

**UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE
„VICTOR BABEȘ” DIN TIMIȘOARA
FACULTATEA DE MEDICINĂ GENERALĂ
Departamentul XI PEDIATRIE**

ADAM OVIDIU



**TRATAMENTUL FRACTURILOR OASELOR DIAFIZARE ALE
MEMBRULUI SUPERIOR LA COPIL - STUDIU COST
EFICIENȚĂ**

**REZUMAT
TEZĂ DE DOCTORAT**

**Conducător științific
PROF. UNIV. DR. BOIA EUGEN SORIN**

**T i m i ș o a r a
2022**

CUPRINS

PARTEA GENERALĂ.....	1
1. Fracturile diafizare la copil	1
2. Anatomia patologică a fracturilor la copii	2
3. Tratamentul fracturilor la copil.....	3
PARTEA SPECIALĂ	5
4. Scopul și obiectivele generale ale lucrării	5
5. Studiul incidenței fracturilor membrului superior în populația pediatrică din România și din regiunea Vest: compararea acestor date cu datele obținute din literatura de specialitate prin metoda revizuirii sistematice a literaturii.....	5
6. Compararea eficienței economice a celor trei metode de tratament: compararea costurilor precum și a costuri versus rambursare ale tratamentului fracturilor diafizare la copil și utilizând metode minim invazive cu tija elastică de titan (TEN) versus tratament cu broșă kirschner și reducerea închisă a fracturilor cu imobilizare ghipsată	8
7. Discuții cu privire la efectele pandemiei de SARS-CoV-2 asupra costurilor legate de tratamentul fracturilor de membru superior la copii	11
CONCLUZII.....	12
BIBLIOGRAFIE	14

PARTEA GENERALĂ

1. Fracturile diafizare la copil

Descrise încă din antichitate, majoritatea fracturilor și luxațiilor au fost tratate conservator până la apariția a trei invenții majore: anestezia în anul 1846, antisepsia în anul 1865 și razele X în anul 1895 [1]. În următorii ani tratamentul chirurgical al fracturilor a cunoscut o evoluție fulminantă fiind imaginate și introduse în practică mare parte din tipurile de osteosinteză: plăcile de osteosinteză de către Hansmann în anul 1886, fixatorul extern de către Parkhill în anul 1897 și tijele intramedulare de către Schöne în anul 1913. Tot la începutul aceluși secol au fost descrise tipuri de abord chirurgical și au fost publicate primele tehnici de osteosinteză a fracturilor [2].

Complexitatea fracturilor diafizare întâlnite la copii a impus dezvoltarea tehnicilor chirurgicale ortopedice pediatrice minim invazive ținând cont de particularitățile osului imatur, astfel că osteosinteza percutană în fracturile diafizare ale antebrățului la copii și adolescenți este raportată în 1977 de către Perez. Primul studiu publicat despre osteosinteza elastică, ca nou concept în traumatologia pediatrică, îi aparține lui Firică [3], însă osteosinteza minim invazivă la copii este descrisă detaliat ca tehnică și aplicată cu succes de către Metaizeau (tehnica Metaizeau), care descrie aspectele legate de biologia și particularitățile osului imatur și care folosește tije elastice de oțel pentru stabilizarea fracturilor la copii, după tehnica Ender, abordând la distanță focarul de fractură [4].

Cu toate că managementul conservator al fracturilor diafizare la copil depinde de vârstă și tipul de fractură, gradele de angulație, de deplasare și de rotație acceptabile, indicațiile pentru tratament conservator rămân controversate în literatura de specialitate. Reducerea sângerândă și osteosinteza cu focar deschis constituie o variantă terapeutică indicată în cazul fracturilor deschise, cu cominuție importantă, cu afectare vasculară sau nervoasă, fracturilor instabile cu deplasare importantă sau care s-au deplasat pe parcursul tratamentului ortopedic și fracturilor cu deplasare pe os patologic [5].

Frecvent întâlnite în patologia traumatică pediatrică, incidența fracturilor la copii a crescut în condițiile vieții moderne, unde accidente rutiere, sportive și de joacă ocupă primul loc și interesează îndeosebi copiii [6]. Majoritatea fracturilor la această grupă de vârstă nu prezintă un real pericol pentru viață și pot fi tratate [7,8]. Deși există multe boli sistemice și metabolice pediatrice care predispun la fracturi, majoritatea acestor fracturi pe os patologic sunt secundare traumelor [9]. La copii, cele mai multe fracturi patologice se datorează unor infecții osoase, unor tumori benigne osoase sau unor boli metabolice. Totuși, uneori cauza poate fi și o stare malignă precum sarcom Ewing, fibrosarcom, leucemia, metastaze osoase motiv pentru care suspiciunea clinică sau paraclinică trebuie să fie urmată de investigații speciale [10,11].

La nivel național există foarte puține date referitoare la incidența fracturilor la copii. Studiile internaționale de specialitate raportează că riscul de a avea o fractură în timpul copilăriei este de aproape 50% pentru băieți și 30% pentru fete [12,13].

În funcție de natura agentului traumatic și locul de acțiune putem descrie la copil fracturi produse prin mecanism direct și fracturi produse prin mecanism indirect. La fel ca și în cazul adulților, producerea unei fracturi la copil implică existența unor factori intrinseci sau extrinseci, capabili să determine întreruperea continuității osoase, însă cu producerea unor leziuni specifice perioadei pediatrice determinate de elasticitatea și plasticitatea oaselor.

