

# Zdravljenje zmanjšane gibljivosti komolca

## Treatment of elbow stiffness

Anže Mihelič,<sup>1</sup> Maruška Trebše,<sup>2</sup> Neža Trebše,<sup>2</sup> Rihard Trebše<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Otopedska bolnišnica  
Valdoltra, Ankaran

<sup>2</sup> Medicinska fakulteta,  
Univerza v Ljubljani,  
Ljubljana

### Korespondenca/ Correspondence:

Anže Mihelič, e: anze.  
mihelic@ob-valdoltra.si

### Ključne besede:

komolec; otrdelost;  
kontraktura; artroliza;  
konzervativno zdravljenje

### Key words:

elbow; stiffness;  
contracture; arthrolysis;  
conservative treatment

Prispelo: 29. 7. 2017

Sprejeto: 11. 12. 2017

### Izvleček

Zmanjšana gibljivost ali kontraktura komolca je lahko posledica različnih dejavnikov, med katerimi prevladujejo stanja po poškodbah in heterotopične zakostenitve v okolici komolca, ki se najpogosteje pojavijo po poškodbi glave ali hrbtenjače. Tako artroskopsko kot odprto kirurško zdravljenje je uspešno. Artroskopski posegi so namenjeni zgolj reševanju znotrajsklepnih vzrokov in vzrokov v sami kapsuli, odprte kirurške tehnike pa uporabljamo pri znotraj- in zunajsklepnih vzrokih. Za razrešitev zmanjšane gibljivosti uporabljamo različne kirurške pristope glede na anatomske vzroke in umeščenost spremembe. Zapleti so redki, med najpogostejšimi je predvsem nepopolna razrešitev kontrakture. Okvare živcev so zelo redke. Najpogostejša med njimi je delna poškodba ulnarnega živca, zlasti kadar ga je treba sprostiti ali prestaviti. Konzervativno zdravljenje s statičnimi in dinamičnimi opornicami je v izbranih primerih lahko alternativa kirurškemu zdravljenju, kadar ni mehanskih vzrokov za kontrakturo oz. gre le za dopolnitev kirurških metod v obdobju po operaciji.

### Abstract

Elbow stiffness may develop due to various causes but most frequently it is secondary to a traumatic elbow lesion or heterotopic ossification common after head or spinal trauma. Both open and arthroscopic releases are effective. The arthroscopic release is reserved for intra-articular and capsular reasons, while open surgery can address either intra-articular or extra-articular causes. Different surgical approaches are used to treat elbow stiffness, depending on the exact anatomical location of the lesion that limits the range of movements. Complications are rare, the most frequent being incomplete resolution of stiffness. Nerve lesions are very rare. Most frequent is a partial ulnar nerve lesion, especially when nerve release or transposition is required. Conservative treatment with static or dynamic braces can be effective when there are no anatomical reasons for stiffness. Braces can be used as an adjunct to surgical treatment in the postoperative period in selected cases where no bony impingement is present.

**Citirajte kot/Cite as:** Mihelič A, Trebše M, Trebše N, Trebše R. Zdravljenje zmanjšane gibljivosti komolca. Zdrav Vestn. 2018;87(5–6):289–96.

**DOI:** 10.6016/ZdravVestn.2638

## 1. Uvod

Komolec je funkcionalno zelo pomemben sklep, saj skupaj z ramenskim sklepom omogoča izredno velik obseg gibanja roke v prostoru. Zagotavlja večino običajnih vsakdanjih dejavnosti, ki zahtevajo približanje roke k obrazu. Komolec otrdi pogosteje kot drugi sklepi zaradi kongruentne oblike sklepa in občutljivosti sklepne kapsule na poškodbo (1). Zmanjšana gibljivost

lahko pomembno oslabi funkcijo roke, zato se omejena gibljivost v komolcu zdravi pogostejše kot pri drugih sklepih. Normalen obseg giba v komolcu je  $0^{\circ}$ – $145^{\circ}$  (2). Nekatere pogoste dejavnosti, kot je uporaba prenosnega telefona in tipkovnice, zahteva uporabno fleksijo do  $145^{\circ}$ .

Namen preglednega članka je seznaniti bralca z obravnavo in načini zdravljenja bolnika s kontrakturo komolca. Namenjen je tako družinskim zdravnikom kot specialistom fiziatrom, travmatologom in ortopedom.

