Prothese, Resektionsarthroplastik oder Arthrodesese als Salvageverfahren

In der Revisionssituation sind Rettungsverfahren („salvage procedure“) nicht definiert oder gar standardisiert und, wie der Begriff schon ahnen lässt, für die Patienten oft einhergehend mit einem schlechteren Outcome. Sie erfordern höchste Ansprüche an den Chirurgen und seine Infrastruktur. Aufgrund der kleinen Fallzahlen, verteilt auf wenige Zentren, fehlen bis heute klare Behandlungsrichtlinien. Hierbei reichen die Behandlungsstrategien vom erneuten Gelenkersatz zum Ausbau der Prothese im Sinne einer Sine-Sine-Arthroplastik oder Resektionsarthroplastik bis hin zur Arthrodesese des Gelenks.

Der künstliche Gelenkersatz am Humeroulnargelenk hat in den letzten Jahrzehnten an Bedeutung gewonnen, dies gestützt auf die erzielten Erfolge in der rheumatoiden Arthritis, mit reproduzierbaren Standzeiten von über 80 % in 10 Jahren. Vergleichbare Resultate wie bei Hüft- und Kniegelenkersatz sind heute bezüglich Erhaltungsraten, Funktion und Schmerzfreiheit keine Seltenheit mehr. Dieser Tatbestand führte zu einer Ausweitung der Indikationsstellung von der klassischen rheumatoiden Arthritis hin zu der posttraumatischen Situation. Dass das Patientenspektrum sich geändert hat, ist unter anderem auch dem Tatbestand zu verdanken, dass heute dem rheumatoiden Arthritis-Patient hochwirksame Medikamente zur Verfügung stehen (Biologika: TNF- α -Inhibitoren), die zumindest den Krankheitsverlauf verzögern. Aggressive destruktive Verlaufsformen sind seltener geworden.

Zwar lassen sich auch vergleichbare Resultate in Bezug auf Funktion und Schmerzfreiheit erreichen, jedoch sind die Komplikationsraten verbunden mit Revisionsraten deutlich höher [12, 18]. Des Weiteren sind auch Vergleiche kaum möglich, da es sich um eine gemischte Population handelt, denn die Indikationsstellungen bei nichtentzündlichen Erkrankungen werden in einer Gruppe von posttraumatischen Situationen zusammengefasst. Bei genauer Betrachtung wird unter diesem Oberbegriff jedoch eine Reihe von Pathologien zusammengefasst wie Kontrakturen, Achsenfehlstellungen, ligamentäre Instabilitäten, Knochenverlust, Pseudarthrose, intra- und periartikuläre Ossifikationen, latente Infekte, Ankylose und instabile Narben bei vielfach multiplen Voreingriffen.

Für die Revisionssituation hat sich ein Prothesenkonzept durchgesetzt, das als „sloppy hinge“ bezeichnet wird. Bei

diesem Prothesentyp sind Humerus- und Ulnakomponente locker miteinander verkoppelt. Die Verbindung der beiden Prothesenkomponenten führt zu einer hohen Sicherheit in Bezug auf Instabilität und Luxation. Dies ist von besonderer Bedeutung bei fehlender Seitenbandinstabilität, Situationen, die in der posttraumatischen Situation nicht selten vorkommen [15, 18].

Solche Revisionseingriffe bedürfen einer minutiösen präoperativen Abklärung und Vorbereitung. Häufig ist auch ein Knochenaufbau mit Allograft nötig, um eine sichere Verankerung der Implantate und eine Wiederherstellung der Anatomie zu gewährleisten. Hierbei handelt es sich um komplexe anspruchsvolle Eingriffe, die eine entsprechende Erfahrung des Operateurs und seiner Infrastruktur voraussetzen. Ist ein sekundärer Wiedereinbau einer Ellenbogenprothese oder Wechsel ei-

Abb. 1 ◀ Interprothetische Fraktur bei stabilen Prothesenkomponenten sowohl an der Schulter wie auch am Ellenbogen. **a** Prä- und **b** frühpostoperatives a.-p.-Bild nach Osteosynthese

