveren D, Steyerberg EW, Timman R, van der Ham AC, Dawson I, Charbon JA, Schuhmacher C, Mihajlic A, Izbicki JR, Fikatas P, Knebel P, Fortelny RH, Kleinrensink GJ, Lange JF, Jeekel HJ; PRIMA Trialist Group. Prevention of incisional hernia with prophylactic onlay and sublay mesh reinforcement versus primary suture only in midline laparotomies (PRIMA): 2-year follow-up of a multicentre, double-blind, randomised controlled trial. *Lancet*. 2017 Aug 5;390(10094):567-576. doi: 10.1016/S0140-6736(17)31332-31336. Epub 2017 Jun 20. PubMed PMID: 28641875.

AESCULAP® – a B. Braun brand

Aesculap AG | Am Aesculap-Platz | 78532 Tuttlingen | Germany
Phone +49 7461 95-0 | Fax +49 7461 95-2600 | www.aesculap.com