

Originalien

Orthopäde 2013 · 42:948–956
 DOI 10.1007/s00132-013-2173-2
 Online publiziert: 30. August 2013
 © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013

A. Barg^{1,2} · S.W. Schneider³ · G. Pagenstert¹ · B. Hintermann⁴ · V. Valderrabano¹

¹ Orthopädische Universitätsklinik Basel, Universitätsspital Basel, Schweiz

² Harold K. Dunn Forschungslabor, Orthopädische Universitätsklinik, Universität von Utah, Salt Lake City, USA

³ Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie, Universitätsmedizin Mannheim, Medizinische Fakultät der Universität Heidelberg, Mannheim

⁴ Klinik für Orthopädie und Traumatologie des Bewegungsapparates, Kantonsspital Baselland, Liestal, Schweiz

Thrombembolische Komplikationen nach Sprunggelenkprothesenimplantation

Hintergrund und Fragestellung

Der endoprothetischer Ersatz des oberen Sprunggelenks (OSG) gewinnt immer mehr an Bedeutung als nicht gelenkerhaltende chirurgische Maßnahme bei fortgeschrittenen degenerativen Veränderungen am OSG [31, 32, 40, 53]. Saltzman et al. [70] publizierten die ersten Resultate einer prospektiven vergleichenden Studie mit OSG-Arthrodese und endoprothetischem Ersatz des OSG und zeigten, dass Patienten mit OSG-Prothese postoperativ weniger Schmerzen und bessere funktionelle Resultate bei vergleichbarer postoperativer Komplikationsrate hatten.

Die postoperative Thrombose und Embolie gehören zu den häufigsten postoperativen Komplikationen nach endoprothetischem Ersatz des Hüft- und Kniegelenks [26, 27, 44, 65]. Die Inzidenz der postoperativen Thrombose kann bis zu 70% nach Hüft- oder Kniegelenkprothesenimplantation ohne Thrombembolieprophylaxe betragen [46, 47]. In den meisten Übersichtsarbeiten über den endoprothetischen Ersatz des OSG werden die postoperative Thrombose und Embolie als mögliche postoperative Komplikationen erwähnt [15, 38, 53, 80]. Es gibt jedoch spärliche Literaturangaben bzgl. der genauen Inzidenz thrombembolischer Komplikationen nach endoprothetischem Ersatz des OSG. Außerdem bleibt es nicht unumstritten, ob die Patienten mit der

OSG-Prothese eine peri- und postoperative Thrombembolieprophylaxe erhalten sollten [18, 59, 60, 75, 76].

Ziel dieser Arbeit ist daher, die Literaturreview bzgl. Thrombembolieprophylaxe und Inzidenz der postoperativen Thrombose/Embolie nach endoprothetischem Ersatz des OSG durchzuführen. Des Weiteren wird die Inzidenz thrombembolischer Komplikationen und deren Risikofaktoren in unserem Patientenkollektiv evaluiert und analysiert.

Methoden

Literatursuche

Wir durchsuchten die publizierte Literatur, welche die klinischen Resultate nach OSG-Endoprothese darstellt, an Hand der medizinischen Datenbanken MEDLINE®, Cochrane, Embase™, CINAHL®, ScienceDirect®, und SpringerLink ohne Begrenzung des Zeitraums. Primär wurden folgende Suchbegriffe verwendet:

- „total ankle replacement“,
- „total ankle arthroplasty“,
- „ankle replacement“,
- „ankle arthroplasty“ und
- „ankle prosthesis“.

Im Anschluss wurden sekundäre Suchbegriffe mit einer „UND“-Verknüpfung verbunden:

- „thrombosis“,

- „pulmonary embolism“ und
- „thromboprophylaxis“.

Beschränkungen bei der Publikations-sprache wurden nicht gemacht, alle relevanten Artikel waren in den Autoren geläufigen Sprachen verfasst (Englisch, Deutsch, Französisch). Es wurden außerdem die elektronischen Verzeichnisse folgender Zeitschriften nach den oben erwähnten Suchbegriffen durchsucht:

Foot and Ankle International,
Journal of Bone and Joint Surgery (American and British Volumes),
Clinical Orthopaedics and Related Research,

Foot Ankle Clinics of North America,
Journal of Foot and Ankle Surgery und
Der Orthopäde.

Zusätzlich wurden die Literaturangaben der gefundenen Originalarbeiten und Übersichtsartikel nach weiteren Studien durchgesehen. Die Verzeichnisse der identifizierten Artikel wurden nach noch nicht erfasster Literatur überprüft. Reviewartikel wurden verwendet, um weitere mögliche Literatur zu identifizieren.

Studienauswahl

Aus der ursprünglichen Gesamtartikelmenge wurden nach 2-facher Durchsicht der Arbeiten durch 2 Personen diejenigen ausgewählt, die folgenden Angaben aufgeführt haben:

- Methode der Thrombembolieprophylaxe,
- Dauer der Thrombembolieprophylaxe und/oder
- Dokumentation einer Thrombose/Embolie als postoperative Komplikation.

Bei den ausgewählten Studien wurden zusätzlich folgende Parameter erhoben:

- Methode der Datenerhebung (prospektiv vs. retrospektiv),
- Studientyp (Multicenter vs. Single-center vs. Kasuistik),
- Anzahl von Patienten/operierten Sprunggelenken und
- verwendete Sprunggelenkprothese.

Patienten

Es wurden 918 Patienten untersucht, welche im Zeitraum 05/2000–12/2009 aufgrund einer fortgeschrittenen OSG-Arthrose einen endoprothetischen Ersatz (HINTEGRA OSG-Prothese, Newdeal SA, Lyon, France/Integra, Plainsboro, NJ, US) erhalten haben (■ **Abb. 1**). Eine Übersicht über die Patientendemographie zeigt ■ **Tab. 1**. Insgesamt wurden 964 Arthroplastiken des OSG durchgeführt. Bei 28 von 46 Patienten mit beidseitigem endoprothetischem OSG-Ersatz wurde der Eingriff simultan während einer Narkose durchgeführt [5, 7]. In allen Fällen wurde die übliche, standardisierte Operationstechnik in Blutsperrung verwendet [6, 35]. Postoperativ erfolgte die Mobilisation der operierten unteren Extremität in einem stabilen orthopädischen Stiefel (VACOPED, OPED AG, Cham, Schweiz) oder in einem Unterschenkelgipsverband (3M Scotchcast Plus, 3M AG, Rüslikon, Schweiz) für 6 Wochen. In den meisten Fällen war Vollbelastung erlaubt. Patienten mit einer gleichzeitig durchgeführten supramalleolären Korrekturosteotomie und/oder Patienten mit einer allgemein reduzierten Knochenqualität wurden angehalten, mit 15 kg Teilbelastung unter Zuhilfenahme zweier Unterarmgehstützen zu mobilisieren. Bei allen Patienten wurde die Thrombembolieprophylaxe mit einer s.c.-Injektion eines niedermolekularen Heparins (Fragmin 5000 IE, Dalteparin, Pfizer AG, Zürich, Schweiz). Die Thrombembolieprophylaxe wurde in der

Orthopäde 2013 · 42:948–956 DOI 10.1007/s00132-013-2173-2
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013

A. Barg · S.W. Schneider · G. Pagenstert · B. Hintermann · V. Valderrabano
Thrombembolische Komplikationen nach Sprunggelenkprothesenimplantation

Zusammenfassung

Einleitung. Der endoprothetische Ersatz des oberen Sprunggelenks (OSG) wird zunehmend als therapeutische Option bei Patienten mit fortgeschrittenen degenerativen Veränderungen des OSG angewendet. Es gibt jedoch wenige Angaben in der aktuellen Literatur über die Inzidenz der thrombembolischen Komplikationen. Aus diesem Grund haben wir eine Literaturreview mit folgenden Fragestellungen durchgeführt: Thrombembolieprophylaxe und Inzidenz der postoperativen Thrombose/Embolie nach endoprothetischem Ersatz des OSG. Außerdem haben wir die Inzidenz thrombembolischer Komplikationen in unserem Patientenkollektiv evaluiert.