Abb. 2 ▲ Präoperative a.-p.-Aufnahme des linken Ellenbogens mit Lockerung der humeralen Ellenbogenprothesenkomponente

Abb. 5 ▲ Knife-in-fork-Deformität

ner Prothese wegen Lockerung nicht möglich, so kommt als Rückzugsverfahren eine Resektionsarthroplastik in Betracht – eine Maßnahme, die häufig zu einer Instabilität im Sinne eines „floating elbow“ führt. Im Alltag wird dann das Tragen einer zusätzlich geführten Bewegungsothese nötig, um eine einigermaßen geführte Bewegung des Ellenbogengelenks zu ermöglichen. Als letzte Maßnahme ist auch eine Ellenbogenarthrodese in Betracht zu ziehen – ein für den Patienten einschneidendes Ereignis mit daraus resultierender bleibender Einschränkung der Ellenbo-

Abb. 3 ▲ Intraoperative Aufnahme, die den Allograft-Composite-Verbund kurz vor Einbau zeigt

genfunktion. Dies ist ein mutilierender Eingriff, der wenigen Patienten vorbehalten werden sollte und als Eingriff als Ultima Ratio zu verstehen ist.

Ursachen für Revisionen

Für das Verständnis und für die Wahl der chirurgischen Therapie ist die profunde Analyse, die zur Revision führt, sinnvoll. Hierbei unterscheidet man zwischen prothesenbedingten und nicht prothesenbedingten Ursachen. Hauptursachen sind Infektionen, aseptische und septische Lockerungen, Polyethylenabrieb und periprotetische Frakturen. Zu berücksichtigen sind auch Umstände, die patientenspezifisch sind, wie z. B. der Zustand der Weichteile bei mehrfach voroperierten Patienten. Aufgrund der exponierten Lage der knöchernen Strukturen und der dünnen Weichteildeckung sind erhöhte Infektraten zu erwarten. Auch besteht in der Revisionssituation die erhöhte Gefahr einer Nervenläsion insbesondere des N. ulnaris, denn häufig ist präoperativ nicht bekannt, ob dieser im Rahmen der vorgängig durchgeführten Eingriffe vorverlagert wurde. Auch der Streckapparat kann im Vorfeld der mehrfach erfolgten Operationen beschädigt sein, eine schwerwiegende Komplikation die zu einem Verlust der aktiven Extension führen kann [4]. Ein insuffizientes Knochenlager kann ggf. einen Allograftaufbau bedingen. Bei erheblichem Knochenverlust sind Rekonstruktionen im Sinne von Composite-Allograftaufbau nötig.

Abb. 4 ▲ a.-p.-Aufnahme 6 Monate postoperativ mit fest einliegenden Ellenbogenprothesenkomponenten und Überbrückungsosteosynthese

Erhalt oder Wechsel der Prothese

Beim Vorliegen einer symptomatischen Lockerung der Prothesenkomponenten empfiehlt sich eine frühzeitige Revision, denn in der Regel ist das Knochenlager noch gut erhalten, und somit sind auch einzeitige Wechsel technisch relativ einfach möglich. Das Hauptproblem besteht aber darin, dass solche Lockerungen sich klinisch stumm verhalten können. Dennoch sollte bei radiologisch klar ersichtlichen Säumen am Knochenzementmantel, die dann auch im zeitlichen Verlauf zunehmen, eine frühzeitige Revision in Betracht gezogen werden. Die meisten periprotetischen Frakturen entstehen auf dem Boden einer initial vorliegenden Lockerung der Prothesenkomponenten. Ein adäquates Ereignis im Sinne eines Traumas lässt sich häufig in der Anamnese nicht erheben.