## 2. Funkcionalna anatomija komolca

Komolčni sklep je močno vpet tričleni tečajni sklep, sestavljen iz ulnohumeralnega, radiohumeralnega in proksimalnega radioulnarnega dela. Najpomembnejši del je ulnohumeralni sklep, ki ga sestavlja trohlea humerusa s trohlearno incizuro proksimalne ulne. Omogoča upogib in izteg ter utrpi največjo obremenitev pri tem gibu. Capitulum humerusa in fovea glavice radiusa sestavljata radiohumeralni sklep brez pomembne vloge pri nosilnosti sklepa, omogoča pa skupaj z vezmi lateralno stabilnost. Proksimalni radioulnarni sklep omogoča skupaj z distalnim radioulnarnim sklepom rotiranje podlakti. Processus coronoideus in olekranon na bližnjem delu ulne sta glavna stabilizatorja komolca v sagitalni ravnini. V tej ravnini se sklepna površina humerusa nagne približno  $30^{\circ}$  anteriorno, v čelni ravnini pa se sklepna ploskev nagne približno  $6^{\circ}$  lateralno v valgus, kar imenujemo tudi nosilni kot.

Na medialni strani komolca se nahaja tridelna ulnarna stranska vez, ki je sestavljena iz sprednjega, zadnjega in prečnega snopa. Najpomembnejši je sprednji snop, ki omogoča valgusno stabilnost komolca. Lateralna stranska vez se na-

haja na radialni strani. Z enim snopom povezuje distalni humerus z lateralnim delom proksimalne ulne, sprednji snop pa zvezno prehaja v anularno vez, ki je glavni stabilizator proksimalnega radioulnarnega sklepa.

Komolec je funkcijsko pomembno oslabljen, ko se upogib zmanjša pod  $120^{\circ}$ , ko je obseg rotacij podlahti manj kot  $45^{\circ}$  ali ko se polna iztegnitev zmanjša za več kot  $30^{\circ}$ . Upogib je funkcionalno bolj pomemben od iztega. Pri vsakodnevnih dejavnostih zadostuje obseg gibljivosti  $30^{\circ}$ – $130^{\circ}$ . Zmanjšanje upogiba in rotacije v komolcu pomembno ohromi dnevne dejavnosti, kot so npr. natančna ročna opravila, stik roke z obrazom in osebna nega. Izguba iztega komolca je pogosto zelo neprijetna, saj onemogoča intimno nego. Izguba polne supinacije je hujša od primankljaja pronacije, ki jo lahko nadomesti gibljivost v ramenskem sklepu.

## 3. Patogeneza kontrakture

Vzroki za otrdelost komolca so različni. V do 20 % se pojavi kot zaplet po poškodbi (2), predvsem po izpahu in zlomu, ter tudi po poškodbi glave oziroma hrbtenjače (3), pri obsežnih opeklinah (4) in po operaciji komolca (5). Sočasna poškodba glave in komolca povzroči razvoj heterotopnih zakostnelosti (osifikacij) pri 80 % bolnikov (6). Pomembni vzroki za kontrakturo so tudi artroza, sistemske vnetne bolezni, kongenitalne malformacije, bolezni sinovialske ovojnice, kit in mišic ter dolgotrajna imobilizacija.

Razlogi za zmanjšano gibljivost komolca so lahko znotrajsklepni ali intrinzični, zunajsklepni ali ekstrinzični in kombinirani. Znotrajsklepni razlogi vključujejo izliv, osteofite, prosta telesa, tujke, zarastline, nekongruentno oblikovane sklepne površine in vnetne granulome pri revmatskih boleznih.



**Slika 1:** Proksimalna radioulnarna sinostoza s fiksno kontrakturo pronacije in supinacije ter omejenim upogibom in iztegom po poškodbi.

Najpogosteje je intrinzična kontraktura posledica nastanka adhezij znotraj sklepa, izgube ali odluščenja hrustanca z neožiljenih delcev po kominutivnem zlomu in deformacije sklepa zaradi poškodbe.

Med zunajsklepne vzroke prištevamo ektopične osifikacije, utesnitve in zatikanja zaradi nepravilno zaraščenih zlomov, psevdartroze, kongenitalne deformacije, kontrakture mehkih tkiv in kontrakture zaradi boleče utesnitve živcev, predvsem ulnarnega živca.