Methoden. Die systematische Literaturreview wurde unter Verwendung von gängigen Datenbanken der medizinischen Literatur durchgeführt. Folgende Angaben wurden berücksichtigt: Methode und Dauer der Thrombembolieprophylaxe und Dokumentation einer Thrombose/Embolie als postoperative Komplikation. Die Inzidenz thrombembolischer Komplikationen wurde in unserem Patientenkollektiv mit 964 Prothesen des OSG evaluiert.

Ergebnisse. Insgesamt wurden 21 klinische Studien für die systemische Literaturreview eingeschlossen. Die Inzidenz thrombembolischer Komplikationen lag zwischen 0,0 und 4,8%. Die Inzidenz der symptomatischen tiefen Beinvenenthrombose betrug in unserem Patientenkollektiv 3,4%. Es wurden keine Lungenembolien diagnostiziert. Alle Patienten erhielten niedermolekulares Heparin (Dalteparin) als Thrombembolieprophylaxe. **Schlussfolgerung.** Die Inzidenz der thrombembolischen Komplikationen in unserem Patientenkollektiv war vergleichbar mit der Inzidenz von Patienten mit endoprothetischem Ersatz des Knie- oder Hüftgelenks oder einer Arthrodesse des OSG. Wir empfehlen die Thrombembolieprophylaxe mit einem niedermolekularen Heparin nach endoprothetischem Ersatz des OSG.

Schlüsselwörter

Oberes Sprunggelenk · Sprunggelenkprothese · Thrombose/Lungenembolie · Thrombembolieprophylaxe · Risikofaktoren für Thrombose/Embolie

Thromboembolic complications following ankle prosthesis implantation

Abstract

Background. Total ankle replacement is becoming an increasingly used treatment for patients with degenerative arthritis of the ankle; however, there is limited literature available addressing the incidence of thromboembolic complications after total ankle replacement. Therefore, we performed a systematic literature review addressing thrombosis prophylaxis and incidence of thromboembolic complications after total ankle replacement. Furthermore, we evaluated the incidence of thromboembolic complications in our clinic.

Methods. A systemic literature review was performed using established medical literature data bases. The following information was retrieved from the literature: thrombosis prophylaxis and duration and deep vein thrombosis/pulmonary embolism as postoperative complication. The incidence of thromboembolic complications was evaluated in our patient cohort including 964 total ankle replacement procedures.

Results. A total of 21 clinical studies were included in the systematic literature review. The range of incidence of thromboembolic complications was between 0.0 % and 4.8%. In our patient cohort the incidence of symptomatic deep vein thrombosis was 3.4%. There were no cases of pulmonary embolism. All patients received low molecular weight heparin prophylaxis.

Conclusion. The incidence of thromboembolic complications in our patient cohort was comparable to that of symptomatic deep vein thrombosis in patients undergoing total knee or hip replacement or ankle fusion. We suggest the prophylactic use of low molecular weight heparin for patients after total ankle replacement.

Keywords

Tibiotalar joint · Total ankle replacement · Thrombosis/pulmonary embolism · Thromboembolism, prophylaxis · Risk factors for thromboembolic events