Die Inzidenz solcher Frakturen wird mit etwa 5 % angegeben [14]. Je nach Lokalisation der Fraktur kann in seltenen Fällen eine konservative Therapie erfolgen. Ansonsten müssen aufwendige Osteosynthesen durchgeführt werden. Noch komplexer wird die Situation bei implantierten Schulter- und Ellenbogenprothesen (interprothetische Frakturen). In der Regel gelingt jedoch in solchen Situationen eine Osteosynthese, vorausgesetzt die Implantate sind nicht gelo-

ckert. Die **Abb. 1** zeigt eine interprothetische Fraktur nach häuslichem Sturz bei einer 63-jährigen Patientin. Aufgrund einer arthritischen Destruktion wurden eine anatomische Schulterprothese vor 20 Jahren und eine Ellenbogenprothese vor über 16 Jahren implantiert. Bei stabilen Prothesenkomponenten entschlossen wir uns, die Fraktur mit einer Doppellplattenosteosynthese zu stabilisieren. Gleichzeitig wurde die semizirkuläre Trümmerzone mit Allograft aufgebaut. Lange Implantate sind für eine genügende Überbrückung der Fraktur nötig. Nach Möglichkeit sollen winkelstabile Implantate verwendet werden, die auf Höhe der jeweiligen Implantate eine monokortikale Fixation ermöglichen. Gleichzeitig werden auch für die Fixation der Platten häufig Cerclagen gebraucht. Durch die orthogonale Platzierung der Platten erreicht man eine Rotationsstabilität. Kleine knöcherne Defekte können entweder mit Eigenspongiosa oder Spenderknochen aufgefüllt werden.

Die genaue Analyse der vorhandenen Knochensubstanz ist im Hinblick auf einen notwendigen Aufbau zu beurteilen. Der Aufbau kann dann von einer Spongiosaplastik über die Beckenspahnentnahme bis hin zum Allograftaufbau reichen. Bei großen Knochendefekten mit begleitender Lockerung der liegenden Prothesenkomponenten stellt sich dann die Frage, ob allenfalls ein zweizeitiges Vorgehen gewählt werden muss. Der aus dem Trauma resultierende strukturelle Defekt, kombiniert mit einer vorbestehenden mangelnden Knochenstruktur, resultierend aus über die Jahre beispielsweise entstandenen Lyseherden durch Polyethylenabrieb, kann eine Reimplantation verunmöglichen. Erst nach Wiederherstellung des Knochen-Containments ist dann zeitlich verzögert an einen Wiedereinbau überhaupt zu denken. Bei großen Defekten ist eine Allograft-Implantat-Verbund-Rekonstruktion möglich, sofern kein Infekt vorliegt und die Weichteile dies auch erlauben [2, 6, 16].

Am Beispiel einer 75-jährigen Patientin mit einer rheumatoiden Arthritis wird eine solch aufwendige Rekonstruktion illustriert. Im Jahr 2003 wurde eine Ellenbogenprothese vom Typ GSB III im-

Trauma Berufskrankh 2017 · 19 (Suppl 3):S334–S339 DOI 10.1007/s10039-017-0277-3
© Springer Medizin Verlag GmbH 2017

F. Moro

Prothese, Resektionsarthroplastik oder Arthrodesis als Salvageverfahren

Zusammenfassung

Die sog. Rückzugsverfahren gewinnen in der Ellenbogenprothetik zusehends an Bedeutung. Durch die Ausweitung des Indikationsspektrums mit daraus resultierend steigender Anzahl an implantierten Ellenbogenprothesen sind auch vermehrte Komplikations- und Revisionsraten zu erwarten. Lassen sich für solch komplexe Reinterventionen allgemeingültige Richtlinien definieren? Anhand von eindrücklichen Fällen sollen Therapieansätze erläutert, die Kenntnisse möglicher „Second line of defense“-Strategien aufgezeigt werden. Eine Reimplantation einer Ellenbogenprothese ist nicht immer möglich. Bedingt durch ein ungenügendes „Knochenlager“, das eine Verankerung der Komponenten sowohl an der Ulna wie auch am Humerus nicht möglich macht, sind Allograftaufbauten nötig. Jedoch fehlen bis heute Langzeitresultate bezüglich Standzeiten. Zudem besteht ein erhöhtes Risiko für Infekte, und auch die Inkorporation des verwendeten Allografts ist nicht gewährleistet. Letztendlich bleibt