Kontrakture stranskih vezi in kapsule lahko patofiziološko razložimo s pospešenim nastajanjem miofibroblastov v predelu sklepa (7,8), brazgotinjenjem in fibrozo sklepne kapsule. Histološko se zakrčeno tkivo razlikuje od normalnega (9). Kontrakture stranskih vezi so klinično pogoste, ker lahko po poškodbi okostenijo, lahko pa nastanejo tudi pri pretiranem pasivnem razgibavanju komolca ali zaradi daljše imobilizacije sklepa v skrčenem položaju (5,10).

Heterotopna osifikacija je patološka tvorba. Nastajajo lističi kostnega tkiva znotraj mehkih tkiv na mestih, kjer kostnina običajno ni prisotna. Nedavno so ugotovili, da po poškodbi glave periferni živci izločajo citokine, ki stimulirajo nastanek nove kosti, najpogosteje v mi-

šicah, kar razloži pogost pojav heterotopnih zakostenitev v okolici komolca (11).

#### 4. Diagnosticiranje

Klinični pregled je poleg anamneze vzroka za otrdelost komolca osnova za odločitev o kirurškem oz. konzervativnem zdravljenju. Pregled zajema tudi sosednje sklepe, vratno hrbtenico in nevrološki status zgornjega uda. Še posebej smo pozorni na morebitno utesnitev ulnarnega živca. Izmerimo pasivni in aktivni obseg gibljivosti in preverimo stabilnost sklepa. Čvrste in neboleče skrajne lege nam že pri pregledu nakazujejo kostno oviro (Slika 1), elastične skrajne lege obsega gibljivosti pa bolj nakazujejo mehkotivni vzrok. Pomembno je oceniti tudi stanje kože pri sumu na sistemske bolezni. Poleg standardnih anteriornih, posteriornih in lateralnih rentgenskih posnetkov je glavna diagnostična preiskava računalniška tomografija s tridimenzionalno rekonstruiranimi slikami (3D CT), ki se lahko računalniško nadgradi, da si natančno prikažemo mehanske ovire in simuliranje gibanja v sklepu. Po potrebi lahko opravimo tudi magnetnoresonančno slikanje (MRI) sklepa, da ocenimo mehkotivne strukture. Pri sumu na

**Tabela 1:** Klasifikacija otrdelosti komolca po Kayu glede na vzrok za omejeno gibljivost.

Tip 1	kontraktura mehkih tkiv
Tip 2	kontraktura mehkih tkiv z zakostenitvami
Tip 3	sklepni zlom brez premika s kontrakturo mehkih tkiv
Tip 4	sklepni zlom s premikom in kontrakturo mehkih tkiv
Tip 5	zakostenitev po poškodbi

znotrajsklepna prosta telesa je obvezno opraviti še artrografijo.

#### 4.1. Klasifikacije

Obstajajo različne klasifikacije otrdelosti komolca. Najpogosteje se uporablja klasifikacija po Kayu (Tabela 1), ki razvršča otrdelost po vzrokih. Obširnejša Mooreyeva klasifikacija pa temelji na anatomski umeščenosti in vzroku za otrdelost, ki je lahko znotrajsklepni, zunajsklepni ali kombinirani (12).

### 5. Zdravljenje

Bolnikov z delno omejeno gibljivostjo komolca je precej, a le pri nekaterih je obseg gibljivosti zunaj funkcionalnega območja. Pri teh lahko zahtevno zdravljenje pomembno izboljša delovanje sklepa. Odločitev za poseg je lažja, če so hkrati prisotne tudi bolečine oz. znaki utesnitve ulnarnega živca ali motorične veje radialnega živca. Ker se omejena gibljivost komolca po poškodbi popravlja do enega leta po poškodbi, je v takih primerih z operacijo smiselno nekoliko počakati (7,13-15). Daljše čakanje pa uspešnost posega bistveno zmanjša (12).

