

PRIJELOMI GORNJEG EKSTREMITETA U DJECE – EPIDEMIOLOGIJA, MEHANIZAM CIJELJENJA, KLASIFIKACIJA I IZAZOVI LIJEČENJA

UPPER EXTREMITY CHILDREN'S FRACTURES – EPIDEMIOLOGY, HEALING MECHANISM, CLASSIFICATION AND TREATMENT CHALLENGES



Kristina Žgela Talan¹, Jelena Marunica Karšaj²

¹Djelatnost fizikalne medicine, Istarski domovi zdravlja

² Klinika za reumatologiju, fizikalnu medicinu i rehabilitaciju Klinički bolnički centar „Sestre milosrdnice“, Zagreb
Kristina Žgela Talan, dr. med.; ORCID 0000-0002-3830-0565

Jelena Marunica Karšaj, dr. med., FEBPRM; ORCID 0009-0007-7964-7673

Adresa za dopisivanje:

Jelena Marunica Karšaj, dr. med., FEBPRM <https://orcid.org/0009-0007-7964-7673>,

Klinika za reumatologiju, fizikalnu medicinu i rehabilitaciju, KBC Sestre milosrdnice

Vinogradska cesta 29, 10000 Zagreb, e-pošta: jelenamarunica@yahoo.com

Sažetak

Prijelomi u djece važan su javnozdravstveni problem koji obuhvaća oko 25 % svih oboljenja djece. U ovom preglednom radu obradit ćemo prijelome gornjih ekstremiteta u djece, koji čine oko 65 % svih prijeloma ove populacije, koji mogu utjecati na igru, školske i sportske aktivnosti. Potrebno je osigurati stručno vođenu i pravilno usmjerenu rehabilitaciju kako bi se postigao fiziološki opseg pokreta i funkcionalnost te izbjegle potencijalne komplikacije u smislu deformiteta, lezije perifernih živaca ili rjeđe potencijalnog smanjenog rasta kostiju gornjeg ekstremiteta. Cilj ovog rada je obrada tematike prijeloma gornjih ekstremiteta u djece s osvrtom na njezinu kompleksnost te epidemiologiju, mehanizme cijeljenja, klasifikaciju, izazove liječenja, važnost lezije perifernih živaca i psihološke manifestacije. Pretraživali smo znanstvene baze kao što su *Google Scholar*, *Pubmed* i *Web of Science*. Selekcionirali smo izvorne znanstvene radove i poglavlja u knjigama, sustavne preglede i metaanalize koristeći pojmove: *fracture*, *classification*, *peripheral nerve lesion*, *surgery*, *rehabilitation* u sukcesivnoj kombinaciji s pojmovima *upper extremity*, *children* dominantno u zadnjih pet godina. Prijelomi u djece razlikuju se od prijeloma u odraslih zbog specifičnosti građe kostiju, većeg potencijala za rast i regeneraciju, fizičke aktivnosti i mineralizacije. Ne postoje jasne smjernice niti protokoli o kirurškom liječenju te o rehabilitaciji istih.

Hospitalizacija, imobilizacija i rehabilitacija mogu utjecati na društveni život te uzrokovati i psihološke poteškoće. Najčešći uzroci prijeloma su padovi prilikom penjanja te prijelomi nastali u kontaktnim sportovima. Za donošenje odluke o modalitetu liječenja najvažniju ulogu imaju dob djeteta, vrsta prijeloma, potencijalna lezija perifernih živaca te uključenost u sportsku aktivnost. Potrebno je obratiti pozornost i na psihološke manifestacije nakon prijeloma.

Ključne riječi: prijelom, gornji ekstremitet, djeca, rehabilitacija

Summary

Children's fractures account for almost 25% of all pediatric disorders, making them a significant public health concern. In this review, we will focus on upper extremity fractures in children, which account for approximately 65% of all fractures in this population. Sports, education, and recreation can all be impacted by fractures. Expert-guided and carefully directed rehabilitation is required to attain the upper extremity's physiological range of motion and functionality while preventing potential long-term complications such as deformity, peripheral nerve injuries, and, less commonly, impaired bone growth. The aim of this review is to provide an overview of pediatric upper extremity fractures, focusing on their complexity, epidemiology, healing mechanisms, classification, treatment challenges, the significance of peripheral nerve injuries and associated psychological manifestations. We searched scientific databases such as Google Scholar, Pubmed, and Web of Science. Original research articles, book chapters, systematic reviews, and meta-analyses were selected using the terms: *fracture, classification, peripheral nerve lesion, surgery, and rehabilitation* in combination with *upper extremity* and *children* predominantly in the period within last five years. Pediatric fractures differ from adult fractures due to specific bone structure, higher potential for growth and regeneration, physical activity patterns, and bone mineralization. There are no standardized guidelines or protocols regarding surgical management and rehabilitation following a fracture. Hospitalization, immobilization, and rehabilitation can have an impact on social life, and long-term immobilization might lead to psychological issues. The most common causes of fractures in children include falls during climbing and fractures sustained in contact sports. Decision regarding treatment modality should consider the child's age, the type of fracture, potential peripheral nerve involvement, and participation in sports activities. In addition, attention should be given to the psychological impact of fractures

Key-words: fracture, upper extremity, children, rehabilitation

Uvod

Prijelomi u djece predstavljaju značajan javnozdravstveni problem (1) te predstavljaju veliku važnost zbog utjecaja na aktivnosti svakodnevnog života, od igre, školskih obaveza i sportskih aktivnosti (2). Procjenjuje se da će otprilike njih polovica tijekom djetinjstva pretrpjeti barem jedan prijelom (3), a godišnje otprilike jedno od desetero djece (4). Incidencija prijeloma varira od 12 do 36,1/1000 djece, a najčešće se javljaju između 10. i 14. godine (5), odnosno između 12. i 15. godine života (6). Najčešći uzroci prijeloma su padovi prilikom penjanja te prijelomi nastali u kontaktnim sportovima (6, 7). Zbog specifičnosti koštanog sustava u djece, cijeljenje se odvija puno brže jer veći subperiostalni hematomi i jači periost zajedno doprinose bržem formiranju dovoljno čvrstog kalusa, stoga je potrebno manje inicijalne stabilnosti. Naposlijetku, posljedično izraženijoj osteogenoj aktivnosti u ovoj populaciji, procesi cijeljenja preklapaju se s nastupom prijeloma, što znači da je stvaranje osteoklasta već aktivno u trenutku kada nastane prijelom (8). Za klasifikaciju većine prijeloma u djece koriste se različite klasifikacije, nazvane prema autorima koji su ih opisali. Cilj ovog preglednog rada je obraditi tematiku prijeloma gornjih ekstremiteta u djece s osvrtom na kompleksnost iste te epidemiologiju, mehanizme cijeljenja, klasifikaciju, važnost potencijalne lezije perifernih živaca, izazove liječenja i psihološke manifestacije.