2. Anatomia patologică a fracturilor la copii

Deși componența scheletului osos este identică cu cea a adultului, structura oaselor la copii este caracteristică, determinând particularități și moduri de abordare diferite în cadrul patologiei ortopedice și traumatice pediatrice [7].

Prezența cartilajelor de creștere, periostul mult mai bine reprezentat și mai bine vascularizat, înălțimea și greutatea mai mică, masa musculară mai puțin reprezentată însă cu o vascularizație necompromisă de patologii cronice coexistente adultului, porozitatea mai crescută și canalele haversiene mai bine reprezentate la osul imatur asigură calități și particularități oaselor la copii, calități unice cu importanță practică, care impun, implicit, o viziune diferită asupra atitudinii terapeutice în patologia ortopedică și traumatică pediatrică.

Întreruperea ambelor corticale osoase fără a evidenția radiologic întreruperea continuității periostului definește fractura subperiostală, entitate binecunoscută și întâlnită în traumatologia pediatrică. În frecvente situații, diafiza întrepătrunde, penetrează, metafiza osoasă, determinând o lărgire a conturului osos, leziune descrisă ca fractură tasare. Fracturarea completă doar a unei singure corticale și angularea celei contralaterale fără întrerupere pe examinarea radiologică definește fractura „în lemn verde”, (fractura "greenstick") [14,15].

Primul scop al chirurgului este acela de a identifica ceea ce Müller a numit "esența fracturii". Acesta este atributul care conferă fracturii identitatea sa particulară și îi permite să fie atribuită unui anumit tip. Fiecărui os lung i se atribuie un număr, trei segmente (proximal, diafizar și distal) codificate cu cifre și încadrate în tipuri, grupuri și subgrupuri în funcție de morfologia traiectului de fractură. În funcție de aceste aspecte, AO clasifică fracturile oaselor lungi ca încadrându-se în fracturi simple, cominutive mixte și cominutive complexe. Asocierea fracturii cu soluție de continuitate a tegumentului și interesarea structurilor supraiacente impune clasificarea Gustilo - Anderson și, implicit, tipul de tratament adecvat, clasificare uzitată la noi, la nivel național, la adulți și copii [16,17].

Producerea unei fracturi determină la nivelul organismului un lanț de reacții fiziologice și metabolice care au rolul de a regenera structura osoasă afectată, respectiv de a reconstitui structura osoasă originală. Vindecarea osoasă poate fi definită ca reconstituirea efectivă a țesutului lezat, a formei originale, ceea ce o deosebește și o face diferită de vindecarea altor

țesuturi ale organismului care își repară distrucțiunile prin mecanisme de cicatrizare sau de fibrozare [18].

Vindecarea primară se obține dacă sunt respectate două deziderate: spațiul interfragmentar la nivelul focarului de fractură trebuie să fie minim, iar fragmentele osoase să fie reduse anatomic, deziderate respectate de reducerea sângerândă anatomică și osteosinteză cu focar deschis [18]. Vindecarea secundară sau indirectă implică atât osificarea de membrană, cât și osificarea encondrală și este caracteristică fracturilor tratate ortopedic (prin imobilizare ghipsată) sau în cazul celor stabilizate prin fixare externă sau fixare elastică intramedulară. Faza de reparare apare la 3-4 zile post fractură, înainte de finalizarea fazei de inflamație, fază inițiată de celulele mezenchimale din periost care migrează la nivelul focarului de fractură și care se diferențiază în osteoblaști, condrocite și fibroblaste, celule specializate în formarea calusului fibros [19].

Urmează fazele evolutive ale calusului fibros care recunosc cele două tipuri de osificare: osificare de membrană și osificare encondrală. Durează de la câteva săptămâni până la câteva luni și au ca rezultat apariția calusului la nivelul focarului de fractură, calus care datorită particularităților periostului la copii, va determina o vindecare indirectă cu un calus de regulă hipertrofic [20].

În cazul fracturilor la copii, particularitățile anatomice și histologice ale periostului creează condiții locale (periost ușor decolabil de structura osoasă cu sângerare locală foarte bine exprimată) favorabile vindecării indirecte în cazul tratamentului ortopedic conservator sau în cazul osteosintezei elastice, vindecare indirectă cu un calus de regulă hipertrofic [21].

3. Tratamentul fracturilor la copil

Tratamentul fracturilor are la bază principii și obiective principale care vizează restabilirea morfologică și funcțională a osului lezat, ținând cont de particularitățile sistemului osos la copii. Acesta se realizează prin diferite tehnici de reconstituire a anatomiei osoase care implică procedee de reducere ortopedică sau sângerândă și imobilizare postreducțională, cu menținerea în poziție funcțională a articulațiilor supra și subiacente și a grupelor musculare corespunzătoare segmentului afectat.

Se acordă o importanță deosebită tratamentului ortopedic conservator datorită aspectelor morfo-funcționale particulare, care determină capacitatea de vindecare rapidă și de remodelare în timp a osului fracturat la copil, cu corecția secundară a unor grade de angulație sau rotație permissive la grupa de vârstă mai mică [22,23].

Tratamentul ortopedic în cazul fracturilor la copii trebuie să fie considerat ca tratament de primă intenție și constă în reducere ortopedică și imobilizare ghipsată. Reducerea ortopedică implică efectuarea unor manevre concomitente, continue și prelungite de extensie-contraxensie în lungul axului osului fracturat, completate de manevre exercitate la nivelul focarului de fractură. Imobilizarea cu o simplă atelă ghipsată, cu aparat bivalvic sau chiar

circular trebuie să asigure o contenție a fragmentelor fracturate, să respecte poziția funcțională a membrului afectat, să nu afecteze circulația locală sau tegumentele subiacente [24,25].