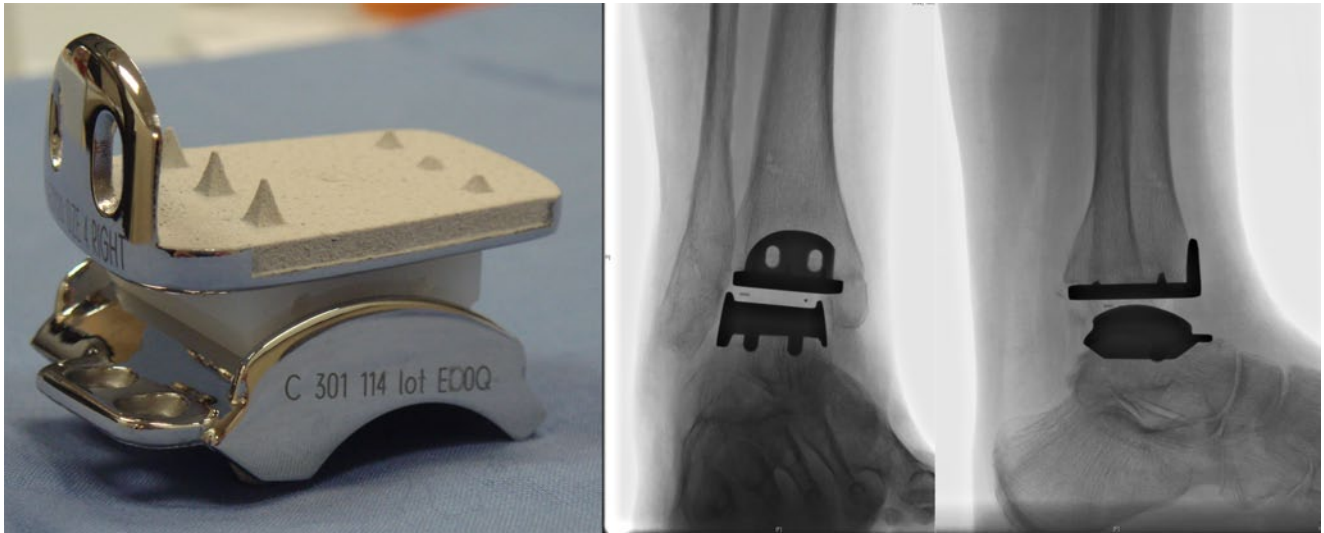


Abb. 1 ▲ HINTEGRA-Sprunggelenkprothese

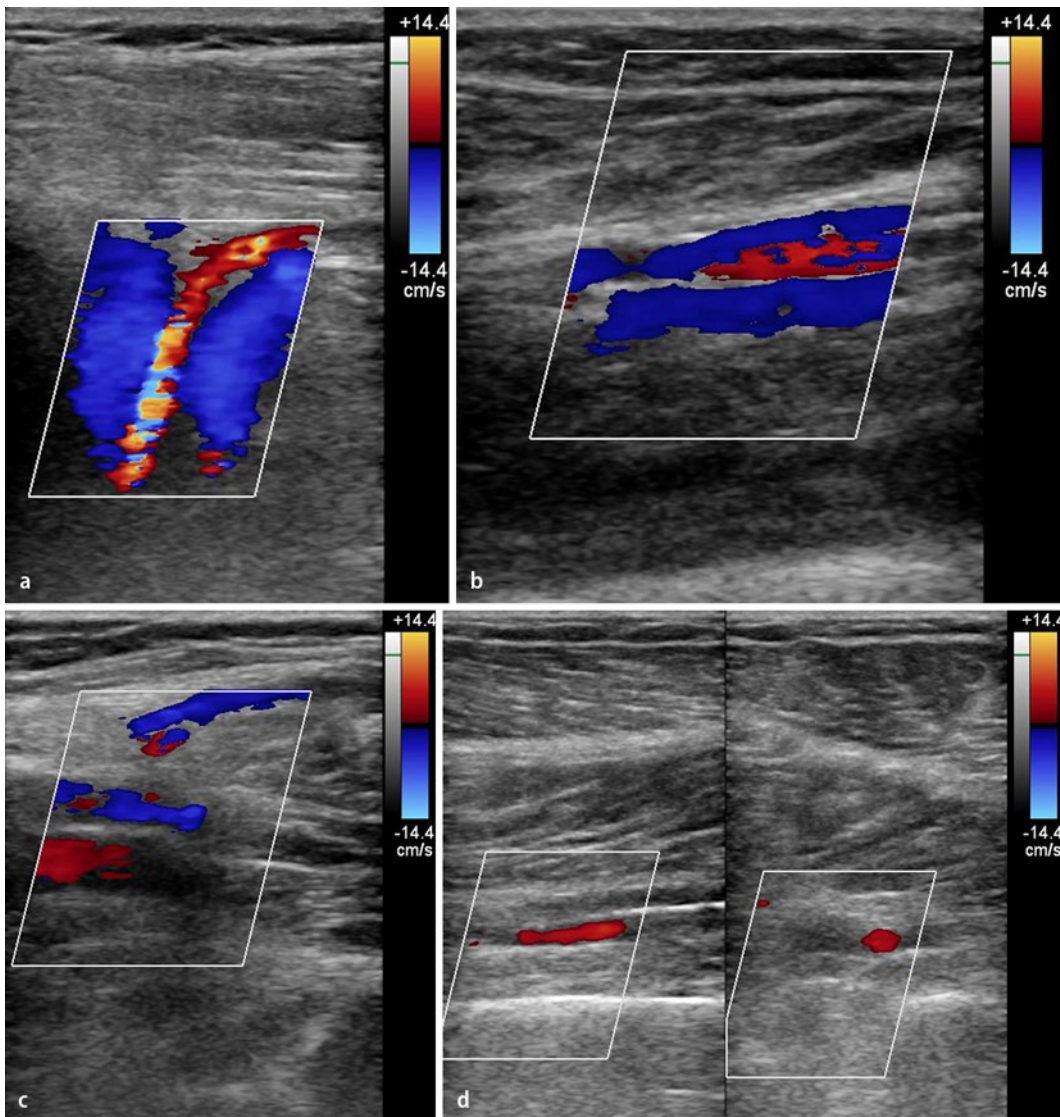


Abb. 2 ◀ 51-jähriger Patient mit tiefer Beinvenenthrombose der peronealen Venengruppe links 9 Tage nach dem endoprothetischen Ersatz des oberen Sprunggelenks. Doppelsonographische Darstellung der Vv. tibialis anterior (a), tibialis posterior (b) und poplitea (c), jeweils frei durchgängig, komprimierbar und mit regelrechtem Flussphänomen. d Fehlende Flusssignale und Komprimierbarkeit der peronealen Venengruppe (links quere Darstellung, rechts längliche Darstellung), hier eine deutliche Druckdolenz

Tab. 1 Patientendemographie	
Patienten (OSG)	918 (964)
Mittleres Alter in Jahren (Range)	62,8 (19,8–90,0)
Geschlecht (m: w)	485:433
Seite (rechts: links)	501:463
Mittlerer BMI in kg/m ² (Range)	26,4 (15,2–40,3)
Ätiologie der OSG-Arthrose (%)	
– Posttraumatische Arthrose	772 (80,1%)
– Primäre Arthrose	101 (10,5%)
– Sekundäre Arthrose	91 (9,4%)
ASA-Klassifikation	
– ASA 1	712 (77,6%)
– ASA 2	192 (20,9%)
– ASA 3	14 (1,5%)
– ASA 4	–
OSG oberes Sprunggelenk, BMI Body Mass Index, berechnet aus dem Körpergewicht in kg geteilt durch das Quadrat der Körpergröße in Metern, ASA American Society of Anesthesiologists [13].	

Regel 12 h vor dem chirurgischen Eingriff gestartet und insgesamt 6 Wochen lang durchgeführt.

Bei Patienten mit klinischem Verdacht auf eine Beinvenenthrombose wurde der Wells-Score zur Bestimmung der klinischen Wahrscheinlichkeit einer Venenthrombose verwendet [86]. Bei einem Wells-Score von mehr als 1 wurde die dopplersonographische Untersuchung von einem erfahrenen Facharzt für Radiologie durchgeführt [74]. Die klinischen Symptome eines Verdachts auf eine Beinvenenthrombose beinhalteten [27, 58]:

- Kompressionsschmerz im Verlauf der Venen der unteren Extremität,
- schmerzhafte Schwellung im Bereich des Ober- und/oder des Unterschenkels,
- livide Verfärbung der betroffenen Extremität und
- zunehmendes Ödem in der unteren Extremität.

Der sonographische Befund wurde als negativ eingestuft, wenn

- ein normaler Blutfluss in den Femoral-, Popliteal-, Tibial- und Peronealvenen festgestellt wurde;
- das Gefäßlumen komplett komprimiert werden konnte und
- das Gefäßlumen komplett farblich mit dem Doppler dargestellt werden konnte.

Bei unklaren Befunden wurde eine Phlebographie durchgeführt [64].

Ergebnisse

Eingeschlossene Studien

Gemäß den oben angeführten Selektionskriterien konnten 21 Studien ausgewertet werden (■ Tab. 2), welche zwischen 1977 und 2012 publiziert wurden. Sechs Studien (28,6%) waren prospektive Untersuchungen, 14 von 21 Studien (66,7%) waren retrospektiv. Bei einer Publikation (4,8%) handelte es sich um eine Kasuistik mit einem Patienten. Zwei der eingeschlossenen Arbeiten (9,5%) wurden als Evidenzlevel II, eine Arbeit (4,8%) als Evidenzlevel III, 17 (81,0%) als Evidenzlevel IV und eine Kasuistik (4,8%) als Evidenzlevel V eingestuft. Die meisten Studien (19 von 21, 90,5%) waren unizentrisch, 2 von 21 Studien (7,1%) waren multizentrisch angelegt. Abgesehen von der einen Kasuistikpublikation variierte die Anzahl der operierten Sprunggelenke zwischen 10 und 240 (Medianwert 50 Sprunggelenke). In den meisten Studien (18 von 21, 85,7%) wurden Dreikomponenten-OSG-Prothesentypen verwendet: STAR (n=10), HINTEGRA (n=2), AES (n=2), Buechel-Pappas (n=1), Mobility (n=1), in einer Studie wurden 2 Prothesentypen verwendet (STAR und Buechel-Pappas), in einer anderen Studie wurde eine speziell angefertigte Prothese verwendet. In insgesamt 3 Studien wurden Zweikomponenten-OSG-Prothesentypen verwendet (Agility, n=2), in einer Studie wurden 2 unterschiedliche Zweikomponenten-

prothesentypen verwendet (Howmedica und Smith). In 11 von 21 Studien wurde der Eingriff (endoprothetischer Ersatz des OSG) in Blutsperre durchgeführt. In den anderen 10 Studien wurden keine Angaben darüber gemacht.