Epidemiologija

Prijelomi u djece čine oko 25 % svih bolesti dječje dobi (1) te imaju važan utjecaj na aktivnosti svakodnevnog života i omogućuju identificiranje onih pojedinaca koji će im u odrasloj dobi biti skloniji (2). Vrhunac prijeloma prema Naranje i sur. javlja se između 10. i 14. godine (5), odnosno 12. i 15. godine života prema Mathison i sur (6). Ovaj vrhunac nastaje zbog brzog rasta koštanog sustava te posljedičnih pojačanih potreba novoformiranih kostiju, reformiranja radijalnih metafiza te zbog povećane sekrecije hormona koji reguliraju rast (9). Prijelomi ovise o spolu (češće kod muške djece), zemljopisnom području (2, 10), socio-ekonomskom statusu, rizičnom ponašanju koje može dovesti do sklonosti prijelomu i statusu kosti (mineralna gustoća kostiju, poremećaji prehrane, genetska obilježja) (6). Najčešći uzroci prijeloma su padovi i prijelomi nastali tijekom sportskih aktivnosti (7). Prijelomi tijekom sportske aktivnosti u djece mlađe od 10 godina najčešće su prijelomi u zoni rasta, koje opisuje klasifikacija po Salter-Harrisu (4). U timskim sportovima, prema podacima za SAD, najčešće ozljede u srednjoškolskih sportaša javljaju se u košarci, nogometu i u bejzbolu (6, 11, 12). Među najčešćim ozljedama su prijelomi metakarpalnih kostiju, koji se u 50 % slučajeva javljaju u nogometu (6). U bejzbolu najčešće nastaju prijelomi u području kostiju lica te prstiju šake, a najčešće su ozljede zapravo ozljede ramenog zgloba

(13). Prijelomi podlaktice i šake najčešći su prijelomi u košarci (14). U Europi, najčešće zastupljeni sportovi među djecom su nogomet, rukomet i košarka, iako zastupljenost među prvih pet sportova jako varira ovisno o geografskom položaju (15). Stoga se u Švedskoj među prvih pet najzastupljenijih sportova smjestio i hokej na ledu. Navedene razlike mogu se objasniti i povijesno-kulturološkim uzrocima. Primjerice, u Grčkoj u pet najzastupljenijih sportova nalazi se gimnastika, u Španjolskoj i Italiji Formula 1, a u Ujedinjenom Kraljevstvu kriket (15). Osim navedenih uzroka, prijelomi se mogu zadobiti i u prometnim nesrećama – djeca najčešće nastradaju kao pješaci i biciklisti. Ne smije se zanemariti izloženost nasilju i zlostavljanju. U zlostavljanju djece vidimo višestruke prijelome u različitim fazama zacjeljivanja (6). Prijelomi gornjih ekstremiteta u djece čine oko 65 % svih prijeloma ove populacije, pri čemu je prijelom distalnog radijusa najčešći prijelom (2). Prema Landin i sur., prijelom distalnog kraja radijusa kosti najčešći je prijelom u djece, s učestalošću od 25 do 43 %, a slijede ga prijelomi prstiju šake i karpalnih kostiju, klavikule, dijafize radijusa i ulne te suprakondilarni prijelom humerusa (16). Prema Wolfe i sur. najčešći prijelomi su prijelomi podlaktice i nadlaktične kosti (17), dok su prema radu Hedströma i sur. tri najčešća prijeloma prijelomi podlaktice, ključne kosti i prijelomi prstiju šake (7).

Mehanizam cijeljenja kostiju

Kost može cijeliti primarno (direktno) ili sekundarno (indirektno), ovisno o poziciji koštanih fragmenata. Primarno cijeljenje nastaje ako ne postoji pomak fragmenata, postiže se najčešće osteosintezom, a prijelom cijeli bez formiranja kalusa. Ako je razmak između koštanih fragmenata manji od 0,01 mm, primarni prijelom cijeli kontaktno tzv. Haversovom pregradnjom, koja se temelji na istodobnom spajanju i rekonstruiranju kosti. Kod razmaka fragmenata od 0,8 mm do 0,01 mm, primarni prijelom će cijeliti pukotinasto, na način da se primarna koštana struktura postepeno zamijeni revaskulariziranim osteonima s progenitorskim stanicama koje će se diferencirati u osteoblaste (18). Sekundarno (indirektno) cijeljenje karakterizirano je nastankom kalusa, a nastaje u slučaju postojanja međusobnog pomaka koštanih fragmenata. Ovo je najčešći način cijeljenja kosti, koji se najčešće javlja prilikom vanjske fiksacije ili unutarnje fiksacije kompliciranih prijeloma, a kost pri cijeljenju prolazi kroz nekoliko faza: akutna upalna faza, reparativna i remodelirajuća faza (18). Upalna faza započinje hematonom koji nastaje odmah nakon nastanka ozljede te ujedno dolazi i do otpuštanja raznih medijatora upale, poput citokina, prostaglandina i čimbenika rasta te do stvaranja primarnog kalusa. Ova faza može trajati od nekoliko sati do nekoliko dana, a dok nije još u potpunosti završila, na upalnu se fazu nastavlja faza reparacije, koja traje od nekoliko dana do nekoliko tjedana. Tijekom faze reparacije dolazi