dann nur die Möglichkeit des Ausbaus im Sinne einer Resektionsarthroplastik oder die Versteifung des Gelenks, vorausgesetzt, dass auch hier ein genügendes Knochenlager noch vorhanden ist. Unabhängig von den gewählten Verfahren ist mit einem Funktionsverlust der betroffenen Extremität zu rechnen. Die kleinen Fallzahlen, die auf wenige Zentren verteilt sind, erlauben kaum Vergleiche untereinander. Jeweils patientenspezifisch und gestützt auf die zugrunde liegende Pathologie müssen individuelle Therapiekonzepte erarbeitet werden. Hierbei handelt es sich jeweils nicht um „simple single solution“. In naher Zukunft und mit der zu erwartenden Zunahme der primären Prothesenimplantationen ist auch eine Zunahme der Revisionen zu erwarten.

Schlüsselwörter

Ellenbogenprothese · Revisionschirurgie · Rückzugsverfahren · Knochenlager · Komplikation

Prosthesis, resection arthroplasty or arthrodesis as salvage procedure

Abstract

So-called salvage procedures are gaining in importance in elbow arthroplasty due to increasing numbers of implanted prostheses and therefore the expected increase in complications and revision rates. Is it possible to define generally valid guidelines for such complex revision surgical procedures? Surgical treatment options as well as possible second line of defence strategies are demonstrated based on selected illustrative cases. In the revision setting, simple reimplantation of a total elbow prosthesis is not always feasible. If the remaining ulnar or humeral bone stock is insufficient for fixation of the components, allograft augmentation is necessary; however, long-term data with respect to prosthesis survival times after such complex revision surgery are still lacking. In addition, there is an increased risk of infection and the incorporation of the allograft used is also not guaranteed. Ultimately, there

remains only explantation of the prosthesis in the sense of a resection arthroplasty or arthrodesis, under the prerequisite that sufficient bone is still present. Independent of the procedure selected, a loss of function of the affected extremity is to be expected. The small number of cases, which are distributed among a few centers makes a comparison difficult. Treatment strategies should be individualized and must consider the specific basic underlying pathology; therefore, there is no simple single solution or universally valid guidelines. In the near future, revision surgery will become more and more important with increasing numbers of implanted elbow prostheses.

Keywords

Total elbow arthroplasty · Revision surgery · Salvage procedure · Bone · Complications

Abb. 6 ◀ Röntgenbilder in 2 Ebenen mit erheblichem knöchernem Substanzdefekt nach Ausbau einer Ellenbogenprothese wegen eines Spätinfekts

plantiert. Auf dem Boden einer Lockerung der humeralen Komponente, die bei der klinisch asymptomatischen Patientin primär nicht angegangen wurde, entstand dann im weiteren Verlauf eine periprosthetische Fraktur. Die Fraktur wurde über einen dorsalen trizepserhaltenden Zugang [11] mittels Doppelpplattenosteosynthese und homologer Spongiosaplastik versorgt. Bei festsitzender Ulnakomponente und nicht zur Verfügung stehender neuer Humeruskomponente musste die liegende Schaftkomponente erneut einzementiert werden. Wegen einer Nekrose des distalen Humerus, die zu einer erneuten Lockerung und zum Ausbruch der Prothese führte (Abb. 2), erfolgte 9 Monate später wiederum eine aufwendige Revision. Es wurde eine Resektion des nekrotischen Humerusanteils durchgeführt mit einem Allograft-Composite-Aufbau des distalen Humerus (Abb. 3). Gleichzeitig musste die Ellenbogenprothese gewechselt werden. Neu wurde eine Ellenbogenprothese vom Typ Coonrad/Morrey implantiert. Die Dockingstelle zwischen Spender- und Eigenknochen wurde mit einer write: Humeruslangschafthkomponente überbrückt. Die Prothese wurde zementiert. Die Stabilität des Allograft-Composite-Aufbaus wurde zusätzlich durch eine Plattenosteosynthese erhöht.