Thrombembolieprophylaxe

In 14 von 21 Studien (66,7%) wurden Angaben zur Thrombembolieprophylaxe gemacht. In allen Studien wurde niedermolekulares Heparin subkutan verabreicht. In 5 von 14 Studien mit Angaben zur Thrombembolieprophylaxe wurde zwar erwähnt, dass diese durchgeführt wurde, Angaben zur Dauer der Thrombembolieprophylaxe wurden jedoch nicht gemacht. Angaben zur Dosierung im Sinne von Hochrisiko- oder Niedrigrisikoprophylaxe wurden ebenfalls nicht gemacht. In den meisten Fällen (7 Studien) betrug die Dauer Thrombembolieprophylaxe 6 Wochen. In 2 Studien wurde niedermolekulares Heparin für 4 Wochen postoperativ verabreicht.

Inzidenz thrombembolischer Komplikationen

In 15 von 21 Studien (71,4%) wurden Angaben über thrombembolische Komplikationen (tiefe Beinvenenthrombose, Lungenembolie) dokumentiert, worunter in 9 Studien (42,9%) keine Komplikationen laut Angabe der Autoren aufgetreten sind. Die Inzidenz thrombembolischer Komplikationen variierte zwischen 0,0 und 4,8% (Medianwert 0,0%). Meistens handelte es sich um tiefe Beinvenenthrombosen, nur in einem Fall wurde eine Beinvenenthrombose mit Lungenembolie diagnostiziert.

Thrombembolische Komplikationen in unserem Patientenkollektiv

Von den 918 Patienten (485 Männer, 52,8% und 433 Frauen, 47,2%) mit 964 Arthroplastiken des OSG hatten 31 (3,4%) eine symptomatische Beinvenenthrombose. In unserem Patientenkollektiv wurde keine Embolie beobachtet. Bei Patienten ohne klinische Symptomatik wurde keine weitere Diagnostik veranlasst, es han-

Tab. 2 Eingeschlossene klinische Studien von Patienten mit endoprothetischem Ersatz des oberen Sprunggelenks

Autoren, Jahr	Studien- design	Evi- denzle- vel	Patienten- anzahl (OSG)	OSG-Prothe- sentyp (n)	Blutsperre/ Leere	Thrombembolieprophylaxe	Thrombose/ Embolie
Bardelli u. Scoc- cianti 2006 [3]	RS, UZ	IV	24 (24)	STAR (24)	k.A.	Niedermolekulares Heparin 1× tgl. postoperativ (Dauer der Prophylaxe wird nicht angegeben)	0/0
Besse et al. 2009 [8]	PS, UZ	IV	47 (50)	AES (50)	k.A.	k.A.	1/0
Dhawan et al. 2012 [17]	RS, UZ	IV	29 (30)	Buechel-Pappas (30)	Blutsperre	Niedermolekulares Heparin 1× tgl. für 6 Wochen	k.A.
Gallardo et al. 2012 [23]	PS, UZ	II	30 (30)	HINTEGRA (30)	Blutsperre	Niedermolekulares Heparin 1× tgl. postoperativ (Dauer der Prophylaxe wird nicht angegeben)	k.A.
Evanski u. Waugh 1977 [20]	RS, UZ	IV	29 (29)	Howmedica (25), Smith (4)	k.A.	k.A.	1/0
Haskell u. Mann 2004 [28]	RS, MZ	IV	187 (187)	STAR (187)	k.A.	k.A.	2/0
Hintermann 1999 [30]	PS, UZ	IV	47 (50)	STAR (50)	Blutsperre	Niedermolekulares Heparin 1× tgl. für 6 Wochen	0/0
Hintermann u. Valderrabano 2001 [33]	PS, UZ	IV	76 (79)	STAR (79)	Blutsperre	Niedermolekulares Heparin 1× tgl. für 6 Wochen	k.A.
Hobson et al. 2009 [36]	RS, UZ	II	111 (123)	STAR (123)	k.A.	k.A.	0/0
Karantana et al. 2010 [43]	RS, UZ	IV	5 ^a (10)	STAR (10)	Blutsperre	Niedermolekulares Heparin 1× tgl. postoperativ (Dauer der Prophylaxe wird nicht angegeben)	0/0
Karantana et al. 2010 [42]	RS, UZ	IV	45 (52)	STAR (52)	k.A.	k.A.	0/0
Knecht et al. 2004 [48]	RS, UZ	IV	126 (132)	Agility (132)	k.A.	k.A.	0/1 ^b
Kokkonen et al. 2011 [49]	RS, UZ	IV	37 (38)	AES (38)	Blutsperre	Niedermolekulares Heparin 1× tgl. postoperativ (Dauer der Prophylaxe wird nicht angegeben)	k.A.
Kumar u. Dhar 2007 [52]	RS, UZ	IV	43 (50)	STAR (50)	Blutsperre	Niedermolekulares Heparin 1× tgl. postoperativ (Dauer der Prophylaxe wird nicht angegeben)	0/0
Lee et al. 2008 [54]	RS, UZ	III	50 (50)	HINTEGRA (50)	k.A.	k.A.	0/0
Magnan et al. 2004 [57]	Kasuistik	V	1 (1)	Spezielle Anfertigung	k.A.	Niedermolekulares Heparin 1× tgl. für 4 Wochen	0/0
Rippstein et al. 2011 [67]	PS, UZ	IV	233 (240)	Mobility (240)	Blutsperre	Niedermolekulares Heparin 1× tgl. für 6 Wochen	3/0
Rzesacz u. Gossé 2007 [68]	RS, UZ	IV	13 (13)	STAR (13)	Blutsperre	Niedermolekulares Heparin 1× tgl. bis zur Vollbelastung, mindestens für 4 Wochen	0/0
Saltzman et al. 2010 [69]	RS, UZ	IV	42 (42)	STAR (42)	k.A.	k.A.	2/0
Van der Heide et al. 2009 [81]	RS, MZ	IV	54 (58)	STAR (37), Bu- chel-Pappas (21)	Blutsperre	Niedermolekulares Heparin 1× tgl. für 6 Wochen	k.A.
Vienne 2005 [83]	RS, UZ	IV	85 (85)	Agility (85)	Blutsperre	Niedermolekulares Heparin 1× tgl. für 6 Wochen	k.A.

^aBei allen Patienten wurde simultaner endoprothetischer Ersatz beider Sprunggelenke durchgeführt.

^bPatient mit tiefer Beinvenenthrombose und Lungenembolie, ohne Langzeitfolgen.

RS retrospektiv, UZ unizentrisch, PS prospektiv, MZ multizentrisch, OSG oberes Sprunggelenk, AES Ankle Evolutive System, STAR Scandinavian Total Ankle Replacement, k.A. keine Angaben.

Tab. 3 Thrombuslokalisation bei 31 Patienten mit symptomatischer tiefer Beinvenenthrombose

Peronealvene	22
V. tibialis posterior	2
Peronealvene und V. tibialis posterior	2
Poplitealvene	2
V. femoralis superficialis	2
Vv tibialis posterior und femoralis superficialis	1

delte sich um 14 Männer (45,2%) und 17 Frauen (54,8%). Das mittlere Alter der betroffenen Patienten betrug $61,8 \pm 12,8$ Jahre (Range 28,4–83,9 Jahre). In den meisten Fällen wurde eine tiefe Thrombose der Peronealvenen diagnostiziert (■ Tab. 3, ■ Abb. 2), nur in 5 Fällen war das proximale Beinvenensystem betroffen. In 29 von 31 Fällen wurde die tiefe Beinvenenthrombose auf der operierten Seite diagnostiziert. Es gab keinen statistisch signifikanten Unterschied bzgl. der postoperativen klinischen Ergebnisse zwischen den Patienten mit Thrombose und den Patienten ohne thrombembolische Komplikationen.