do intramembranozne osifikacije, hondrogeneze i enhondralne osifikacije, čime nastaje konsolidiranje kalusa unutar mjesta prijeloma i oko njega, dovodeći do veće stabilizacije. Faza remodeliranja može trajati i do nekoliko godina sve dok se ne postigne potpuno novooblikovano mjesto prijeloma. U ovoj fazi dolazi do osteoklastima posredovane resorpcije kalusa i nastajanja lamelnog tkiva zahvaljujući osteoblastima. Da bi formiranje nove kosti bilo uspješno, važno je postići postupno povećanje mehaničke stabilnosti kosti i adekvatnu vaskularizaciju (18). Čimbenici koji utječu na cijeljenje kosti uključuju dob (kao što je navedeno, u djece prijelomi cijele brže), nutritivni status, lijekove (glukokortikoidi), komorbiditete (infektivna stanja, diabetes mellitus, osteoporoza), pušenje, tip kosti (primjerice, spužvasta kost cijeli brže od kortikalne kosti), vrstu prijeloma (primjerice, transversalni prijelomi cijele sporije), zahvaćenost zglobnih struktura itd. (19).

Klasifikacija prijeloma

Klasifikacija ozljeda temelji se na AO klasifikaciji (njem. *Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen*, engl. *Association of the Study of Internal Fixation*) (20), po kojoj su sve dugačke kosti označene brojevima (humerus 1, radijus i ulna 2). Drugi broj u nizu označuje proksimalni (broj 1), srednji (broj 2), odnosno distalni dio kosti (broj 3). Sljedeće se slovima označava tip prijeloma – A za jednostavnu frakturu pukotinu, B za prijelom s klinastim ulomkom te C za kompleksni prijelom. Posljednja oznaka u ovoj klasifikaciji odnosi se na izgled frakturne pukotine, pri čemu je spiralni prijelom označen brojem 1, kosi brojem 2, a poprečni prijelom brojem 3 (21). Slijedom navedenog oznaka avulzija stiloida radiusa označava se sa 2R3A1. Međutim, za djecu je, zbog ozljeda epifizne hrskavične ploče, karakteristična i *Salter-Harrisova* klasifikacija, koja se opisuje i putem akronima SALTR, s obzirom na poziciju frakturne pukotine (engl. straight, above, lower, through, rammed) (21, 22). Potonja kategorizira ozljede u području zone rasta u pet tipova. Tip I se odnosi na prijelom bez koštanih fragmenata, zahvaćena je samo epifizna ploča koja je više ili manje odvojena od metafize; mala je mogućnost poremećaja rasta kosti. Kod tipa II uz epifizeolizu postoji i rubna fraktura metafize te manji koštani fragment uz epifiznu ploču. Kao u tipu I, mala je mogućnost poremećaja rasta kosti. U tipu III linija prijeloma prolazi kroz epifiznu kost i epifiznu ploču rasta dovodeći do potpunog odvajanja epifizne ploče od metafize. Ovaj se prijelom liječi kirurški budući da može dovesti do poremećaja rasta. Tip IV obilježava stvaranje koštanog ulomka koji nastaje od epifize, epifizne ploče i metafize. Takav se prijelom liječi repozicijom i unutarnjom fiksacijom zbog toga što može dovesti do poremećaja rasti kosti. Tip V predstavlja tzv. crush ili kompresijsku ozljedu epifizne ploče koja nastaje uslijed djelovanja mehaničke sile koja se prenosi kroz epifizu i metafizu te dovodi do poremećenog rasta

kostiju (21 - 24). Osim navedene klasifikacije, u dječjoj se dobi primjenjuje i Ogden Petersonova podjela temeljena na Salter-Harrisovoj klasifikaciji, ali s detaljnijom podklasifikacijom prijeloma (25). Po toj klasifikaciji, prijelomi se se dijele na dijafizarne, metafizarne, fizearne, epifizarne, artikularne i prijelome okrajka dugih kostiju. Prijelomi okrajka dugih kostiju dijele se na suprakondilarne, epikondilarne, transkondilarne, interkondilarne i supkapitalne (21). Neki prijelomi opisuju se posebnim klasifikacijama, poput Neer-Horowitz klasifikacije prijeloma proksimalnog kraja nadlaktične kosti (26). Postoji i Gartlandova klasifikacija suprakondilarnih prijeloma nadlaktične kosti (27, 28) te Bado klasifikacija za Monteggia prijelom (fraktura proksimalne trećine ulne praćena dislokacijom radijusa) (29, 30). Prijelomi lateralnog kondila nadlaktične kosti klasificiraju se prema nekoliko klasifikacija nazvanih po njihovim autorima, kao što su Milchova, Jakobsova, Finnbogasonova, Weisseova i Songova klasifikacija (31, 32). Za prijelome medijalnog epikondila nadlaktične kosti ne postoji klasifikacija koja se rutinski primjenjuje (33). Prijelomi palčane kosti klasificiraju se prema tri klasifikacije: O'Brienova, Juddetova i Chambersova (34 - 36). Detaljniji opis svake od navedenih klasifikacija prikazan je u tablici 1.

Izazovi liječenja prijeloma u dječjoj dobi

Prijelomi dječje dobi razlikuju se od prijeloma odraslih zbog specifičnosti građe kostiju, fizičke aktivnosti i mineralizacije kostiju (16). Iako je primijećen pad incidencije prijeloma, broj bolnički liječenih prijeloma dječje dobi je u porastu (37). Prema Američkoj akademiji fizikalne i rehabilitacijske medicine (engl. *American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation*) ne postoje jasne smjernice niti protokoli o kirurškom liječenju te o rehabilitaciji nakon prijeloma u pedijatrijskoj populaciji (38, 39). Međutim, općenite preporuke za fizikalnu terapiju uključuju kinezioterapiju, koja obuhvaća vježbe opsega pokreta i vježbe snaženja; potom različite modalitete elektroterapije, hidroterapiju itd. (40). U svrhu neuromuskularnog oporavka nakon ozljede, poboljšanja opsega pokreta i smanjenja intenziteta boli u novije vrijeme se preporučuje i proprioceptivna neuromuskularna facilitacija (engl. *Proprioceptive neuromuscular facilitation*, skr. PNF) (41). Uspoređujući PNF s klasičnim vježbama snaženja, PNF nije usredotočen na snaženje pojedinih mišića ili mišićnih skupina, već na obrasce pokreta (42). Za donošenje odluke o vrsti liječenja najvažniju ulogu imaju dob djeteta, vrsta prijeloma i potencijalna lezija perifernih živaca gornjeg ekstremiteta (38). Primjerice, prijelomi po tipu zelene grančice (engl. *greenstick fractures*) i periostalni prijelomi karakteristični su za dječju dob, a mogu se liječiti konzervativno i bez potrebe za fizikalnom terapijom budući da je mehanizam cijeljenja ovih prijeloma brz i uz minimalno oštećenje funkcije pa se ne očekuju trajne posljedice (38, 43). Suprotnost ovim prijelomima su prijelomi koji nastaju u zonama rasta,