Die Stabilisierung der fenestrierten Ulna, Fenestrierung im Rahmen des Ausbaus der Ulnakomponente, erfolgte mit Miniplättchen und zusätzlichen Drahtcerclagen (Abb. 4).

In der Literatur werden unterschiedliche Ergebnisse angegeben, wenn solche große Defekte mit Allograft-Implantat-

Verbund-Rekonstruktionen behandelt werden müssen [6, 8, 16, 21]. Einerseits stellt die Inkorporation des verwendeten Allografts ein Problem dar. Dies kann von fehlender Einheilung über ein nur partielles „Bridging“ bis zum kompletten Einwachsen reichen. Die Komplikationsraten, insbesondere was Infekte anbelangt, sind hoch. Zum Beispiel berichtet Mansat [10] in der Aufarbeitung von 13 Fällen mit Allograft-Prothesen-Composite-Aufbau über 4 tiefe Infekte. Dabei konnte nur in 9 Fällen eine „graft to host union“ beobachtet werden. Amryfeitz [2] berichtet über lediglich einen tiefen Infekt bei 11 Fällen mit einem mittleren Follow-up von 75 Monaten. In 3 Fällen fand sich radiologisch keine Integration. Bei 3 weiteren Fällen konnte nur ein partielles Einheilen des Allografts beobachtet werden. Erwähnenswert ist auch der Tatbestand, dass es schwierig ist, eine genaue Quantifizierung der Einheilung zwischen Spenderknochen und Eigenknochen zu definieren. Die Dockingstelle sollte auch mit einer genügend langen Schaftprothese überbrückt werden. Somit erreicht man zusätzlich eine Rotationsstabilität.

Resektionsarthroplastik, Sine-Sine-Arthroplastik

Im Zeitraum zwischen 1998 und 2014 wurden an der Schulthess-Klinik 537 Ellenbogenprothesen bei 449 Patienten implantiert, wobei 42 Infektionen auftraten. Die Infektrate betrug somit 7,8 %. In der Literatur schwanken die Zahlen je nach Angaben zwischen 2 und 13 % [1, 13, 19, 20]. Diese Zahlen zeigen auf, dass die

Infektraten deutlich höher sind als Vergleichsweise in der Hüftchirurgie, wo im internationalen Standard Infektraten unter 1 % erwartet werden.

Dies liegt unter anderem an den lokal dünnen Weichteilverhältnissen, einer fehlenden muskulären Deckung der exponierten Knochenstrukturen, so wie dies bei der proximalen Ulna vorliegt. Die Hauptpopulation, die eine Ellenbogenprothese benötigt, ist immer noch der Polyarthritispatient. Die oft bei diesen Patienten vorhandene medikamentöse immunsuppressive Medikation begünstigt zusätzlich eine erhöhte Infektionsrate [3, 5, 17].

Bei Infekten ist ein Ausbau der Prothese oft unumgänglich, denn in der Regel handelt es sich hierbei um Spätinfekte, und eine Heilung kann nur dann erwartet werden, wenn sämtliches Fremdmaterial entfernt ist [19, 22, 23]. Die Bedeutung des Knochenerhalts beim notwendigen Ausbau der Prothesenkomponenten lässt sich hier am besten veranschaulichen. Bei Erhalt der Kondylen können durch die daraus resultierende Knifefork-Deformität funktionell erstaunliche Resultate erzielt werden. Die Führung der proximalen Ulna wird durch die Kondylen gewährleistet. Der Erhalt der Kondylen erlaubt eine relativ geführte stabile Bewegung im Ellenbogengelenk, vergleichbar mit dem freihändigen Balancieren eines Kindes auf einer Wippe (Abb. 5). Nur für solche Situationen sollte der Begriff der Resektionsarthroplastik verwendet werden. Durch diesen Knochenerhalt kann zudem ein Wiedereinbau der Ellenbogenprothese im Verlauf evaluiert werden [7, 15]. Hierfür