În traumatologia pediatrică tratamentul ortopedic chirurgical este rezervat cazurilor la care reducerea ortopedică a eșuat, în cazul fracturilor instabile postreducțional, în cazul fracturilor cu cominuție mare, a fracturilor deschise și a fracturilor pe os patologic [26].

Osteosinteza sângerândă are ca principiu deschiderea focarului de fractură, evacuarea hematomului postfracturar, prepararea capetelor osoase fracturate și reducerea fracturii care va fi menținută și stabilizată, de regulă rigid, prin folosirea materialelor de osteosinteză [27].

Osteosinteza poate fi internă sau centromedulară, prin utilizarea broșelor Kirschner, tijelor Küntscher introduse centromedular prin focarul de fractură, sau externă prin montajul materialului de osteosinteză în afara osului fracturat prin folosirea de cerclaje, plăci de neutralizare sau de compactare cu șuruburi, scoabe, șuruburi de compresie sau fixator extern.

Osteosinteza minim invazivă la copii este descrisă și aplicată cu succes de către Metaizeau, folosind tije elastice de oțel după tehnica Ender, pentru osteosinteza fracturilor diafizare de femur și tibie la adolescenți. Vindecarea se realizează prin mecanism indirect, similar vindecării fracturilor tratate conservator, cu un calus de regulă hipertrofic [5].

Studiile europene sunt cele care aduc în discuție limita de vârstă și greutate astfel că osteosinteza minim invazivă cu tije elastice de titan nu este indicată sub vârsta de 5 ani și după vârsta de 16 ani. Aceeași autori contraindică osteosinteza cu tije elastice de titan la copii cu greutate peste 60 de kilograme [28,29].

Raportări recente în literatura de specialitate despre beneficiile osteosintezei cu tije elastice de titan la adulți și vârstnici cu politraumatisme sau cu tare asociate, la care osteosinteza clasică ar putea crește riscul anestezic și operator, demonstrează aplicabilitatea tehnicii și la grupa de vârstă 16-18 ani, indiferent de greutate [30].

Existența unor leziuni de părți moi (hematoame, plăgi anfractuoase, soluții de continuitate tegumentară) la nivelul regiunii de inserție a materialului de osteosinteză poate constitui o contraindicație, dacă montajul de osteosinteză poate fi practicat numai într-o singură manieră (retrograd sau antero grad).

Identificarea unor leziuni traumatice nervoase sau vasculare (absența pulsului radial postreducere ortopedică, pareza de nerv radial în fracturile humerusului), necesită explorare chirurgicală clasică și prezența în echipa operatorie a colegilor din specialitățile de chirurgie plastică și chirurgie vasculară.

PARTEA SPECIALĂ

4. Scopul și obiectivele generale ale lucrării

Alegerea temei de cercetare pentru obținerea titlului de doctor în științe medicale a avut la bază cariera medicală proprie. Cu o experiență de peste 25 de ani în chirurgia pediatrică, am ales tema actuală de cercetare intitulată „Tratamentul prin metode minim invazive a fracturilor de membru în practica ortopedică și traumatologică pediatrică”. Cu toate că la nivel național, osteosinteza minim invazivă este aplicată în puține centre universitare, tehnica chirurgicală și instrumentarul specific fiind cunoscute, există controverse legate de tratamentul chirurgical al fracturilor la copii la nivel internațional, ceea ce m-a motivat și mai mult să cercetez și să aduc noutăți în acest domeniu. Astfel, în perioada studiului cu privire la datele ce se regăsesc în cadrul lucrării de față, au luat naștere trei articole în extenso publicate în reviste cu factor de impact, dintre care două sunt publicate în poziția de prim autor [31,32] și unul din postura de coautor [33].

Vindecarea osoasă după osteosinteza cu tije elastice de titan se produce printr-un mecanism indirect, osteosinteza cu tije elastice determinând o vindecare comparabilă cu cea obținută prin tratament conservator, particularitățile acestei metode de tratament constând în vindecare cu calus hipertrofic în fază inițială datorită prezervării hematomului postfracturar, nedecolării periostului la nivelul focarului de fractură și datorită micromișcărilor permissive, existente la nivelul focarului de fractură postmobilizare precoce. În cazul organismului tânăr, aflat în perioada de creștere, procesul fiziologic de remaniere osoasă este mult mai accentuat și remodelează focarul cu îndepărtarea calusului osos format în exces și, frecvent, cu corecția gradelor de angulație sau rotație.

Revizuiind literatura de specialitate am constatat că nu există studii având scop de măsurare a costurilor și eficienței în cazul fracturilor tratate cu metoda minim invazivă și nici studii care ar compara costurile sau eficiența acestei metode cu abordarea clasică.

În vederea realizării obiectivelor propuse, am efectuat o cercetare a literaturii de specialitate în vederea calculării incidenței fracturilor de membru superior în rândul copii, calcularea costurilor de spitalizare în cazul abordării de tratament minim invaziv și compararea cu costurile de spitalizare pentru cazurile tratate prin metoda clasică.