### 6. Konzervativno zdravljenje

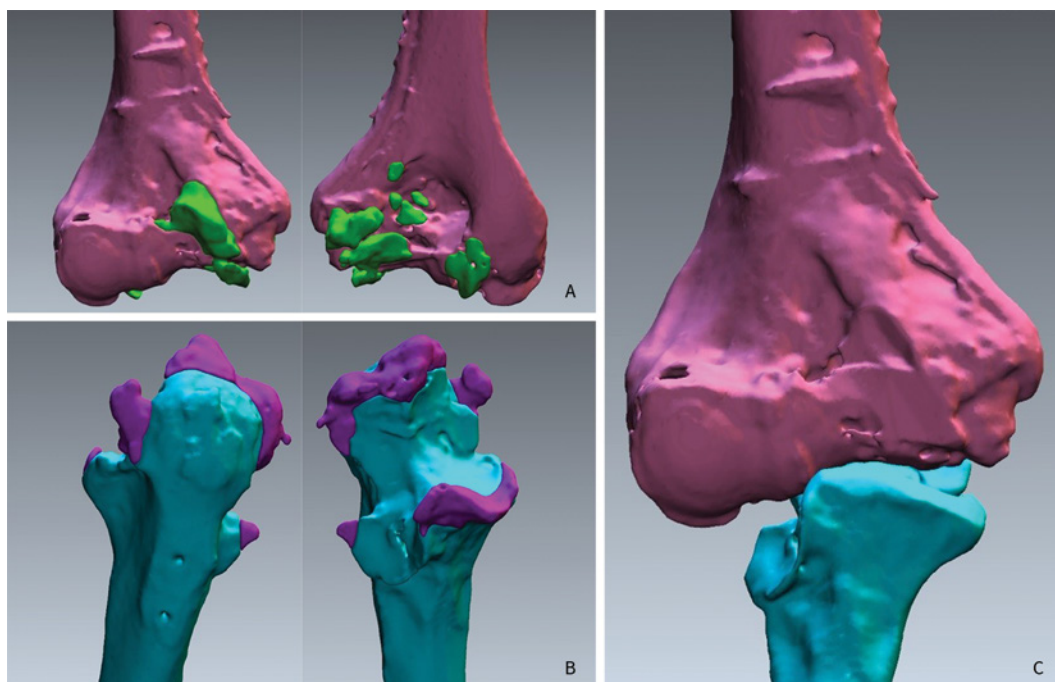
Komolčne opornice se kot samostojni pripomoček zdravljenja otrdelosti lahko uporabljajo pri rehabilitaciji po

operaciji, oz. kadar ni razloga za kontrakturo v kosteh (13). Dodatna uporaba opornic po kirurškem posegu lahko poveča gibljivost, izmerjeno pred posegom, za več kot 45 °, brez operacije pa se obseg gibljivosti samo z uporabo opornic lahko poveča do praviloma največ 30–40 ° (10).

Razlikujemo med statičnimi in dinamičnimi opornicami. Pri statičnih postopno povečujemo dovoljeni obseg gibljivosti, dinamične opornice pa zakrčena tkiva neprenehoma nežno raztežajo. Oba tipa opornic sta enako učinkovita, ker obseg gibljivosti lahko povečata za 30–40 ° (10). Fizioterapija z intenzivnim pasivnim raztezanjem ni priporočljiva, saj povzroča vnetje kapsule in včasih celo zakostenitve stranskih vezi, kar zmanjša obseg gibljivosti. Pri konzervativnem zdravljenju je pomembno dobro sodelovanje med fiziatrom in kirurgom.

### 7. Kirurško zdravljenje

Zaradi bližine številnih žil in živcev je poseg na komolčnem sklepu vselej tehnično zahteven. Topografija površine komolčnega sklepa je razgibana, zato lahko že minimalna kostna sprememba povzroči pomembno omejitev gibljivost. Pred posegom je pomembno analizirati, ali gre zgolj za mehkotkivne ali tudi za kostne ovire. Pri slednjih je potrebna natančna morfološka analiza zatikanja, da se določi umestitev in načrtuje kirurški pristop, ki mora omogočiti preglednost področja, kjer se nahaja vzrok za omejeno gibljivost (Slika 2). Kadar imamo znake in simptome draženja ulnarnega živca oz. je bil upogib pred operacijo manj kot 100 °, je med operacijo potrebno sprostiti tudi živec, sicer lahko v 15 % pride do njegove okvare zaradi akutnega vkleščenja v tunelu komolca (16).



**Slika 2:** Načrt pred operacijo. Računalniška analiza topografije otrdelega komolca. Po simulaciji upogiba in iztega so označena področja s kostnimi ovirami, ki omejujejo obseg gibov. A – sprednja in zadnja površina distalnega humerusa, z zeleno označene kostne ovire obsega giba. B – sprednja in zadnja površina proksimalne ulne, z vijolično označene kostne ovire obsega giba. C – stanje po virtualni odstranitvi kostnih ovir gibanja.