Diskussion

Die Sprunggelenkendoprothetik hat sich in den letzten beiden Jahrzehnten deutlich entwickelt [31]. Obwohl die Anzahl der Publikationen über den endoprothetischen Ersatz des OSG stetig steigt, beschränken sich in der Mehrzahl der Fälle die Ergebnisse der Studien auf die Beschreibung funktioneller Resultate und Überlebensrate der Prothesenkomponente. Die Angaben zur Methode der Thrombembolieprophylaxe sowie zu thrombembolischen postoperativen Komplikationen werden in nur wenigen Studien gemacht. Bis dato gibt es nur eine klinische Studie unserer Arbeitsgruppe, welche die Inzidenz der symptomatischen tiefen Beinvenenthrombose untersucht [4].

Die Inzidenz der thrombembolischen Komplikationen (symptomatische tiefe Beinvenenthrombosen) betrug in unserem Patientenkollektiv mit 964 operierten Sprunggelenken 3,4%. Dies ist vergleichbar mit der Inzidenz der tiefen Beinvenenthrombose nach endoprothetischem Ersatz des Knie- oder Hüftgelenks

unter Verwendung der Thrombembolieprophylaxe mit niedermolekularem Heparin [84]. Auch die Patienten mit OSG-Arthrodeese weisen eine vergleichbare Inzidenz der thrombembolischen Komplikationen auf (■ Tab. 4). Die Inzidenz der thrombembolischen Komplikationen in unserer Studie war meistens höher als in den anderen klinischen Studien von Patienten mit endoprothetischem Ersatz des OSG (■ Tab. 1) und in den nationalen Registern [39, 75]. Eine mögliche Erklärung dafür ist, dass die Mehrzahl der thrombembolischen Komplikationen erst nach Entlassung und somit zu Hause auftritt, sodass diese gar nicht registriert werden [9, 84].

In dieser Studie haben wir folgende statistisch signifikante unabhängige Risikofaktoren für die symptomatische tiefe Beinvenenthrombose identifiziert [4]:

- keine Vollbelastung in der frühen postoperativen Phase,
- Übergewicht mit $\text{BMI} \geq 35 \text{ kg/m}^2$ und
- Thrombose/Embolie in der Vorgesichte.

Eine aktive Tumorerkrankung als wichtiger Risikofaktor für die tiefe Beinvenenthrombose [10, 62, 63] spielte in unserem Patientenkollektiv keine Rolle. Die stattgehabte Thrombose/Embolie war der wichtigste Risikofaktor für die tiefe Beinvenenthrombose mit einem Odds-Verhältnis von 7,07 (95%-Konfidenzintervall 2,99–16,73). Bei Patienten mit endoprothetischem Ersatz des Knie- oder Hüftgelenks hatten die Patienten mit vorheriger Thrombose/Embolie ebenfalls ein erhöhtes Risiko für eine erneute thrombembolische Komplikation [85, 87]. Ein weiterer wichtiger Risikofaktor war Übergewicht ($\text{BMI} \geq 35 \text{ kg/m}^2$) mit einem Odds-Verhältnis von 6,94 (95%-Konfidenzintervall 1,86–11,00). Auch nach einem endoprothetischen Ersatz des Knie- oder Hüftgelenks hatten übergewichtige Patienten eine höhere Inzidenz der symptomatischen Beinvenenthrombosen [37, 45, 55]. Immobilisierung ohne Vollbelastung in der frühen postoperativen Phase war ebenfalls mit einer erhöhten Inzidenz der thrombembolischen Komplikationen vergesellschaftet: das Odds-Verhältnis betrug 4,53 (95%-Konfidenzintervall: 1,86–11,00). In

einer Studie von Patienten mit Achillessehnenverletzung wurde die Gipsruhigstellung ebenfalls als ein Risikofaktor für thrombembolische Komplikationen identifiziert [29]. Es wurde weiterhin eine Cochrane-Datenbank-Analyse mit 6 prospektiven randomisierten Studien mit insgesamt 1490 Patienten durchgeführt [78]. Aufgrund des statistisch signifikant erhöhten Risikos für thrombembolische Komplikationen empfehlen die Autoren die Thrombembolieprophylaxe mit niedermolekularem Heparin mit Ruhigstellung der unteren Extremität [78].

Folgende Faktoren waren nicht mit einer erhöhten Inzidenz thrombembolischer Komplikationen verbunden [4]:

- erhöhtes Alter (über 60 Jahre),
- Geschlecht,
- präoperative ASA-Klassifikation,
- Rauchen,
- längere Operationsdauer (über 120 min),
- Art der Anästhesie (spinal vs. allgemein),
- zusätzliche operative Eingriffe (z. B. subtalare Arthrodeese),
- simultaner beidseitiger Eingriff,
- Art der postoperativen Immobilisation (Gips vs. Walker).

Alle Patienten in unserem Kollektiv erhielten für 6 Wochen postoperativ eine Thrombembolieprophylaxe mit einem niedermolekularen Heparin. Es gibt jedoch keine einheitliche Empfehlung, ob die Thrombembolieprophylaxe nach endoprothetischem Ersatz des OSG notwendig ist. In früheren Studien lautete die Empfehlung, keine medikamentöse Thrombembolieprophylaxe in diesem Patientenkollektiv zu verabreichen [60, 75]. Allerdings überwiegt in den neueren Publikationen die Meinung, dass das Risiko thrombembolischer Komplikationen nach endoprothetischem Ersatz des OSG nicht unterschätzt werden darf [22, 59]. Auch wenn die Notwendigkeit einer medikamentösen Thrombembolieprophylaxe bis dato in keiner vergleichenden Studie bewiesen wurde, empfehlen wir die routinemäßige subkutane Gabe eines niedermolekularen Heparins für die Dauer von mindestens 6 Wochen, dies insbesondere bei Patienten mit den oben erwähnten Risikofaktoren.

Tab. 4 Thrombembolischen Komplikationen nach Arthrodesen des oberen Sprunggelenks