a koji, zbog toga što mogu dovesti do zaostajanja u uzdužnom rastu kosti i/ili progresivnih deformacija, traže posebnu pozornost specijalista kirurga i specijalista fizikalne medicine i rehabilitacije (38). Kod sportskih ozljeda također ne postoje smjernice o vrsti liječenja, dužini trajanja poštete te o ponovnom povratku treningu (38). Iako su se prijelomi sportaša uglavnom liječili konzervativno, zbog užurbanosti života, zahtjeva samih pacijenata i roditelja, primijećen je porast broja kirurški liječenih prijeloma u sportaša (46). Cilj fizikalne terapije u djece koja se aktivno bave sportom je njihov što brži povratak sportu na onu razinu na kojoj su bili prije nastupa ozljede uz minimiziranje sekvela iste (38, 47, 48). Stabilni prijelomi liječe se konzervativno imobilizacijom te se prate redovitim kontrolnim pregledima. Nestabilni prijelomi češće se liječe kirurškim putem, prvenstveno u starije djece osteosintezom, nakon čega slijedi propisivanje provođenja fizikalne terapije od strane specijalista fizikalne medicine i rehabilitacije, koja uključuje pasivne i aktivne vježbe opsega pokreta oprezno i dozirano, (38). U djece, za razliku od odraslih, može doći i do ozljede u području epifizne ploče rasta. Ove ozljede zahtijevaju posebnu pozornost zbog toga što mogu dovesti do usporavanja rasta ili do potpunog prestanka rasta. Liječenje prijeloma u području epifizne ploče rasta započinje imobilizacijom dvaju susjednih zglobova, nakon čega se najprije počinje s kontroliranim izometričkim vježbama malog opsega pokreta kako bi se prevenirala atrofija. Po završetku procesa cijeljenja, cilj fizikalne terapije je postizanje snage mišića koje je postojalo prije nastupa ozljede (38). Prema Antabaku i sur. dječji kirurzi u pravilu ne upućuju djecu na fizikalnu terapiju s obzirom na to da dječje kosti brzo cijele te djeca sama svojom spontanom aktivnošću mogu pridonijeti poboljšanju mišićne funkcije razvijajući hipotrofičnu muskulaturu (38).

Važnost lezije perifernih živaca nakon prijeloma gornjeg ekstremiteta

Podaci o učestalosti lezija perifernih živaca podlaktice (n. medianus, n. radialis, n. ulnaris) u sklopu prijeloma gornjeg ekstremiteta u djece su oskudni te variraju budući da djeca često ne mogu jasno opisati simptome povezane s ozljedom živaca (44, 45, 49). U radu Amana i sur., najčešće lezije zahvaćaju živce koji inerviraju područje prstiju šake (48,2 %), u 14,9 % slučajeva zahvaćen je n. medianus, n. ulnaris zahvaćen je u 14,6 % slučajeva, dok se lezije brahijalnog plexusa javljaju u 2,1 % slučajeva (45). Međutim, u radu Costalesa i sur., najčešća mononeuropatija gornjih ekstremiteta predstavlja lezija n. ulnarisa (50). Kod sumnje na leziju perifernih živaca, prvi je korak fizikalni pregled koji se temelji na uputama djetetu za izvođenje kliničkih testova. Simptomatologija ozljede n. medianusa obuhvaća parestezije u inervacijskom području, slabost, utrnulost i bol u području šake, poteškoće

u izvođenju pincetnog hvata, bol i parestezije podlaktice te osjetljivost ili bol u području podlaktice ili lakta (51). Motorička funkcija n. medianusa ispituje se testiranjem mišića abductor pollicis brevis, dok se senzorna funkcija ispituje putem Tinelovog i Phalenovog testa (52). U kliničkoj slici ozljede n. ulnarisa klinički dominira utrnulost i parestezije prstenjaka i malog prsta te slabost mišića šake, koja može izgledati poput kandže (53). Za ispitivanje funkcije n. ulnarisa, dijete se zamoli da podigne palac prema gore i raširi prste (54). Od ostalih testova za procjenu funkcije istoga koriste se Tinelov i Fromentov test te Wartenbergov znak (53). Prema kliničkoj indikaciji uz fizikalni pregled propisuju se dijagnostičke metode, poput elektromioneurografije, nuklearne magnetske rezonance i dijagnostičkog ultrazvuka (54, 55). Lezije perifernih živaca nakon prijeloma gornjeg ekstremiteta pokazuju nerijetko zadovoljavajući spontani oporavak te se u liječenju lezija perifernih živaca u djece često primjenjuje pristup „wait-and-see“ (hrv. čekaj i vidi) (44, 49). Međutim, ukoliko tri do šest mjeseci nakon prijeloma nema znakova spontanog oporavka živca, preporučuje se daljnja obrada od strane dječjeg kirurga (49, 54). Nakon kirurške sanacije traumatske lezije živca, a koja je indicirana u slučaju izostanka oporavka motoričke funkcije šest do dvanaest mjeseci nakon operacije prijeloma, u djece se često klinički verificira vrlo dobar oporavak, kako motoričke tako i senzoričke funkcije. Senzorički oporavak je narušen ako postoje pridružene lezije kostiju, tetiva, krvnih žila te ako je lezija nastupila prije adolescencije (49, 56). Mogućnosti kirurškog liječenja lezija perifernih živaca uključuju izravnu rekonstrukciju živca, transpoziciju živca, transplantaciju živca i transplantaciju tetiva, a odabir najprikladnije tehnike ovisi o vremenu proteklom od nastupa prijeloma (49).