## 7.1. Artroskopsko zdravljenje

Artroskopska operacija komolca lahko v veliko primerih razreši kontrakturo komolca. Prednosti so v majhni invazivnosti posega, minimalni izgubi krvi, manjši bolečini po posegu in hitrejši rehabilitaciji. Poseg je tehnično zahteven, glavna nevarnost pa so poškodbe živcev, ki so pogostejše kot pri odprti tehniki. Največja pomanjkljivost artroskopskega pristopa je omejen dostop do zunajsklepnih struktur. Indikacije za artroskopsko operacijo komolca so znotrajsklepní ali t.i. kapsularni vzroki za otrdelost. Heterotopične zakostenitve, kontrakture z zunaj sklepnimi zarastlinami, omejena pronacija in supinacija ter huda artroza sklepa pa so kontraindikacije za artroskopski poseg.

Učinkovitost tovrstnega kirurškega zdravljenja je dokazano velika.

Pederzini (17) je preučil veliko kohortno skupino in izmeril za  $33^\circ$  povečan obseg gibljivosti pri popoškodbeni in  $13^\circ$  pri obrabni otrdelosti komolca. Wu opisuje v študiji 34 bolnikov s povprečnim izboljšanjem gibljivosti za  $65,9^\circ$  (18). Tudi druge študije poročajo o podobnih rezultatih s povprečnim izboljšanjem gibljivosti za  $40^\circ$ . Večinoma se začetno pridobljena gibljivosti s časom ne poslabša (19), večji obseg gibljivosti pa pridobimo pri bolnikih s slabšo gibljivostjo pred operacijo (20).

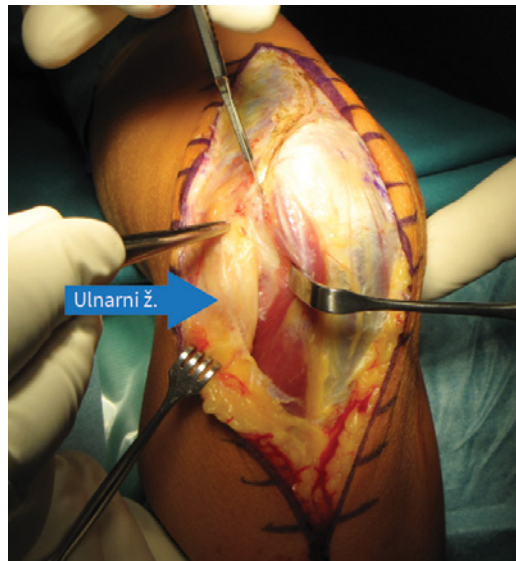
V naši ustanovi opravimo letno okoli 10 artroskopskih posegov na komolcu.

## 7.2. Odprto kirurško zdravljenje

Odprtemu kirurškemu zdravljenju je pogosto pridružen dodatni poseg, kot je sprostitvev ali prestavitev utesnje-



**Slika 3:** Univerzalni posteriorni pristop omogoča dostop na 270° obsega komolca.



nega ulnarnega živca, interpozicijska artroplastika ali prenos mišice anconeus. Najpomembnejša je sprostitev in odstranitev sprednje ter zadnje sklepne kapsule, tenotomija mišice brachialis oziroma njena sprostitev iz distalne tretjine humerusa, odstanitev vseh osteofitov in v nekaterih pri slabo zaraščenih zlomih pa znotraj- ali zunajsklepna osteotomija ter odstranitev delcev kosti za izboljšanje kongruentnosti sklepa. Kadar je obseg upogiba v komolcu manj kot 100°, je potrebno sprostiti zadnji snop medialne stranske vezi (16), ki je glavni stabilizator pri upogibu in se v iztegu postopno skrči. Nahaja se v dnu komolčnega kanala pod ulnarnim živcem, ki ga je v tem primeru potrebno sprostiti. Pri posegih za pridobitev upogiba je pomembna tudi sprostitev tricepsa iz distalnega dela humerusa.