Autoren, Jahr	Studiensign	Patientenzahl (OSG)	Chirurgische Technik (n)	Thrombembolieprophylaxe	Thrombose/Embolie
Abdo u. Wasilewski 1992 [1]	RS, UZ	30 (31)	Transfibuläre Arthrodesen (16), anteriore Arthrodesen (13), Kompressionsarthrodesen (2)	k.A.	0/1
Ayoub et al. 2008 [2]	RS, UZ	17 (17)	Transfibuläre 3-Schrauben-Arthrodesen (17)	Niedermolekulares Heparin 1× tgl. bis zur Vollbelastung	0/0
Bullens et al. 2010 [11]	Kasuistik	2 (2)	Arthrodesen mit intramedullärem Nagel nach fehlgeschlagener OSG-Prothese (2)	Niedermolekulares Heparin 1× tgl. für 12 Wochen	0/0
Campbell 1990 [12]	RS, UZ	12 (13)	Modifizierte Distraktions-Kompressions-Arthrodesen (13)	k.A.	0/1
Collman et al. 2006 [14]	RS, UZ	39 (39)	Arthroskopische 2- oder 3-Schrauben-Arthrodesen (39)	k.A.	0/0
Dannawi et al. 2011 [16]	RS, UZ	62 (62)	Arthroskopische 2-Schrauben-Arthrodesen (62)	k.A.	2/0
Endres et al. 2005 [19]	RS, UZ	48 (50)	4-Schrauben-Arthrodesen (50)	Niedermolekulares Heparin 1× tgl. bis zur Vollbelastung	0/0
Fluckiger u. Weber 2005 [21]	RS, UZ	22 (23)	Transfibuläre 3-Schrauben-Arthrodesen (23)	Niedermolekulares Heparin 1× tgl. bis zur gipsverbandfreien Vollbelastung	0/0
Gougoulas et al. 2007 [24]	RS, UZ	74 (78)	Arthroskopische 2- oder 3-Schrauben-Arthrodesen (78)	Niedermolekulares Heparin 1× tgl. während des stationären Aufenthalts	0/1
Grass 2005 [25]	RS, UZ	17 (18)	Arthrodesen mit retrograd eingebrachtem distalem Femurnagel (18)	Niedermolekulares Heparin 1× tgl. ab dem Operationstag	0/0
Hintermann u. Knupp 2009 [34]	PS, UZ	43 (43)	Arthrodesen mit anteriorem Doppelplattensystem (43)	Niedermolekulares Heparin 1× tgl. bis zur freien Vollbelastung	0/0
Johl et al. 2006 [41]	Kasuistik	1 (1)	Arthrodesen mit retrograd eingebrachtem distalem Femurnagel (1)	Niedermolekulares Heparin 1× tgl. für 2 Wochen	0/0
Kollig et al. 2003 [50]	PS, UZ	15 (15)	Arthrodesen mit externer Fixierung	Niedermolekulares Heparin 1× tgl. bis zur Vollbelastung	0/0
Kotnis et al. 2006 [51, 80]	RS, UZ	16 (16)	Arthrodesen mit intramedullärer Fixierung (16) nach fehlgeschlagener OSG-Prothese	Niedermolekulares Heparin 1× tgl. bis zur Vollbelastung	0/0
Lynch et al. 1988 [56]	RS, UZ	62 (62)	Kompressionsarthrodesen nach Charnley (33), transfibuläre Arthrodesen (7), anteriore Graftarthrodesen (15), modifizierte Gallie-Technik (6), Dübeltechnik (1)	k.A.	0/0
Ogilvie-Harris et al. 1993 [61]	PS, UZ	19 (19)	Arthroskopische 2-Schrauben-Arthrodesen (19)	k.A.	0/0
Rippstein et al. 2005 [66]	RS, UZ	28 (28)	Arthroskopische 2-Schrauben-Arthrodesen (28)	Niedermolekulares Heparin 1× tgl.	0/0
Schill 2007 [71]	RS, UZ	15 (15)	Interpositionsarthrodesen nach fehlgeschlagener OSG-Prothese	Niedermolekulares Heparin 1× tgl. bis zur Vollbelastung	0/0
Schmidt et al. 2005 [72]	PS, UZ	107 (107)	Distanzarthrodesen (107)	k.A.	2/0
Schuberth et al. 2005 [73]	RS, UZ	13 (13)	Arthrodesen über den medialen Zugang (13)	Niedermolekulares Heparin 1× tgl. bis zur Vollbelastung	0/1
Sward et al. 1992 [77]	RS, UZ	18 (19)	Posteriore Kompressionsarthrodesen (19)	k.A.	1/1 ^a
Thermann et al. 1999 [79]	RS, UZ	225 (225)	Arthroskopische 2- oder 3-Schrauben-Arthrodesen (225)	Keine Thrombembolieprophylaxe bei complianten Patienten	0/0
Van Eygen et al. 1999 [82]	RS, UZ	51 (52)	Offene Arthrodesen nach Charnley (52)	k.A.	0/1
Winson et al. 2005 [88]	RS, UZ	116 (118)	Arthroskopische 2-Schrauben-Arthrodesen (118)	k.A.	2/2 ^a
Zarutsky et al. 2005 [89]	RS, UZ	59 (59)	Arthrodesen mit externer Fixierung	k.A.	0/0
Zwipp et al. 2010 [90]	RS, UZ	92 (94)	4-Schrauben-Arthrodesen (94)	Niedermolekulares Heparin 1× tgl. bis zur Vollbelastung	0/0

^aDer gleiche Patient mit tiefer Beinvenenthrombose und einer nichtfatalen Lungenembolie.

RS retrospektiv, UZ unizentrisch, PS prospektiv, OSG oberes Sprunggelenk, k.A. keine Angaben.

Fazit für die Praxis

- Der endoprothetische Ersatz des OSG ist zu einer zunehmend akzeptierten Therapiemöglichkeit bei Patienten mit fortgeschrittener OSG-Arthrose geworden.
- Obwohl die Anzahl der publizierten Studien auf diesem Gebiet zunimmt, gibt es nur wenige klinische Arbeiten mit Angaben über die Thrombembolieprophylaxe und thrombembolische Komplikationen in diesem Patientenkollektiv.
- Das Risiko einer symptomatischen tiefen Beinvenenthrombose darf nicht unterschätzt werden; aus diesem Grund empfehlen wir die medikamentöse Thrombembolieprophylaxe mit niedermolekularem Heparin für 6 Wochen postoperativ.
- Insbesondere bei den allgemeinen Risikofaktoren für eine Thrombose/Embolie wie Übergewicht und Thrombose/Embolie in der Vorgeschichte ist eine Thrombembolieprophylaxe zu empfehlen.
- Auch bei Patienten, denen in der frühen postoperativen Phase eine Vollbelastung nicht erlaubt ist, empfehlen wir eine medikamentöse Thrombembolieprophylaxe.

Korrespondenzadresse



Dr. A. Barg
Orthopädische
Universitätsklinik Basel,
Universitätsspital Basel
Spitalstraße 21, 4031 Basel
Schweiz
alexej.barg@usb.ch

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. A. Barg, S.W. Schneider, G. Pagenstert, V. Valderrabano geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht; B. Hintermann weist auf folgende Beziehung hin: er ist im Speakers Bureau von Integra Lifesciences.

Dieser Beitrag beinhaltet keine Studien an Menschen oder Tieren.