Psihološke manifestacije prijeloma gornjeg ekstremiteta u dječjoj dobi

Prijelomi gornjeg ekstremiteta u djece mogu imati značajan utjecaj na njihovu psihološku dobrobit s obzirom na to da oni mogu utjecati na tjelesnu funkcionalnost zbog imobilizacije, mogu utjecati na samopouzdanje, emocionalno stanje, a ponekad i na socijalnu interakciju. Neke od psiholoških manifestacija koje se mogu pojaviti nakon prijeloma gornjeg ekstremiteta u djece uključuju tjeskobu zbog boli, simptome depresivnosti, strah zbog društvene stigme, ovisnost o roditeljima i poremećaje spavanja. Javlja se strah zbog mogućih daljnjih povreda, kineziophobia, zabrinutost o tome kako će se nositi s novim ograničenjima, strah od ponovnog povratka u školu ili sudjelovanja u aktivnostima koje su obavljali prije prijeloma, što može doprinijeti razvoju osjećaja izolacije i frustracije, što ometa emocionalno stanje (57). Među kliničarima je prepoznata potreba za pružanjem psihološke pomoći, kako roditeljima tako i djeci, kako bi prevladali negativne emocije koje mogu proizlaziti iz neizvjesnosti oporavka (58).

Ograničenja

Pretražujući relevantnu literaturu za ovu specifičnu kazuistiku naišli smo na njezinu nedostatnu dokumentiranost u znanstvenim časopisima. Naime, sadržaj koji se odnosi na zastupljenost prijeloma prema sportovima i klasifikaciju pojedinih prijeloma dostupniji je putem internetskih stranica koje smo citirali.

Zaključak

Najčešći uzroci prijeloma u dječjoj dobi su padovi prilikom penjanja te prijelomi nastali u kontaktnim sportovima. Prijelomi dječje dobi razlikuju se od prijeloma odraslih zbog specifičnosti građe kostiju, fizičke aktivnosti i mineralizacije kostiju. Ne postoje jasne smjernice ni protokoli o kirurškom liječenju te o rehabilitaciji nakon prijeloma gornjeg ekstremiteta u djece. Za donošenje odluke o vrsti liječenja najvažniju ulogu imaju dob djeteta, vrsta prijeloma, prisutnost lezije perifernih živaca te uključenost u sportsku aktivnost. Potrebno je obratiti pozornost na psihološke manifestacije nakon prijeloma gornjeg ekstremiteta u djece jer zbog disfunkcionalnosti mogu doprinijeti razvoju osjećaja izolacije i frustracije, što ometa emocionalno stanje.

Kratice

sur. - suradnici

tzv. - takozvani

engl. - engleski

n. - nervus

ORIF - open reduction internal fixation

Izjava o sukobu interesa

Autorice izjavljuju da nemaju sukoba interesa.

Tablica 1. Prilagođeno prema referencama 21, 23-36
Table 1. Adjusted according to references 21, 23-36

Prijelom <i>Fracture</i>	Klasifikacija <i>Classification</i>	Opis	Description
Prijelomi epifizne ploče rasta - fizealni prijelomi (akronim SALTR) <i>Fractures through a growth plate - physeal fractures (acronym SALTR)</i>	Salter-Harris	Tip I (5 - 7%): „Ravno” Bez pomaka, frakturna pukotina je poprečna i prolazi ravno kroz ploču rasta. Zacijeljivanje prijeloma za 2 do 3 tjedna nakon ozljede. Tip II (~75%): Above „Gore” Poprečna frakturna pukotina proteže se iznad ploče rasta i vertikalno kroz metafizu. Tip III (7 - 10 %): „Niže” Poprečna frakturna pukotina prolazi kroz ploču rasta proteže se niže na epifizu. Često zahtijeva kirurško liječenje otvorenu redukciju unutarnju fiksaciju (skr. ORIF). Tip IV (10%): „Kroz” Frakturna pukotina prolazi kroz sve tri komponente (epifizu, ploču rasta, metafizu). Indicirana ORIF. Tip V (< 1%): „Urušeno” Tzv. <i>crush</i> ozljeda. Oštećuje se ploča rasta izravnim sabijanjem.	<i>Type I (5 - 7%): Straight No displacement, the fracture plane is transverse and passes through the growth plate. Healing occurs within 2 - 3 weeks following the injury. Type II (~75%): Above Transverse fracture through the growth plate and vertical fracture through the metaphysis. Type III (7 - 10%): Lower Transverse fracture through the growth plate and vertical fracture through the epiphysis. Usually requires surgical treatment (open reduction internal fixation - ORIF). Type IV (10%): Through Fracture plane passes through all three components (epiphysis, physis and metaphysis). ORIF is required. Type V (<1%): Rammed Crushing type of injury that damages the growth plate by direct compression.</i>
Prema anatomskoj klasifikaciji <i>According to anatomical classification</i>	Ogden Peterson	Dijafizarni Metafizarni Fizealni Epifizarni Artikularni Prijelomi okrajka dugih kostiju (suprakondilarni, epikondilarni, transkondilarni, interkondilarni i supkapitalni)	<i>Diaphyseal fractures Metaphyseal fractures Physeal fractures Epiphyseal fractures Articular fractures Fractures of the ends of long bones (supracondylar, epicondylar, transcondylar, intercondylar, and subcapital fractures)</i>
Prijelomi proksimalnog kraja nadlaktične kosti <i>Proximal humeral fractures</i>	Neer-Horowitz	I. stupanj: pomak koštanih ulomaka < 5 mm II. stupanj: pomak < 1/3 širine dijafize humerusa III. stupanj: pomak između 1/3 i 2/3 trećine širine dijafize humerusa IV. stupanj: pomak >2/3 širine dijafize humerusa	<i>Grade I: displacement < 5 mm Grade II: displacement <1/3 of shaft width Grade III: displacement 1/3-2/3 of shaft width Grade IV: displacement >2/3 of shaft width</i>