5. Studiul incidenței fracturilor membrului superior în populația pediatrică din România și din regiunea Vest: compararea acestor date cu datele obținute din literatura de specialitate prin metoda revizuirii sistematice a literaturii

Fracturile sunt frecvent întâlnite la copii, reprezentând 10% până la 25% din toate leziunile pediatrice [10]. Fractura distală a antebrățului este cel mai frecvent tip de fractură în copilărie și adolescență. Aproximativ o treime din toți copiii suferă cel puțin o fractură înainte

de vârstă de 17 ani [34]. Cel mai frecvent mecanism al fracturilor este reprezentat de căderi [35].

Obiectivul revizuirii sistematice a literaturii a fost obținerea unor date cât mai recent publicate în literatura de specialitate referitoare la incidența fracturilor la nivelul extremității superioare la copil. Astfel, pentru a capta datele de incidență publicate în ultimii cinci ani în literatura științifică cu privire la incidența fracturilor extremității superioare la copii, am efectuat o căutare sistematică la data de 27 ianuarie 2020, utilizând baza de date Medline (prin PubMed). Căutarea s-a limitat la lucrările în limba engleză publicate în ultimii cinci ani (2015 - 2020). Nu s-au aplicat restricții geografice pentru a oferi o imagine cât mai cuprinzătoare a incidenței fracturilor. Am folosit o strategie de căutare ce a avut la bază cuvintele cheie și a unor sinonime relevante.

Folosind codurile de diagnostic ICD-10-AM, ediția a III-a drept cuvinte cheie, am efectuat o căutare în baza centralizată de date a spitalelor naționale. Baza de date conține date de spitalizare continuă anonimizate. S-a calculat incidența fracturilor membrului superior la nivel regional și național. Căutarea s-a limitat la anul 2018 și la populația pediatrică (vârsta sub 18 ani). Au fost incluși pacienții de ambele sexe. Pentru identificarea fracturilor brațului au fost utilizate codurile ICD-10.

În urma căutării am identificat 132 de studii, iar un număr de 119 studii au fost excluse prin screeningul titlurilor și abstractelor. Un studiu nu era în limba engleză și prin urmare a fost exclus, astfel au rămas 12 studii relevante [36-48]. De asemenea, a fost calculată o incidență globală care include toate codurile ICD-10 folosite de sistemul sanitar, reprezentând incidența combinată pentru fracturile brațului, antebrăului și membrului superior (nespecificate altfel). Rezultatele recensământului din 2018 au fost utilizate ca date privind populația națională și regională; valorile de incidență au fost calculate la 100.000 persoane/an.

În urma revizuirii sistematice a literaturii s-au identificat 5 studii care au raportat date privind incidența fracturilor humerusului. Trei studii au raportat date privind fracturile de humerus proximal, două studii privind fracturile diafizare de humerus, un studiu asupra humerusului distal și trei studii privind fracturile de humerus fără a fi specificată o localizare mai precisă. Un studiu (Naranje și colab., [36]) a raportat date despre fracturile humerusului, fără a specifica o localizare mai precisă.

De asemenea, s-au identificat 9 studii care au raportat date privind incidența fracturilor oaselor antebrăului cu localizări diferite. Trei studii au raportat date privind fracturile de radius distale, unul privind fracturile de radius / ulna, un studiu privind fracturile diafizare ale ulnei, un studiu cu privire la fracturile diafizare ale radiusului și șase studii cu privire la fracturile antebrăului.

În cele din urmă, au fost 2 studii care au raportat date privind incidența fracturilor membrului superior, fără a se specifica locația exactă.

Incidența fracturilor brațului sunt prezentate în Tabelul 1. Incidența s-a calculat pe 100,000 persoane/an. Astfel se poate observa ca incidența este mai mare în regiunea de Vest față de media națională.

Tabelul 1. Incidența fracturilor de humerus în România și în Regiunea Vest

Fracturi de braț	Total (Național)	Regiunea de Vest
Număr de cazuri	2012	201
Populație	3,669,563	310,254
Incidență	54.83	64.79

Incidența fracturilor antebrăului sunt prezentate în Tabelul 2. Incidența s-a calculat pe 100,000 persoane/an. Astfel se poate observa ca incidența este mai mare în regiunea de Vest față de media națională.

Tabelul 2. Incidența fracturilor de antebră în România și în Regiunea de Vest

Fracturi de antebră	Total (Național)	Regiunea de Vest
Număr de cazuri	5,129	433
Populație	3,669,563	310,254
Incidență	145.72	175.02

În România și în regiunea de Vest a României, incidența calculată a fracturilor extremității superioare (nespecificate altfel) la copii a fost de 11.41 / 100 000 persoane/an și respectiv 16.76 / 100 000 persoane/an. Incidența s-a calculat la 100.000 de persoane/an. Astfel se poate observa ca incidența este mai mare în regiunea de Vest față de media națională.

Astfel, se poate constata că în România și în Regiunea de Vest a României incidența fracturilor brațului la copii a fost de 54.83 / 100 000 persoane/an și respectiv 64.79 / 100 000 de persoane/an. Incidența fracturilor de antebră a fost de 139.77 / 100 000 persoane/an și 139.56 / 100 000 de persoane/an, respectiv. Incidențele fracturilor extremității superioare (nespecificate altfel) au fost de 11.42 / 100 000 persoane/an și respectiv 15.79 / 100 000 persoane/an.