Glede na tip in umeščenost sprememb uporabljamo različne kirurške pristope. Za stabilnost komolca je ključno, da ohranimo lateralno stransko vez in sprednji snop medialne stranske vezi. Najboljši prikaz omogoča univerzalni posteriorni pristop, saj omogoča dostop do medialne in lateralne strani komolca (Slika 3). Lateralni in medialni pristop se uporabljata, ko so spremembe zgolj na

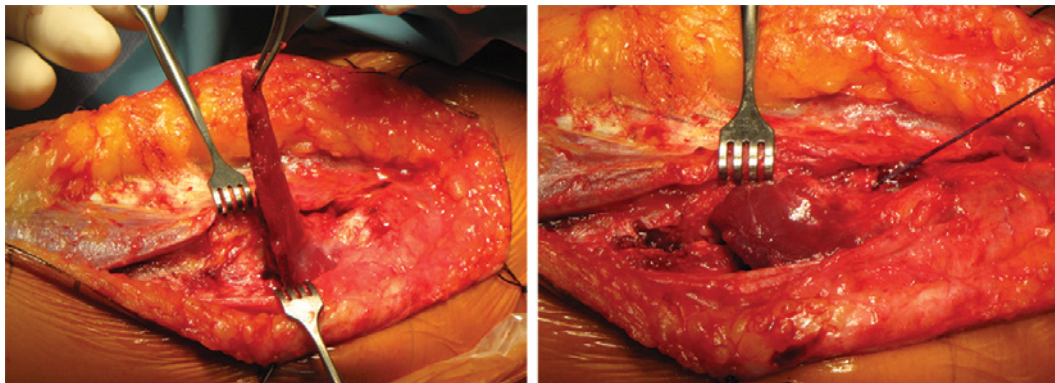
lateralni oz. medialni strani. Medialni pristop je najpriročnejši za posege na processu coronoideusu. Sprednji ali Henryjev pristop uporabljamo redko, večinoma, kadar je treba sprostiti tudi radialni živec ali njegove veje, ter pri spremembah v proksimalnem radioulnarnem sklepu. K operaciji v področju glavice radiusa pristopimo po lateralni strani v Kocherjevem intervalu med mišicama anconeus in extensor carpi ulnaris. Pristop omogoča izvedbo prenosa mišice anconeus (Slika 4) ali zamenjavo glavice radiusa z umetno. Pri odločanju o pristopu je vselej potrebno upoštevati morebitne brazgotine posegov pred tem. Odprta kirurgija je zelo uspešna pri odstranitvi zunajsklepnih zakostenitev (10,21), ki se po operaciji redko ponovijo.

Najpogostejši odprti kirurški poseg za razrešitev omejene gibljivosti komolca je lateralni pristop na sklep z ohranitvijo lateralnih stranskih vezi ter sprostitev sprednje in zadnje sklepne kapsule, imenovan *column procedure* (22,23). Pristop razvijemo na sprednji strani med humerusom in dolgo iztegovalko zapestja do sklepne kapsule, kjer se distalno nadaljuje med kratko in dolgo iztegovalko zapestja. Posterioarno pa poteka med lateralno glavo tricepsa in humerusom in nadaljuje distalno pred anconeusom.

Glavico radiusa pri hudi poškodbi, deformaciji ali radiohumeralni artrozi lahko zamenjamo z umetno (24). Če je komolec brez odstranjene glavice stabilen, lahko okvaro biološko zapolnimo tudi z mišico anconeus (Slika 4). Nadomestitev glavice radiusa s protezo je smiselna le pri nestabilnem komolcu s pomembno okvaro prednjega snopa medialne stranske vezi z valgusno nestabilnostjo.

Odprti kirurški posegi so zelo uspešni. Večina študij navaja veliko izboljšanje v obsegu gibljivosti in funk-

**Slika 4:** Prepariranje mišice anconeus in prestavitev v radiokapitelni kompartment.



ciji sklepa. Pridobitev gibljivosti znaša  $20^{\circ}$ – $90^{\circ}$  (25-27). Dodatni posegi gibljivost še povečajo (26). Potrebno je poudariti, da je pri zelo omejeni gibljivosti skoraj nemogoče le z eno operacijo povrniti celoten primanjkljaj. Pri hudi otrdelosti je vselej potrebnih več sprostitev posegov, uspešnost posegov pa je dolgotrajna (27,28). Pri otrdelosti po poškodbi je uspeh zdravljenja boljši, če operiramo v letu po poškodbi in ne kasneje (14).

Zunanji fiksator uporabljamo v redkih primerih. Pomemben je pri posegih, ko ob sprostitvi kontraktur hkrati rekonstruiramo stranske vezi. Omogoča izvajanje vaj za gibljivost po operaciji brez obremenjevanja rekonstruiranih vezi ali kosti. Pomembno vlogo ima tudi po kirurški sprostitvi kontraktur, ko je zaželeno raztegovanje, in pri bolnikih po interpozicijski artroplastiki, da se omogoči gibljivost, medtem ko se vezi še celijo (29).