Suprakondilarni prijelomi nadlaktične kosti <i>Supracondylar humerus fractures</i>	Gartland	I. stupanj: bez pomaka ulomaka ili djelomični pomak II. stupanj: pomak djelomično anteroposteriorno III. stupanj: bez kontakta između ulomaka	<i>Grade I: no displacement or minimal displacement</i> <i>Grade II: displacement with intact cortex</i> <i>Grade III: completely displaced</i>
Prijelomi proksimalne trećine ulne praćene dislokacijom radijusa (Monteggia prijelom) <i>Proximal ulna fracture with an associated radial head dislocation (Monteggia fracture)</i>	Bado	Tip I: prednja luksacija glavice radijusa Tip II: stražnja luksacija glavice radijusa Tip III: lateralna ili anterolateralna luksacija glavice radijusa Tip IV: prednja luksacija glavice radijusa uz prijelom proksimalne trećine dijafize radijusa i ulne	<i>Type I: anterior dislocation of the radial head</i> <i>Type II: posterior dislocation of the radial head</i> <i>Type III: lateral or anterolateral dislocation of the radial head</i> <i>Type IV: anterior radial head dislocation and proximal third ulnar and radial shaft fractures</i>
Prijelomi lateralnog kondila nadlaktične kosti <i>Lateral condyle fractures</i>	Milch	Tip I: frakturna pukotina lateralno od trohlearnog žlijeba Tip II: frakturna pukotina širi se medijalno prema trohlearnom žlijebu	<i>Type I: fracture line lateral to trochlear groove</i> <i>Type II: fracture line extends medially into trochlear groove</i>
	Jakob-Weiss	Klasifikacija se temelji na pomaku koštanih fragmenata i kongruencije zglobne hrskavice: Tip I: pomak < 2 mm Tip II: pomak ≥ 2 mm uz očuvanu zglobnu hrskavicu Tip III: pomak ≥ 2 mm uz oštećenje zglobne hrskavice	<i>Classification is based on displacement and articular cartilage congruency:</i> <i>Type I: displacement < 2 mm</i> <i>Type II: displacement ≥ 2 mm, articular cartilage remains intact</i> <i>Type III: displacement ≥ 2 mm with disruption of the articular cartilage</i>
	Song i sur.	Klasifikacija se temelji na obrascu prijeloma, prisutnosti pomaka i stabilnosti: Stadij I: pomak < 2 mm, stabilni, s kratkom metafizarnom linijom prijeloma Stadij II: pomak < 2 mm, mogu biti stabilni ili nestabilni, lateralna frakturna pukotina Stadij III: pomak < 2 mm, nestabilni, medijalna i lateralna frakturna pukotina Stadij IV: pomak > 2 mm, nestabilni, bez rotacije frakturnih ulomaka Stadij V: pomak > 2mm, nestabilni uz prisutnu rotaciju frakturnih ulomaka	<i>Classification is based on fracture pattern, displacement and stability:</i> <i>Stage I: displacement < 2 mm, stable, with small metaphyseal fracture line</i> <i>Stage II: displacement < 2 mm, stable or unstable, with lateral fracture gap</i> <i>Stage III: displacement < 2 mm, unstable, medial and lateral fracture gap</i> <i>Stage IV: displacement > 2 mm, unstable, without fracture fragment rotation</i> <i>Stage V: displacement > 2 mm, unstable with fracture fragment rotation</i>

Prijelomi palčane kosti <i>Radial fractures</i>	O'Brien	Tip I: jednostavni intraartikularni prijelom (Bennettov prijelom) Tip II: kominutivni intraartikularni prijelom (Rolando prijelom) Tip III: ekstraartikularni prijelom (pseudo-Rolando prijelom) Tip IV: epifizni prijelom	<i>Type I: intraarticular fracture (Bennett fracture)</i> <i>Type II: comminuted intraarticular fracture (Rolando fracture)</i> <i>Type III: extra-articular fracture (pseudo-Rolando fracture)</i> <i>Type IV: epiphyseal fracture</i>
	Juddet	Klasifikacija se temelji na angulaciji vrata radijusa: 1. stupanj: bez pomaka ili s horizontalnim pomakom 2. stupanj: angulacija < 30° 3. stupanj: angulacija između 30° i 60° 4. stupanj: angulacija > 60°; s dvije grupe (angulacija do 80° i angulacija > 80°) 5. stupanj: odvajanje epifize	<i>Classification is based on radial neck angulation:</i> <i>Grade 1: undisplaced or horizontal shift</i> <i>Grade 2: angulation < 30°</i> <i>Grade 3: angulation between 30° and 60°</i> <i>Grade 4: angulation > 60° with two groups (angulation up to 80° and angulation > 80°)</i> <i>Grade 5: epiphyseal separation</i>
	Chambers	Grupa I: primarno dislocirana glavica radijusa Valgusni prijelomi: tip A (Salter-Harris I ili II), tip B (Salter-Harris IV), tip C (frakturna pukotina ograničena na metafizu). Prijelomi udruženi s dislokacijom: tip D (ozljede nakon redukcije) i tip E (ozljede udružene s dislokacijom) Grupa II: primarno dislocirani vrat radijusa Angularne ozljede (varijanta Monteggia tip III) Torzijske ozljede Grupa III: stres-ozljede Osteochondritis dissecans glavice radijusa Fizealne ozljede s angulacijom vrata radijusa	<i>Group I: Primarily displaced radial head</i> <i>Valgus fractures: type A (Salter-Harris I or II), type B (Salter-Harris IV), type C (fracture line confined to the metaphysis)</i> <i>Fractures associated with dislocation: type D (injuries occurring after reduction), type E: (injuries combined with joint dislocation)</i> <i>Group II: Primarily displaced radial neck</i> <i>Angular injuries (Monteggia Type III variant)</i> <i>Torsional injuries</i> <i>Group III: Stress-related injuries</i> <i>Osteochondritis dissecans of the radial head</i> <i>Physeal injuries with neck angulation</i>

Literatura

1. Baig MN. Cureus. [Online].; 2017 [cited 2024 Novemeber 30. Available from: <https://www.cureus.com/articles/8286-a-review-of-epidemiological-distribution-of-different-types-of-fractures-in-paediatric-age#!/>.
2. Clark EM. The Epidemiology of Fractures in Otherwise Healthy Children. *Curr Osteoporos Rep.* 2014 Sept; 12(3): 272-278.
3. Jones IE, Williams SM, Dow N, Goulding A. How many children remain fracture-free during growth? a longitudinal study of children and adolescents participating in the Dunedin Multidisciplinary Health and Development Study. *Osteoporosis Int.* 2002 Dec; 13(12): 990-5.