În ceea ce privește repartizarea pe sexe în general, s-a observat că sexul masculin este mai frecvent afectat de fracturi ale membrului superior în rândul copiilor. Valorile subunitare arată studii în care s-au raportat mai multe fete decât băieți și sunt destul de rare, ele fiind descrise în doua studii, cel al lui Jacobsen și colab. și cel al lui Christoffersen și colab. [45,49]. Ambele studii au prezentat aceste raporturi subunitare când a venit vorba de fracturi ale brațului. Valoarea maximă a proporției dintre băieți și fete a fost descrisă de Yang și colab. (8.7) în ceea ce privește fracturi ale mâinii [48]. Valoarea maximă a proporției în relație cu totalul fracturilor de membru superior a fost observat de Wang și colab. (7.4) în studiul lor legat de coliziuni ale copiilor producătoare de fracturi [12].

În baza de date a Spitalului de Copii „Louis Țurcanu” au fost înregistrați 181 pacienți, dintre care 135 băieți și 46 fete, rezultând o proporție B/F de 2.93, similar cu ce regăsim în literatura din bazele de date online.

Pe cât este discuția cu privire la grupele de vârstă de necesară, pe atât este de complicată, având în vedere heterogenitatea datelor din literatură. Nu există un consens în stabilirea unor anume grupe de vârstă. Astfel, în multe studii au putut fi observate 2 grupe majore: vârstele cuprinse între 0 și 9 ani și vârstele cuprinse între 10 și 18 ani. În baza de date a Spitalului de Copii „Louis Țurcanu” , separând grupele de vârstă în două părți egale am obținut rezultate similare celor din literatură în ceea ce privește fracturile de membru superior, astfel: 0-9 ani: 26.52%, 10-18 ani: 73.58%.

Osteosinteza minim invazivă la copii este descrisă și aplicată cu succes de către Metaizeau, folosind tije elastice de oțel după tehnica Ender, pentru osteosinteza fracturilor diafizare de femur și tibie la adolescenți. Tijele elastice de titan fac parte din rândul tijelor stabile intramedulare elastice (ESIN). Această metodă prevede introducerea a 2 tije elastice prin metafiză în canalul medular, avansându-le prin locul fracturii și impactându-le în metafiza opusă. Titanul, care are o elasticitate mai mare în comparație cu oțelul, este materialul de elecție în cazul fracturilor diafizare care necesită o forță de reacție elastică superioară [50].

Se mai poate observa și durata scurtă a spitalizării pacienților tratați cu tije de titan, aceasta durând în medie mai puțin de o săptămână. Același lucru a fost similar și în rândul pacienților internați în Spitalul de Copii „Louis Țurcanu”, majoritatea beneficiând de 3-4 zile de spitalizare. În ceea ce privește complicațiile postoperatorii, nu au putut fi depistate diferențe semnificative între pacienții TEN (3/51) și non-TEN (16/130), la o valoare $p=0.318$.

6. Compararea eficienței economice a celor trei metode de tratament: compararea costurilor precum și a costuri versus rambursare ale tratamentului fracturilor diafizare la copil și utilizând metode minim invazive cu tija elastică de titan (TEN) versus tratament cu broșă kirschner și reducerea închisă a fracturilor cu imobilizare ghipsată

Fracturile antebrăului sunt cele mai frecvente fracturi din copilărie. Pentru oricare sistem medical costul este o problemă majoră în decizia de a adopta o anumită opțiune de tratament față de alta [52]. În cazul TEN versus alte opțiuni pentru tratamentul fracturilor osoase lungi la copii, costul este, de asemenea, o problemă importantă. Doar câteva publicații s-au concentrat pe aspectele financiare ale utilizării TEN la copii și cele mai multe dintre ele s-au concentrat pe fracturile oaselor lungi ale membrilor inferioare [52].

Astfel, am evaluat costurile utilizării TEN versus alte mijloace terapeutice în tratamentul fracturilor antebrăului la copii efectuând un studiu longitudinal retrospectiv pe 173 de pacienți consecutivi cu fracturi de antebrău tratați într-o singură instituție în cursul anului 2017. Studiul a fost realizat la Spitalul de Copii „Louis Țurcanu”, Timișoara, România.

Costul pe pacient a fost calculat prin însumarea costurilor directe (medicamente, materiale chirurgicale) și a costurilor indirecte calculate la nivel agregat (cheltuieli generale,

costuri de diagnostic, gestionarea spitalului, service și întreținere a echipamentelor și salariile personalului medical).

Datele privind veniturile spitalului au fost obținute din baza de date DRG, care cuprinde toți pacienții tratați în cursul anului 2017. Venitul pentru fiecare pacient, primit de spital de la Fondul Național Unic de Asigurări Sociale de Sănătate (FNUASS) a fost calculat prin înmulțirea indicelui case-mix (CMI) cu tariful pe caz ponderat (TCP). Costul pentru Broșa Kirschner și TEN sunt acoperite de Programul Național de Sănătate a Traumei, din acest motiv la calcularea rambursării pentru fiecare pacient am adăugat costurile directe ale TEN (71 USD / TEN) și cele ale K -wire (1.2 USD) separat de rambursarea primită din programul național. Calculul costurilor s-a efectuat în moneda locală (RON) și valorile s-au convertit în dolari SUA la cursul de schimb al Băncii Naționale a României (1 USD = 4.2268 RON la 23.04.2019).