V naši ustanovi opravimo letno 10–20 odprtih artroliz.

### 7.3. Zapleti

Najpogostejši zaplet pri kirurškem zdravljenju zmanjšane gibljivosti je ponovitev. Morrey je ugotovil, da se le-te ponovijo pri 26 % bolnikov. Pri teh je bila potrebna dodatna artroliza (12). Podobni delež navajajo tudi druge študije (15,18). Poškodbe živcev so redke. Pomembno je upoštevati, da se po

razrešitvi kontraktur ulnarni živec pri upogibu lahko vklešči v ulnarnem kanalu, sploh če je le-ta obdan z ektopično kostjo, saj upogib zmanjša premer kanala. Če je obseg upogiba v komolcu pred operacijo manj kot  $90^{\circ}$ , je potrebno pri operaciji ulnarni živec najprej sprostiti ali celo prestaviti, preden se lotimo dokončne artrolize (30). Do 10 % bolnikov ima lahko po operaciji blago poškodovan živec. Večinoma pa so simptomi le prehodni (31).

## 8. Zaključek

Otrdelost komolca po operaciji je pogosta tudi po manjši poškodbi. Velik obseg gibljivosti komolčnega sklepa je nujno potreben pri izvajanju vsakodnevne dejavnosti. Izidi kirurškega zdravljenja so dobri in imajo malo zapletov. V primeru, ko ni mehanskih kostnih ovir, lahko zdravimo konzervativno. Operacija je potrebna, ko omejena gibljivost pomembno ovira običajne dnevne dejavnosti bolnika. Pri hudi otrdelosti je priporočljivo najprej sprostiti ulnarni živec in nato nadaljevati sproščanje ostalih delov, da se izognemo kompresiji živca pri na novo pridobljeni skrčitvi.

V Sloveniji izvajajo doslej opisane kirurške posege v terciarnih ustanovah ortopedi in travmatologi, ortopedi pa tudi v specializiranih ortopedskih centrih, kamor svetujemo napotiti bolnike za nadaljnjo obravnavo.