4. Rosendahl K, Strouse PJ. Sports injury of the pediatric musculoskeletal system. *Radiol Med.* 2016 May; 121(5): 431-441.
5. Naranje SM, Erali RA, Warner WCJ, Sawyer JR, Kelly DM. Epidemiology of Pediatric Fractures Presenting to Emergency Departments in the United States. *J Pediatr Orthop.* 2016 Jun; 36(4): 45-48.
6. Mathison DJ, Agrawal D. An Update on the Epidemiology of Pediatric Fractures. *Pediatr Emerg Care.* 2010 Aug; 26(8): 594-606.
7. Hedström EM, Svensson O, Bergström U, Michno P. Epidemiology of fractures in children and adolescents. *Acta Orthop.* 2010 Mar; 81(1): 148-153.
8. Lindaman LM. Bone healing in children. *Clin Podiatr Med Surg.* 2001 Jan; 18(1): 97-108.
9. Goulding A. Risk factors for fractures in normally active children and adolescents. In Daly RM, Petit MA, editors. *Optimizing Bone Mass and Strength: The Role of Physical Activity and Nutrition during Growth.*: S.Karger AG; 2007. p. 102-120.
10. Moon RJ, Harvey NC, Curtis EM, de Vries F, van Staa T, Cooper C. Ethnic and geographic variations in the epidemiology of childhood fractures in the United Kingdom. *Bone.* 2016 Apr; 85: 9-14.
11. Burt CW, Overpeck MD. Emergency visits for sports-related injuries. *Ann Emerg Med.* 2001 Mar; 37(3): 301-8.
12. Simon TD, Bublitz C, Hambidge SJ. Emergency department visits among pediatric patients for sports-related injury: basic epidemiology and impact of race/ethnicity and insurance status. *Pediatr Emerg Care.* 2006 May; 22(5): 309-15.
13. Collins CL, Comstock DR. Epidemiological features of high school baseball injuries in the United States, 2005-2007. *Pediatrics.* 2008 Jun; 121(6): 1181-7.
14. Borowski LA, Yard EE, Fields SK, Comstock RD. The epidemiology of US high school basketball injuries, 2005-2007. *Am J Sports Med.* 2008 Dec; 36(12): 2328-35.
15. Parker R. Human kinetics. [Online]; 2019 [cited 2024 12 24]. Available from: <https://human-kinetics.me/2019/07/11/most-popular-sports-in-europe/>.
16. Landin LA. Epidemiology of Children's Fractures. *J Paedr Orthop Part B.* 1997 Apr; 6(2): 79-83.
17. Wolfe JA, Wolfe H, Banaag A, Tintle S, Perez Koehlmoos T. Early Pediatric Fractures in a Universally Insured Population within the United States. *BMC Pediatrics.* 2019 Oct.
18. Marsell R, Einhorn TA. The biology of fracture healing. *Injury.* 2011 Jun; 42(6): 551-5.
19. Mirhadi S, Ashwood N, Karagkevrekis B. Factors influencing fracture healing. *Trauma.* 2013; 15(2): 140-155.
20. [Online]. [cited 2025 02 15]. Available from: https://en.wikipedia.org/wiki/AO_Foundation.
21. Bukvić N. Opća traumatologija. In Kvesić A. *Kirurgija.* Zagreb: Medicinska naklada; 2016. p. 638-639.
22. Physiopedia. [Online]. [cited 2025 01 04]. Available from: https://www.physio-pedia.com/Salter-Harris_Fractures.
23. Anonymus. The Royal Children's Hospital Melbourne. [Online]. [cited 2025 Nov 11]. Available from: https://www.rch.org.au/fracture-education/growth_plate_injuries/physeal_growth_plate_injuries/.
24. Gaillard F, Silverstone L, Walizai T, et al. *Radiopaedia.org* (. [Online].; 2008 [cited 2025 Nov 11]. Available from: <https://radiopaedia.org/articles/salter-harris-classification>.
25. Ogden JA. Injury to the growth mechanisms of the immature skeleton. *Skeletal Radiol.* 1981; 6(4): 237-53.
26. Kim AE, Chi H, Swarup I. Proximal Humerus Fractures in the Pediatric Population. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2021 Oct 28; 14(6): 413-420.