În perioada 1 ianuarie - 31 decembrie 2017, un total de 173 de pacienți (45 de fete și 128 de băieți) cu fracturi de antebrăț au fost internați și tratați în spitalul nostru. Vârsta pacienților a variat între 3.3 și 19.5 ani (în medie de 12.1 ani). Au existat 66 de fracturi de radius, 1 fractură de ulnă și 106 cazuri care au avut fracturi combinate de radius și de ulnă (Tabelul 3). Reducerea închisă cu imobilizare în aparat ghipsat a fost utilizată la 46 de pacienți, reducerea închisă sau deschisă cu aplicare de Broșa Kirschner a fost utilizată la 82 de pacienți, iar reducerea închisă sau deschisă cu TEN a fost utilizată la 44 de pacienți. Imobilizarea ghipsată postoperatorie a fost utilizată la toți pacienții tratați cu Broșa Kirschner, la 5 pacienți tratați cu 1 TEN și niciunul dintre pacienții tratați cu 2 TEN.

Tabelul 3. Metode de tratament

Procedură	Radius N= 66	Ulna N= 1	Radius + ulna N= 106	Total N= 173	
Reducere închisă + ghips	30	0	16	46	
1 Broșa Kirschner	29	0	52	81	82
2 Broșa Kirschner	7	0	1	1	
1 TEN	7	1	2	10	44
2 TEN	0	0	34	34	
IP cu ghips	29	1	53	83	

N: număr pacienți; TEN: titanium elastic nail; IP: imobilizare postoperatorie

Durata medie de spitalizare a fost de 3.43 zile (1-8 zile): 3.57 zile (1-7 zile) pentru pacienții TEN, 3.55 zile (1-7 zile) pentru pacienții cu Broșa Kirschner și 3.09 zile (1-6 zile)

pentru pacienții cu reducere închisă și imobilizare ghipsată. Doar 3 pacienți cu politraumă au fost internați în secția de terapie intensivă.

Costul mediu pentru tratamentul fracturilor antebrăului a fost de 520.09 USD (337.43 USD – 455.53 USD) / pacient (Tabelul 4). Costul mediu pentru inserția TEN a fost mai mare decât pentru inserția Broșa Kirschner (diferență medie, 131.80 USD) și mai mare decât reducerea închisă cu imobilizare cu aparata ghipsat (diferență medie, 182.42 USD). Costul tratamentului cu Broșa Kirschner a fost, de asemenea, mai mare decât reducerea închisă cu imobilizare (diferență medie, 50.70 USD; $p = 0.03$).

Tabelul 4. Costuri și rambursare în spitalizare continuă

Tip procedură	Cheltuieli Media (min;max)	Rambursare Media (min;max)	Îndepărtare TEN/Broșa Kirschner Media (min;max)	Rambursarea îndepărtării Media (min;max)
TEN	632.76 (471.16; 1073.00)	497.88 (443.03; 514.01)	462.84 (385.30; 672.54)	1066.61 (512.76; 1867.47)
Broșa Kirschner	499.50 (372.36; 1095.82)	364.64 (162.16; 455.53)	424.71 (365.05; 636.01)	1044.32 (107.31; 1867.47)
Reducere închisă + ghips	451.30 (337.43; 699.25)	150.03 (107.31; 372.06)	-	-
Total	520.09 (337.43; 455.53)	309.51 (107.31; 455.53)	439.52 (365.05; 672.54)	1043.91 (107.31; 1867.47)

Toate valorile sunt exprimate în USD; min: valoarea minimă; max: valoarea maximă; TEN: titanium elastic nail

Rambursarea per pacient a fost mai mare la pacienții tratați cu TEN versus Broșa Kirschner; 497.88 USD față de 364.64 USD per pacient (diferență medie, 131.16 USD) și mai mare decât pentru pacienții tratați cu reducere închisă și imobilizare (diferență medie, 343.92 USD). Balanța venit-cost a fost negativă pentru toate cele trei metode de tratament. Pierdere medie pe pacient a fost similară ($p > 0.05$) pentru pacienții TEN; 133.26 USD (16.29 USD – 700.94 USD) și pacienții cu fir K; 132.62 USD (0.87 USD – 722.58 USD) per pacient și a fost mai mare (diferență medie, 178.61 USD) pentru pacienții cu reducere închisă și pacienți cu aparat ghipsat; 311.91 USD (146.01– 591.93 USD).

TEN s-a îndepărtat la 36 de pacienți și Broșa Kirschner la 53 de pacienți. Costul mediu pentru îndepărtarea TEN a fost mai mare decât pentru îndepărtarea firelor K ($p = 0.002$). Rambursarea pentru îndepărtarea TEN și broșa Kirschner a fost similară ($p > 0.05$), iar

diferențele între venituri și costuri au fost pozitive atât în cazul îndepărtării TEN, cât și în cazul îndepărtării de Broșa Kirschner: 621.15 \$ (22.09 \$ - 558.99 \$) pentru TEN și 619.61 \$ (504.85 \$ - 1496.88 USD) pentru îndepărtarea Broșa Kirschner.

Complicații au apărut la 17 pacienți; 1 pacient tratat cu TEN, 13 cu Broșa Kirschner și 3 tratat cu reducere închisă, urmată de imobilizare ghipsată, acestea neavând niciun impact asupra costului ($p > 0.05$). Trei pacienți au suferit politraumatisme și au fost internați în secția de terapie intensivă. Acest lucru a avut un impact direct asupra costurilor (diferență medie, 247.89 USD, $p = 0.01$).