haben sich sog. „halbgekoppelte“ Prothesentypen bewährt, z. B. die Coonrad/Morrey-Prothese. Bei diesen Prothesentypen sind die einzelnen Komponenten durch ein Scharniergelenk miteinander verbunden. Dieser Koppelungsmechanismus übernimmt die stabilisierende Funktion des in der Regel insuffizienten Bandapparates. Durch eine zusätzliche anteriore Abstützung mittels Flansch wird die Stabilität nochmals erhöht. Die unverblockte Prothese stellt einen reinen Oberflächenersatz dar und hat sich für diese Indikationsstellung nicht durchgesetzt.

Geht ein Prothesenausbau mit einem erheblichen Substanzdefekt einher, so fehlt eine suffiziente knöcherne Führung. Daraus resultiert dann eine Floating-elbow-Situation. Der Begriff einer Sine-Sine-Arthroplastik beschreibt diesen Umstand viel treffender und sollte hierfür verwendet werden (■ Abb. 6).

Arthrodesen

Die Ellenbogenarthrodesen sind glücklicherweise selten nötig. In unseren Breitengraden ist dies ein sehr seltener Eingriff, der in wenigen Ausnahmefällen vorzuziehen ist. Die möglichen Indikationen sind einerseits die posttraumatische schmerzhafte Arthrose bei jungen Patienten, die für eine Ellenbogenprothese per se nicht qualifizieren, oder die posttraumatische Instabilität des Ellenbogens. Ein nichtbeherrschbarer Infekt kann ebenfalls zur Arthrodesen führen, und nicht selten wird bei diesen Eingriffen auch ein Knochenaufbau nötig. Kontraindikationen sind ein erheblicher Knochenverlust, unzureichende Weichteile, eine erhebliche Verkürzung und Pathologien der benachbarten Gelenke. Die Fallzahlen sind sehr klein, und die Erfahrungen beschränken sich auf wenige Fälle. In der Literatur wird lediglich über Einzelfälle berichtet. Größere Fallberichte beschränken sich auf maximal 15 Patienten [8]. Ein Hauptproblem stellt die hohe Pseudarthrosenrate dar.

In der Regel erfolgt die Fusion in einer 90°-Flexion im Ellenbogengelenk. Individuell angepasste Fusionswinkel sind aber je nach Bedürfnis des Patienten zu berücksichtigen. Der optimale, für den

jeweiligen Patienten gewählte Fusionswinkel kann präoperativ durch das jeweilige Anpassen jeweils einer Orthese in den verschiedenen zu wählenden Fusionswinkeln simuliert werden.

Fazit für die Praxis

- Mit der Ausweitung der Indikationsstellung ist mit einer steigenden Anzahl von Primärimplantationen von Ellenbogenprothesen zu rechnen. Folglich ist auch eine Zunahme der Komplikationen zu erwarten, die zu einer Revision führen.
- Die erneute Prothesenimplantation steht in direkter Relation zur Ursache der Revision und ist oft nicht mehr möglich.
- Ein insuffizienter „bone stock“ verunmöglicht den Wiedereinbau einer Ellenbogenprothese oder Bedarf eines Aufbaus mit Allograft. Diese komplexen Revisionseingriffe sind per se schon mit höheren Komplikationsraten behaftet. Sie erfordern eine entsprechende Erfahrung des Operateurs und seiner Infrastruktur.
- Weitere „salvage procedures“ sind die Resektionsarthroplastik, die mit einem beträchtlichen Funktionsverlust einhergeht, resultierend aus einer Instabilität im Sinne eines „floating elbows“.
- Die Ellenbogenarthrodesen sind ein Rettungsanker im Sinne einer Ultima Ratio und führt zu einer beträchtlichen, bleibenden Funktionseinbuße.