Literatur

1. Abdo RV, Wasilewski SA (1992) Ankle arthrodesis: a long-term study. *Foot Ankle* 13(6):307–312
2. Ayoub MA (2008) Ankle fractures in diabetic neuropathic arthropathy: can tibiotalar arthrodesis salvage the limb? *J Bone Joint Surg [Br]* 90(7):906–914
3. Bardelli M, Scoccianti G (2006) Uncemented total ankle arthroplasty in post-traumatic osteoarthritis: 3- to 7-year follow-up. *J Orthopaed Traumatol* 7:93–96
4. Barg A, Henninger HB, Hintermann B (2011) Risk factors for symptomatic deep-vein thrombosis in patients after total ankle replacement who received routine chemical thromboprophylaxis. *J Bone Joint Surg [Br]* 93(7):921–927
5. Barg A, Henninger HB, Knupp M, Hintermann B (2011) Simultaneous bilateral total ankle replacement using a 3-component prosthesis: outcome in 26 patients followed for 2–10 years. *Acta Orthop* 82(6):704–710
6. Barg A, Knupp M, Henninger HB et al (2012) Total ankle replacement using HINTEGRA – an unconstrained, three-component system: surgical technique and pitfalls. *Foot Ankle Clin* 17(4):607–635
7. Barg A, Knupp M, Hintermann B (2010) Simultaneous bilateral versus unilateral total ankle replacement: a patient-based comparison of pain relief, quality of life and functional outcome. *J Bone Joint Surg [Br]* 92(12):1659–1663
8. Besse JL, Brito N, Lienhart C (2009) Clinical evaluation and radiographic assessment of bone lysis of the AES total ankle replacement. *Foot Ankle Int* 30(10):964–975
9. Bjornara BT, Gudmundsen TE, Dahl OE (2006) Frequency and timing of clinical venous thromboembolism after major joint surgery. *J Bone Joint Surg [Br]* 88(3):386–391
10. Blom JW, Doggen CJ, Osanto S, Rosendaal FR (2005) Malignancies, prothrombotic mutations, and the risk of venous thrombosis. *JAMA* 293(6):715–722
11. Bullens P, de Waal MM, Louwerens JW (2010) Conversion of failed ankle arthroplasty to an arthrodesis. Technique using an arthrodesis nail and a cage filled with morsellized bone graft. *Foot Ankle Surg* 16(2):101–104
12. Campbell CJ, Rinehart WT, Kalenak A (1974) Arthrodesis of the ankle. Deep autogenous inlay grafts with maximum cancellous-bone apposition. *J Bone Joint Surg [Am]* 56(1):63–70
13. Cohen MM, Duncan PG (1988) Physical status score and trends in anesthetic complications. *J Clin Epidemiol* 41:83–90
14. Collman DR, Kaas MH, Schubert JM (2006) Arthroscopic ankle arthrodesis: factors influencing union in 39 consecutive patients. *Foot Ankle Int* 27(12):1079–1085
15. Conti SF, Wong YS (2001) Complications of total ankle replacement. *Clin Orthop Relat Res* (391):105–114
16. Dannawi Z, Nawabi DH, Patel A et al (2011) Arthroscopic ankle arthrodesis: are results reproducible irrespective of pre-operative deformity? *Foot Ankle Surg* 17(4):294–299
17. Dhawan R, Turner J, Sharma V, Nayak RK (2012) Tri-component, mobile bearing, total ankle replacement-mid-term functional outcome and survival. *J Foot Ankle Surg* 51(5):566–569
18. DiDomenico LA, Treadwell JR, Cain LZ (2010) Total ankle arthroplasty in the rheumatoid patient. *Clin Podiatr Med Surg* 27(2):295–311
19. Endres T, Grass R, Rammelt S, Zwipp H (2005) Vier-Schrauben-Arthrodesse des oberen Sprunggelenks. *Oper Orthop Traumatol* 17:345–360
20. Evanski PH, Waugh TR (1977) Management of arthritis of the ankle. An alternative of arthrodesis. *Clin Orthop Relat Res* 122(122):110–115
21. Fluckiger G, Weber M (2005) [The transfibular approach for ankle arthrodesis]. *Oper Orthop Traumatol* 17(4-5):361–379
22. Gadgil A, Thomas RH (2007) Current trends in thromboprophylaxis in surgery of the foot and ankle. *Foot Ankle Int* 28(10):1069–1073
23. Gallardo J, Lagos L, Bastias C et al (2012) Continuous popliteal block for postoperative analgesia in total ankle arthroplasty. *Foot Ankle Int* 33(3):208–212
24. Gougoulis NE, Agathangelidis FG, Parsons SW (2007) Arthroscopic ankle arthrodesis. *Foot Ankle Int* 28(6):695–706
25. Grass R (2005) [Tibiotalarlocalcaneal arthrodesis using a distally introduced femur nail (DFN)]. *Oper Orthop Traumatol* 17(4-5):426–441
26. Grifka J, Haas S, Hovy L et al (2004) Update der Thromboseprophylaxe in Orthopädie und Unfallchirurgie. *Orthopäde* 33:762–773
27. Haas S (1997) Prävention, Diagnostik und Therapie von Thrombosen in der Orthopädie und Unfallchirurgie. *Orthopäde* 26:1062–1074
28. Haskell A, Mann RA (2004) Perioperative complication rate of total ankle replacement is reduced by surgeon experience. *Foot Ankle Int* 25(5):283–289
29. Healy B, Beasley R, Weatherall M (2010) Venous thromboembolism following prolonged cast immobilisation for injury to the tendo Achillis. *J Bone Joint Surg [Br]* 92(5):646–650
30. Hintermann B (1999) Die STAR-Sprunggelenkprothese: Kurz- und mittelfristige Erfahrungen. *Orthopäde* 28:792–803
31. Hintermann B (2011) Sprunggelenkprothetik in der Schweiz. *Orthopäde* 40:963
32. Hintermann B, Dick W (2006) Arthrodesse oder Prothese? Neue Aspekte in der Behandlung der endgradigen Arthrose des Sprunggelenks. *Orthopäde* 35:487–488
33. Hintermann B, Valderrabano V (2001) Endoprothetik am oberen Sprunggelenk. *Z Ärztl Fortbild Qual Sich (ZaeFQ)* 95:187–194
34. Hintermann B, Knupp M (2009) Rigid double plate fixation for ankle arthrodesis. *Tech Foot & Ankle* 8:200–208
35. Hintermann B, Valderrabano V, Dereymaeker G, Dick W (2004) The HINTEGRA ankle: rationale and short-term results of 122 consecutive ankles. *Clin Orthop Relat Res* 424:57–68
36. Hobson SA, Karantana A, Dhar S (2009) Total ankle replacement in patients with significant pre-operative deformity of the hindfoot. *J Bone Joint Surg [Br]* 91(4):481–486
37. Hull RD, Raskob GE (1986) Prophylaxis of venous thromboembolic disease following hip and knee surgery. *J Bone Joint Surg [Am]* 68(1):146–150
38. Jackson MP, Singh D (2003) Total ankle replacement. *Curr Orthop* 17:292–298
39. Jameson SS, Augustine A, James P et al (2011) Venous thromboembolic events following foot and ankle surgery in the English National Health Service. *J Bone Joint Surg [Br]* 93(4):490–497
40. Jerosch J, Fayaz H, Senyurt H (2006) Sprunggelenkarthrodesse und Sprunggelenkprothetik – ein Vergleich. *Orthopäde* 35:495–505
41. Johl C, Kircher J, Pohlmann K, Jansson V (2006) Management of failed total ankle replacement with a retrograde short femoral nail: a case report. *J Orthop Trauma* 20(1):60–65