Este un fapt cunoscut că stabilizarea TEN a fracturii membrului superior are un rezultat mai bun medical și funcțional, eficiența și avantajele acestei metode fiind dovedite în mai multe studii [53-55]. Astfel, ajungem să discutăm despre principalul dezavantaj al metodei, anume implicarea costurilor. Aici, la fel ca toate studiile internaționale, putem observa prețul elevat al tijelor în comparație cu broșele K [56-59].

7. Discuții cu privire la efectele pandemiei de SARS-CoV-2 asupra costurilor legate de tratamentul fracturilor de membru superior la copii

Infecția cu SARS-Cov-2 (Coronavirusul sindromului respirator acut sever 2) a fost inițial identificat în decembrie 2019 în regiunea Wuhan din China și s-a răspândit rapid în restul lumii, fiind declarată pandemie de către OMS. România a raportat primul caz de boală (COVID-19) în februarie 2020 și aproximativ 1,5 milioane de cazuri au fost documentate începând cu octombrie 2021. COVID-19 este o boală respiratorie cauzată de virusul SARS-CoV-2, care este mai sever decât gripa sezonieră, aproximativ 5% din pacienții diagnosticați necesitând spitalizare în secția ATI și cu o mortalitate de aproximativ 3% [60-62].

Astfel, este în lucru un studiu comparativ între anul 2019, prepandemic, și anul 2021, cu restricții maxime, cu privire la modificarea datelor cu privire la aplicarea tratamentelor fracturilor de membru superior la copii și a costurilor asociate în cadrul Spitalului de Copii „Louis Țurcanu”, Timișoara. Așadar, se poate observa că în urma procesării datelor statistice, există o asociere între numărul de cazuri internate și situația pandemică în spitalul nostru, anul 2021 observând mai puține internări decât anul 2019. De asemenea, se pot observa modificări ale metodelor de tratament utilizate. Cu toate că numărul inserțiilor tijelor de titan nu s-a schimbat semnificativ, numărul operațiilor cu fir K a scăzut în defavoarea tratamentului ortopedic prin reducere închisă a fracturilor cu imobilizare ghipsată.

Cu toate că între pierderile medii nu există diferențe semnificative statistice, așa cum demonstrează testul Student's t , există un câștig total net între cei doi ani de 628.03 USD, reprezentând o scădere de 0.33%. Astfel, chiar dacă a existat un schimb în metoda de tratament utilizată datorită situației pandemice, acest lucru nu a avut un impact semnificativ asupra cheltuielilor financiare.

CONCLUZII

Osteosinteza minim invazivă este o metodă de tratament de mare interes datorită numeroaselor avantaje pe care le posedă, dar și din cauza experienței personale din sala de operație. După studierea exhaustivă a literaturii medicale de specialitate, am ajuns la concluzia că încă există controverse în cadrul temei de cercetare propuse. Astfel, am ajuns la convingerea că pot aduce contribuții la cercetările din domeniu care să fie la înălțimea propriilor așteptări și speranțe și care să fie de un real folos în practica curentă.

Complexitatea fracturilor diafizare întâlnite la copii a impus dezvoltarea tehnicilor chirurgicale ortopedice pediatrice minim invazive ținând cont de particularitățile osului imatur. Printre primele tehnici de acest fel aplicate cu succes la copii este cea descrisă de Metaizeau, tehnică ce îi poartă numele, folosind tije elastice de oțel după tehnica Ender. Fracturile sunt frecvent întâlnite în patologia traumatică pediatrică, iar incidența fracturilor la copii a crescut în condițiile vieții moderne, reprezentând chiar un sfert din totalul leziunilor traumatice pediatrice.

Fracturile de membru superior la copii au numeroase cauze, dar cel mai frecvent implicat mecanism este cel prin cădere. La această cauză majoră participă diverși factori variabili, cum ar fi locul unde s-a produs incidentul, anotimpul, sexul, grupa de vârstă sau activitatea prestată înaintea de incident.

Tratamentul ortopedic în cazul fracturilor la copii trebuie să fie considerat ca tratament de primă intenție și constă în reducere ortopedică și imobilizare ghipsată. Uneori pot fi necesare două sau chiar trei ședințe de reducere ortopedică. Osteosinteza sângerândă are ca principiu deschiderea focarului de fractură, evacuarea hematomului postfracturar, prepararea capetelor osoase fracturate și reducerea fracturii care va fi menținută și stabilizată, de regulă rigid, prin folosirea materialelor de osteosinteză. Osteosinteza poate fi centromedulară, prin utilizarea broșelor Kirschner sau a tijelor Küntscher, introduse centromedular prin focarul de fractură, sau externă prin montajul materialului de osteosinteză în afara osului fracturat prin folosirea de cerclaje, plăci de neutralizare sau de compactare cu șuruburi, scoabe, șuruburi de compresie sau fixator extern. Osteosinteza minim invazivă la copii este descrisă și aplicată cu succes de către Metaizeau, folosind tije elastice de oțel după tehnica Ender, pentru osteosinteza fracturilor diafizare de femur și tibie la adolescenți, însă utilizarea acestei metode a devenit populară și în rândul altor oase lungi, acestea fiind confecționate și din titan.

Vindecarea osoasă după osteosinteza cu tije elastice de titan se produce printr-un mecanism indirect, osteosinteza cu tije elastice determinând o vindecare comparabilă cu cea obținută prin tratament conservator, particularitățile acestei metode de tratament constând în vindecare cu calus hipertrofice în fază inițială datorită preservării hematomului postfracturar, nedecolării periostului la nivelul focarului de fractură și datorită micromișcărilor permissive, existente la nivelul focarului de fractură postmobilizare precoce. Astfel, rezultă o remaniere osoasă mult mai accentuată, remodelarea focarului cu îndepărtarea calusului osos format în exces și, frecvent, cu corecția gradelor de angulație sau rotație.