Korrespondenzadresse

Dr. F. Moro
Schulter- und Ellbogenchirurgie, Schulthess Klinik
Lenggthalde 2, 8008 Zürich, Schweiz
fabrizio.moro@kws.ch

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. F. Moro gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Dieser Beitrag beinhaltet keine vom Autor durchgeführten Studien an Menschen oder Tieren.

The supplement containing this article is not sponsored by industry.

Literatur

1. Achermann et al (2011) Characteristics and outcome of 27 elbow periprosthetic joint infections: results from a 14 year cohort study of 358 elbow prostheses. Clin Microbiol Infect 17:432–438
2. Amirfeyz R et al (2011) Allograft prosthesis composite reconstruction for the management of failed elbow replacement with massive structural bone loss: a medium term follow up. J Bone Joint Surg Br 93-B:1382–1388
3. Scherrer CB et al (2013) Infection risk after orthopaedic surgery in patients with inflammatory rheumatic diseases treated with immunosuppressive drugs. Arthritis Care Res 65(12):2032–2040
4. Celli A et al (2005) Triceps insufficiency following total elbow arthroplasty. J Bone Joint Surg 87-A(9):1957–1964
5. Curtis et al (2007) Risk of serious bacterial infections among rheumatoid arthritis patients exposed to tumor necrosis factor alpha antagonists. Arthritis Rheum 56:1125–1133
6. Dean et al (1997) Elbow allograft for reconstruction of the elbow with massive bone loss. Long term results. Clin Orthop Relat Res 341:12–22
7. VCheung E et al (2008) Reimplantation of a total elbow prosthesis following resection arthroplasty for infection. J Bone Joint Surg 90 A(3):589–594
8. Koller H et al (2008) The fate of elbow arthrodesis; Indications, techniques and outcome in fourteen patients. J Shoulder Elbow Surg 17:293–306
10. Mansat et al (2004) Allograft prosthesis composite for revision of catastrophic failure of total elbow arthroplasty. J Bone Joint Surg Am 86-A:724–735
11. Gerwin M et al (1996) Alternative exposures of the posterior aspect of the humeral diaphysis, with reference to the radial nerve. J Bone Joint Surg Am 78:1690–1695
12. Moro JK et al (2000) Total elbow arthroplasty in the treatment of posttraumatic conditions of the elbow. Clin Orthop Relat Res 370:102–114
13. Morrey BF et al (1983) Infection after total elbow arthroplasty. J Bone Joint Surg 65A:330–338
14. Morrey BF (1982) Complication of total elbow arthroplasty. Clin Orthop Relat Res 170:204–212
15. Sneftrup SB et al (2006) Revision of failed total elbow arthroplasty with use of a linked implant. J Bone Joint Surg Br 88-B:78–83
16. Sanchez Sotelo et al (2002) Peri prosthetic humeral fracture after total elbow arthroplasty: treatment with implant revision and strut allograft augmentation. J Bone Joint Surg Am 84:1651–1658
17. Wendling D (2007) Surgery in rheumatoid arthritis patient under anti-TNF-alpha-therapy, what is the risk? Clin Rheumatol 26(8):1396–1397
18. Trockmorton T et al (2010) Failure patterns after linked semi constrained total elbow arthroplasty for posttraumatic arthritis. J Bone Joint Surg Am 92.p:1432–1441
19. Wolfe SW et al (1990) Management of infection about elbow prostheses. J Bone Joint Surg 72A:198–212
20. Yamaguchi K et al (1998) Infection after total elbow arthroplasty. J Bone Joint Surg 80A(4):481–491
21. Gird Rhee Y et al (2013) Impaction grafting in revision total elbow arthroplasty due to aseptic loosening and bone loss. J Bone Joint Surg Am 95(e74):1–7

-
22. Gird Rhee Y et al (2016) Resection arthroplasty for periprosthetic infection after total elbow arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 25(1):105–111
 23. Zarkadas Peter C et al (2010) Long term outcome of resection arthroplasty for the failed total elbow arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 92(15):2576–2582