42. Karantana A, Hobson S, Dhar S (2010) The Scandinavian total ankle replacement: survivorship at 5 and 8 years comparable to other series. *Clin Orthop Relat Res* 468(4):951–957
43. Karantana A, Martin GJ, Shandil M, Dhar S (2010) Simultaneous bilateral total ankle replacement using the S.T.A.R.: a case series. *Foot Ankle Int* 31(1):86–89
44. Kathagen BD, Zahedi AR (2009) Komplikationen nach Hüftoperationen. *Orthopäde* 38:786–795
45. Kim YH (1990) The incidence of deep vein thrombosis after cementless and cemented knee replacement. *J Bone Joint Surg [Br]* 72(5):779–783
46. Kim YH, Kim JS (2002) Incidence and natural history of deep-vein thrombosis after total knee arthroplasty. A prospective, randomised study. *J Bone Joint Surg [Br]* 84(4):566–570
47. Kim YH, Oh SH, Kim JS (2003) Incidence and natural history of deep-vein thrombosis after total hip arthroplasty. A prospective and randomised clinical study. *J Bone Joint Surg [Br]* 85(5):661–665
48. Knecht SI, Estin M, Callaghan JJ et al (2004) The Agility total ankle arthroplasty. Seven to sixteen-year follow-up. *J Bone Joint Surg [Am]* 86-A(6):1161–1171
49. Kokkonen A, Ikavalko M, Tiihonen R et al (2011) High rate of osteolytic lesions in medium-term follow-up after the AES total ankle replacement. *Foot Ankle Int* 32(2):168–175
50. Kollig E, Esenwein SA, Muhr G, Kutscha-Lissberg F (2003) Fusion of the septic ankle: experience with 15 cases using hybrid external fixation. *J Trauma* 55(4):685–691
51. Kotnis R, Pasapula C, Anwar F et al (2006) The management of failed ankle replacement. *J Bone Joint Surg [Br]* 88(8):1039–1047
52. Kumar A, Dhar S (2007) Total ankle replacement: early results during learning period. *Foot Ankle Surg* 13:19–23
53. Lechler P, Grifka J, Köck FX (2011) Sprunggelenkendoprothetik: Indikation und Stand. *Orthopäde* 40:561–572
54. Lee KB, Cho SG, Hur CI, Yoon TR (2008) Perioperative complications of HINTEGRA total ankle replacement: our initial 50 cases. *Foot Ankle Int* 29(10):978–984
55. Lotke PA, Steinberg ME, Ecker ML (1994) Significance of deep venous thrombosis in the lower extremity after total joint arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* (299):25–30
56. Lynch AF, Bourne RB, Rorabeck CH (1988) The long-term results of ankle arthrodesis. *J Bone Joint Surg [Br]* 70(1):113–116
57. Magnan B, Facci E, Bartolozzi P (2004) Traumatic loss of the talus treated with a talar body prosthesis and total ankle arthroplasty. A case report. *J Bone Joint Surg [Am]* 86-A(8):1778–1782
58. Maksan SM, Schmitz-Rixen T (2010) Beinvenenthrombose. Diagnostischer Algorithmus und therapeutische Implikationen. *Chirurg* 81:485–494
59. Mayle RE Jr, DiGiovanni CW, Lin SS et al (2007) Current concepts review: venous thromboembolic disease in foot and ankle surgery. *Foot Ankle Int* 28(11):1207–1216
60. Mizel MS, Temple HT, Michelson JD et al (1998) Thromboembolism after foot and ankle surgery. A multicenter study. *Clin Orthop Relat Res* (348):180–185
61. Ogilvie-Harris DJ, Lieberman I, Fittsialis D (1993) Arthroscopically assisted arthrodesis for osteoarthrotic ankles. *J Bone Joint Surg [Am]* 75(8):1167–1174
62. Prandoni P (2005) How I treat venous thromboembolism in patients with cancer. *Blood* 106(13):4027–4033
63. Prandoni P, Falanga A, Piccoli A (2005) Cancer and venous thromboembolism. *Lancet Oncol* 6(6):401–410
64. Rabinov K, Paulin S (1972) Roentgen diagnosis of venous thrombosis in the leg. *Arch Surg* 104(2):134–144
65. Rader CP (2007) Standards und Perspektiven der Thromboseprophylaxe. *Orthopäde* 36:560–566
66. Rippstein P, Kumar B, Muller M (2005) [Ankle arthrodesis using the arthroscopic technique]. *Oper Orthop Traumatol* 17(4-5):442–456
67. Rippstein PF, Huber M, Coetzee JC, Naal FD (2011) Total ankle replacement with use of a new three-component implant. *J Bone Joint Surg [Am]* 93(15):1426–1435
68. Rzesacz EH, Gossé F (2007) Die Versorgung der posttraumatischen Arthrose des oberen Sprunggelenks durch die S.T.A.R.-Sprunggelenkprothese. *Oper Orthop Traumatol* 19:527–546
69. Saltzman CL, Kadoko RG, Suh JS (2010) Treatment of isolated ankle osteoarthritis with arthrodesis or the total ankle replacement: a comparison of early outcomes. *Clin Orthop Surg* 2(1):1–7
70. Saltzman CL, Mann RA, Ahrens JE et al (2009) Prospective controlled trial of STAR total ankle replacement versus ankle fusion: initial results. *Foot Ankle Int* 30(7):579–596
71. Schill S (2007) Interpositionsarthrodese des Sprunggelenks als Rückzug nach fehlgeschlagener Endoprothese. *Oper Orthop Traumatol* 19:547–560
72. Schmidt HG, Hadler D, Gerlach UJ, Schoop R (2005) [Principles of OSG arthrodesis in cases of joint infection]. *Orthopäde* 34(12):1216–1228
73. Schuberth JM, Cheung C, Rush SM et al (2005) The medial malleolar approach for arthrodesis of the ankle: a report of 13 cases. *J Foot Ankle Surg* 44(2):125–132
74. Simanowski JH (2002) Sonographie der Beinvenenthrombose. *Orthopäde* 31:314–316
75. Solis G, Saxby T (2002) Incidence of DVT following surgery of the foot and ankle. *Foot Ankle Int* 23(5):411–414
76. Steck JK, Anderson JB (2009) Total ankle arthroplasty: indications and avoiding complications. *Clin Podiatr Med Surg* 26(2):303–324
77. Sward L, Hughes JS, Howell CJ, Colton CL (1992) Posterior internal compression arthrodesis of the ankle. *J Bone Joint Surg [Br]* 74(5):752–756
78. Testroote M, Stigter W, Visser DC de, Janzing H (2008) Low molecular weight heparin for prevention of venous thromboembolism in patients with lower-leg immobilization. *Cochrane Database Syst Rev* (4):CD006681
79. Thermann H, Huefner T, Geerling J et al (2001) Primary subtalar arthrodesis of calcaneal fractures. *Foot Ankle Int* 22(1):9–14
80. Valderrabano V, Pagenstert GJ, Hintermann B (2005) Total ankle replacement – three-component prosthesis. *Tech Foot Ankle* 2:84–90
81. Van der Heide HJ, Schutte B, Louwerens JW et al (2009) Total ankle prostheses in rheumatoid arthropathy: outcome in 52 patients followed for 1–9 years. *Acta Orthop* 80(4):440–444
82. Van Eygen P, Dereymaeker G, Driesen R, De Ferm A (1999) Long-term follow-up of open ankle arthrodesis. *Foot Ankle Surg* 5:271–275
83. Vienne P (2005) Agility total ankle replacement. *Tech Foot Ankle* 4:62–68
84. Warwick D, Friedman RJ, Agnelli G et al (2007) Insufficient duration of venous thromboembolism prophylaxis after total hip or knee replacement when compared with the time course of thromboembolic events: findings from the Global Orthopaedic Registry. *J Bone Joint Surg [Br]* 89(6):799–807
85. Warwick DJ, Whitehouse S (1997) Symptomatic venous thromboembolism after total knee replacement. *J Bone Joint Surg [Br]* 79(5):780–786
86. Wells PS, Anderson DR, Rodger M et al (2003) Evaluation of D-dimer in the diagnosis of suspected deep-vein thrombosis. *N Engl J Med* 349(13):1227–1235
87. White RH, Henderson MC (2002) Risk factors for venous thromboembolism after total hip and knee replacement surgery. *Curr Opin Pulm Med* 8(5):365–371
88. Winson IG, Robinson DE, Allen PE (2005) Arthroscopic ankle arthrodesis. *J Bone Joint Surg [Br]* 87(3):343–347
89. Zarutsky E, Rush SM, Schuberth JM (2005) The use of circular wire external fixation in the treatment of salvage ankle arthrodesis. *J Foot Ankle Surg* 44(1):22–31
90. Zwipp H, Rammelt S, Endres T, Heineck J (2010) High union rates and function scores at mid-term follow-up with ankle arthrodesis using a four screw technique. *Clin Orthop Relat Res* 468(4):958–968