## Literatura

1. Regan WD, Reilly CD. Distraction arthroplasty of the elbow. *Hand Clin.* 1993 Nov;9(4):719–28.
2. Schrupf MA, Lyman S, Do H, Schreiber JJ, Gay DM, Marx R et al. Incidence of postoperative elbow contracture release in New York State. *J Hand Surg Am.* 2013 Sep;38(9):1746–52.e1.
3. Tu TH, Wu JC, Huang WC, Guo WY, Wu CL, Shih YH et al. Heterotopic ossification after cervical total disc replacement: determination by CT and effects on clinical outcomes. *J Neurosurg Spine.* 2011 Apr;14(4):457–65.
4. Medina A, Tredget EE. Strategies to increase flap survival in nasal reconstruction in patients with deep pan-facial burns. *J Burn Care Res.* 2013 Jan-Feb;34(1):e42–7.
5. Bauer AS, Lawson BK, Bliss RL, Dyer GS. Risk factors for posttraumatic heterotopic ossification of the elbow: case-control study. *J Hand Surg Am.* 2012 Jul;37(7):1422–9.e1.
6. Evans PJ, Nandi S, Maschke S, Hoyen HA, Lawton JN. Prevention and treatment of elbow stiffness. *J Hand Surg Am.* 2009 Apr;34(4):769–78.
7. Hildebrand KA, Sutherland C, Zhang M. Rabbit knee model of post-traumatic joint contractures: the long-term natural history of motion loss and myofibroblasts. *J Orthop Res.* 2004 Mar;22(2):313–20.
8. Hildebrand KA. Posttraumatic elbow joint contractures: defining pathologic capsular mechanisms and potential future treatment paradigms. *J Hand Surg Am.* 2013 Nov;38(11):2227–33.
9. Mattyasovszky SG, Hofmann A, Brochhausen C, Ritz U, Kuhn S, Wollstädter J et al. The effect of the pro-inflammatory cytokine tumor necrosis factor-alpha on human joint capsule myofibroblasts. *Arthritis Res Ther.* 2010;12(1):R4.
10. Lindenhovius AL, Jupiter JB. The posttraumatic stiff elbow: a review of the literature. *J Hand Surg Am.* 2007 Dec;32(10):1605–23.
11. Kraft CT, Agarwal S, Ranganathan K, Wong VW, Loder S, Li J et al. Trauma-induced heterotopic bone formation and the role of the immune system: A review. *J Trauma Acute Care Surg.* 2016 Jan;80(1):156–65.
12. Morrey BF. Post-traumatic contracture of the elbow. Operative treatment, including distraction arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 1990 Apr;72(4):601–18.
13. Marinelli A, Bettelli G, Guerra E, Nigrisoli M, Rotini R. Mobilization brace in post-traumatic elbow stiffness. *Musculoskelet Surg.* 2010 May;94(S1 Suppl 1):S37–45.
14. Ling SK, Lui TH, Faan YS, Lui PW, Ngai WK. Post-traumatic elbow rotational stiffness. *Shoulder Elbow.* 2014 Apr;6(2):119–23.
15. Myden C, Hildebrand K. Elbow joint contracture after traumatic injury. *J Shoulder Elbow Surg.* 2011 Jan;20(1):39–44.
16. Williams BG, Sotereanos DG, Baratz ME, Jarrett CD, Venouziou AI, Miller MC. The contracted elbow: is ulnar nerve release necessary? *J Shoulder Elbow Surg.* 2012 Dec;21(12):1632–6.
17. Pederzini LA, Bain GI, Safran MR, editors. *Elbow arthroscopy.* Berlin: Springer; 2013. pp. 43–56.
18. Wu X, Wang H, Meng C, Yang S, Duan D, Xu W et al. Outcomes of arthroscopic arthrolysis for the post-traumatic elbow stiffness. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015 Sep;23(9):2715–20.
19. Kim SJ, Shin SJ. Arthroscopic treatment for limitation of motion of the elbow. *Clin Orthop Relat Res.* 2000 Jun;375:140–8.
20. Ball CM, Meunier M, Galatz LM, Calfee R, Yamaguchi K. Arthroscopic treatment of post-traumatic elbow contracture. *J Shoulder Elbow Surg.* 2002 Nov-Dec;11(6):624–9.
21. Koh KH, Lim TK, Lee HI, Park MJ. Surgical treatment of elbow stiffness caused by post-traumatic heterotopic ossification. *J Shoulder Elbow Surg.* 2013 Aug;22(8):1128–34.
22. Gundlach U, Eygendaal D. Surgical treatment of posttraumatic stiffness of the elbow: 2-year outcome in 21 patients after a column procedure. *Acta Orthop.* 2008 Feb;79(1):74–7.
23. Mansat P, Morrey BF. The column procedure: a limited lateral approach for extrinsic contracture of the elbow. *J Bone Joint Surg Am.* 1998 Nov;80(11):1603–15.
24. Yu SY, Yan HD, Ruan HJ, Wang W, Fan CY. Comparative study of radial head resection and prosthetic replacement in surgical release of stiff elbows. *Int Orthop.* 2015 Jan;39(1):73–9.
25. Yang M, Zhang DY, Fu ZG, Chen JH, Wang TB, Lu H et al. [Open arthrolysis for elbow stiffness: a report of 17 cases]. *Beijing Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban.* 2012 Dec;44(6):870–3.
26. Ring D, Adey L, Zurakowski D, Jupiter JB. Elbow capsulectomy for posttraumatic elbow stiffness. *J Hand Surg Am.* 2006 Oct;31(8):1264–71.
27. Rhee YG, Cho NS, Lim CT, Yi JW. Debridement arthroplasty for post-traumatic stiff elbow: intraoperative factors affecting the clinical results of surgical treatment. *Clin Orthop Surg.* 2009 Mar;1(1):27–33.
28. Sharma S, Rymaszewski LA. Open arthrolysis for post-traumatic stiffness of the elbow: results are durable over the medium term. *J Bone Joint Surg Br.* 2007 Jun;89(6):778–81.
29. Cheng SL, Morrey BF. Treatment of the mobile, painful arthritic elbow by distraction interposition arthroplasty. *J Bone Joint Surg Br.* 2000 Mar;82(2):233–8.
30. Park MJ, Kim HG, Lee JY. Surgical treatment of post-traumatic stiffness of the elbow. *J Bone Joint Surg Br.* 2004 Nov;86(8):1158–62.
31. Aldridge JM 3rd, Atkins TA, Gunneson EE, Urbaniak JR. Anterior release of the elbow for extension loss. *J Bone Joint Surg Am.* 2004 Sep;86-A(9):1955–60.