27. Alton TB, Werner SE, Gee AO. Classifications In Brief: The Gartland Classification of Supracondylar Humerus Fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 2014 Nov 1; 473(2): 738-741.
28. Antabak A, Luetić T, Čavar S, Davila S, Bogović M, Batinica S. Rezultati liječenja suprakondilarnih prijeloma humerusa s pomakom ulomaka u djece. *Liječ Vjesn.* 2010; 132: 272-276.
29. Bahrami-Freiduni M, Baghianimoghadam B, Erfani R. A type of Monteggia fracture, highly susceptible to misdiagnosis. *J Family Med Prim Care.* 2016 Jul-Sept; 5(3): 739-740.
30. Gaillard F, Lustosa L. Radiopaedia. [Online].; 2012 [cited 2025 11 10. Available from: <https://radiopaedia.org/articles/bado-classification-of-monteggia-fracture-dislocations-1>.
31. Saris TFF, Eygendaal D, The B, Colaris JW, van Bergen CJA. Lateral Humeral Condyle Fractures in Pediatric Patients. *Children (Basel).* 2023 Jun 8; 10(6): 1033.
32. Martins T, Tiwari V, Marappa-Ganeshan R. National Library of Medicine. [Online].; 2024 [cited 2025 Nov 11. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK560664/>.
33. Torchia M, Shirley E, Skaggs DL. Orthobullets. [Online].; 2024 [cited 2025 01 27. Available from: <https://www.orthobullets.com/pediatrics/4008/medial-epicondylar-fractures--pediatric?hideLeftMenu=true>.
34. Sheu J, Shirley E. Orthobullets. [Online].; 2024 [cited 2025 02 02. Available from: <https://www.orthobullets.com/pediatrics/4011/radial-head-and-neck-fractures--pediatric>.
35. Lustosa L, Bell D. Radiopaedia.org. [Online].; 2022 [cited 2025 Nov 11. Available from: <https://radiopaedia.org/articles/green-and-obrien-classification-of-thumb-metacarpal-fractures>.
36. Miller KJ, Noonan K. Management of Radial Neck Fractures. *J Pediatr Soc North Am.* 2021 Aug; 3(3): 312.
37. Brazzell CJ, Carry PM, Holmes KS, Salton RL, Hadley-Miller N, Georgopoulos G. Pediatric and Adult Fracture Incidence: A Decreasing Trend With Increasing Hospital Admissions. *Orthopedics.* 2023 Nov-Dec; 46(6): e369-e375.
38. Antabak A, Papeš D, Karlo K, Bulić K, Jurić F, Ivelj R, et al. Kirurški stavovi fizikalne terapije u ozlijeđene djece. *Paediatr Croat.* 2019; 63(Supl 1): 102-106.
39. Shin MR, Eno N, Burton J. American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation. [Online].; 2023 [cited 2025 11 05. Available from: <https://now.aapmr.org/pediatric-fractures-in-developing-bone/>.
40. Anonymus. physio.co.uk. [Online]. [cited 2025 11 05. Available from: <https://www.physio.co.uk/treatments/paediatric-physiotherapy/fracture-treatment-for-children.php>.
41. Kus G, Zengin Alpozgen A, Razak Ozdincler A, Gungor F, Altun S. The effectiveness of proprioceptive neuromuscular facilitation techniques versus conventional therapy in patients with proximal humerus fracture: randomized controlled trial. *Physiother Theory Pract.* 2025 Sep; 41(9): 1851-1865.
42. Fader L, Nyland J, Li H, Pyle B, Yoshida K. Radial nerve palsy following humeral shaft fracture: a theoretical PNF rehabilitation approach for tendon and nerve transfers. *Physiother Theory Pract.* 2022 Nov; 38(13): 2284-2294.
43. Karan D, Abzung JM, Sesko Bauer A, Cornwall R, Wyrick TO. Pediatric Distal Radius Fractures. *Instr Course Lect.* 2017 Feb; 15(66): 447-460.
44. Ziliacus K, Nietosvaara Y, Helenius I, Laaksonen T, Ahonen M, Grahn P. The Risk of Nerve Injury in Pediatric Forearm Fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 2023 Jul; 105(14): 1080-1086.
45. Aman M, Zimmermann KS, Boecker AH, Thielen M, Falkner F, Daeschler S, et al. Peripheral nerve injuries in children—prevalence, mechanisms and concomitant injuries: a major trauma center's experience. *Eur J Med Res.* 2023 Mar; 28: 116.
46. Lieber J, Schmitzenbecher P. Developments in the treatment of pediatric long bone shaft fractures. *Eur J Pediatr Surg.* 2013 Dec; 23(6): 427-433.
47. Dhillon H, Dhillon S, Dhillon MS. Current Concepts in Sports Injury Rehabilitation. *Indian J Orthop.* 2017 Sep-Oct; 51(5): 529-536.

48. Defi IR. Rehabilitation Role in Sport Injury. *Orthop J Sports Med.* 2023 Feb 28; 11(Supl 2): 2325967121S00833.
49. Catena N, Gennaro GLD, Jester A, Martínez-Alvarez S, Pontén E, Soldado F, et al. Current concepts in diagnosis and management of common upper limb nerve injuries in children. *J Child Orthop.* 2021 Apr; 15(2): 89-96.
50. Costales JR, Socolovsky M, Sánchez Lázaro1 JA, García RÁ. Peripheral nerve injuries in the pediatric population: a review of the literature. Part I: traumatic nerve injuries. *Child's Nervous System.* 2019; 35: 29-35.
51. Anonymus. Cleveland Clinic. [Online].; 2025 [cited 2025 Nov 15. Available from: <https://my.clevelandclinic.org/health/body/21889-median-nerve>.
52. Stretanski MF, Dydyk AM, Cascella. National Library of Medicine. [Online].; 2025 [cited 2025 Nov 15. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK553109/>.
53. Anonymus. Cleveland Clinic. [Online].; 2022 [cited 2025 Nov 15. Available from: <https://my.clevelandclinic.org/health/diseases/22272-ulnar-nerve-entrapment>.
54. Ho CA, Gottschalk HP, Samora JB, Freese K, Chaudhry S. Diagnosis and Management of Nerve Injuries Caused by Pediatric Upper Extremity Fractures. *J Pediatr Soc North Am.* 2024 Feb; 5(2): 708.
55. Sondermann S, Bäumer T, Suss J, Bohn B, Fieseler K, Schramm P, et al. Detection of Traumatic and Postoperative Nerve Lesions following Upper Extremity Fractures in a Pediatric Cohort Using MR Neurography. *Eur J Pediatr Surg.* 2023 Aug; 33(4): 319-327.
56. Fleurette J, Gaume M, De Tienda M, Dana C, Pannier S. Peripheral nerve injuries of the upper extremity in a pediatric population: Outcomes and prognostic factors. *Hand Surg Rehabil.* 2022 Sep; 41(4): 481-486.
57. Phelps EE, Tutton E, Costa ML, Achten J, Gibson P, Moscrop A, et al. Being recovered: a qualitative study of parents' experience of their child's recovery up to a year after a displaced distal radius fracture. *Bone Jt Open.* 2024 May; 5(5): 426-434.
58. Afzal N, Lyttle MD, Rajabi M, Rushton-Smith F, Varghese R, Trickey D, et al. Emergency department clinicians' views on implementing psychosocial care following acute paediatric injury: a qualitative study. *Eur J Psychotraumatol.* 2024; 15(1): 2300586.