Astfel, în România și în Regiunea de Vest a României incidența fracturilor brațului la copii a fost de 54.83 / 100 000 persoane/an și respectiv 64.79 / 100 000 de persoane/an. Incidența fracturilor de antebrăț a fost de 139.77 / 100 000 persoane/an și 139.56 / 100 000 de persoane/an, respectiv. Incidențele fracturilor extremității superioare (nespecificate altfel) au fost de 11.42 / 100 000 persoane/an și respectiv 15.79 / 100 000 persoane/an. Aceste valori sunt similare sau chiar mai mici decât cele înregistrate la nivel internațional.

Folosind TEN, principalul avantaj al metodei este minim invazivitatea care are ca rezultat reducerea închisă și conservarea hematomului fracturii. Imobilizarea prin ghipsare postoperatorie poate fi evitată, astfel încât mobilizările timpurii să devină posibile. Reversul medaliei îl reprezintă un cost direct crescut: tijele TEN costând 71 USD, pe când firele K au costat 1.2 USD/ buc. Pentru a vedea o diferență între metodele de tratament (TEN, Broșa Kirschner și tratament ortopedic nonchirurgical), am efectuat un studiu longitudinal retrospectiv pe 173 de pacienți consecutivi cu fracturi de antebrăț tratați într-o singură instituție în cursul anului 2017 și am înregistrat costurile tratamentelor, incluzând date precum costul direct al materialelor chirurgicale, spitalizarea, medicamente, service, salarii, dar și veniturile rambursate de către Fondul Național Unic de Asigurări Sociale de Sănătate. Au existat 66 de fracturi de radius, 1 fractură de ulnă și 106 cazuri care au avut fracturi combinate. Reducerea închisă cu imobilizare în aparat ghipsat a fost utilizată la 46 de pacienți, reducerea închisă sau deschisă cu aplicare de Broșa Kirschner a fost utilizat la 82 de pacienți, iar reducerea închisă sau deschisă cu TEN a fost utilizat la 44 de pacienți.

Așadar, la populația studiată, tratamentul fracturilor utilizând TEN a fost mai scump decât utilizarea stabilizării cu fir K sau a tratamentului non-chirurgical. Costurile medii ale tratamentului au fost de 632.76 USD pentru TEN, 499.50 USD pentru firul K și 451.30 USD pentru reducerea închisă și imobilizare cu ghips. În seria noastră, există o rambursare a soldului negativ în raport cu cheltuielile pentru fiecare metodă de tratament, pierderea medie fiind similară (130 - 130 USD) pentru TEN și broșa Kirschner și mai mare pentru pacienții tratați prin reducere închisă și imobilizare cu aparat ghipsat (\approx 300 USD). Există un sold pozitiv (600 - 600 USD) per pacient, în cazul îndepărtării atât a firelor TEN, cât și a firelor K în regim de spitalizare continuă, acoperind cea mai mare parte a deficitului financiar de la introducerea implanturilor. Deficitul financiar nu a putut fi recuperat pentru pacienții tratați prin reducere închisă și imobilizare cu ghips. Pe baza acestor fapte, putem afirma că, în România, există diferențe de cost în tratamentul fracturilor de antebrăț cu TEN versus fir K, dar nu există diferențe în sarcina financiară pentru spital a unei metode de tratament față de cealaltă.

BIBLIOGRAFIE

1. Markatos K, Karamanou M, Saranteas T, Mavrogenis AF. Hallmarks of amputation surgery. *Int Orthop*. 2019;43(2):493-499.
2. Bartoníček J, Rammelt S. History of femoral head fracture and coronal fracture of the femoral condyles. *Int Orthop*. 2015;39(6):1245-1250.
3. Herman MJ, Horn BD. eds. *Contemporary Surgical Management of Fractures & Complications: Pediatrics*, Philadelphia: Jaypee Group, 2014.
4. Luo J, Halanski MA, Noonan KJ. The Métaizeau technique for pediatric radial neck fracture with elbow dislocation: intraoperative pitfalls and associated forearm compartment syndrome. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*. 2014;43(3):137-140.
5. Murray IR, Amin AK, White TO, Robinson CM. Proximal humeral fractures. *The Journal of Bone and Joint Surgery British volume*. 2011;93-B(1):1-11.
6. Gustafsson LH. Childhood accidents. Three epidemiological studies on the etiology. *Scand J Soc Med*. 1977;5(1):5-13.
7. Boyce AM, Gafni RI. Approach to the child with fractures. *J Clin Endocrinol Metab*. 2011;96(7):1943-1952.
8. Baig MN. A Review of Epidemiological Distribution of Different Types of Fractures in Paediatric Age. *Cureus*. 2017;9(8):e1624.
9. De Mattos CB, Binitie O, Dormans JP. Pathological fractures in children. *Bone Joint Res*. 2012;1(10):272-280.
10. Canavese F, Samba A, Rousset M. Pathological fractures in children: Diagnosis and treatment options. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*. 2016;102(1, Supplement):S149-S59.
11. Bordbar M, Sarfaraz A, Haghpanah S, Zekavat O, Zareifar S, Zarei T. The Outcome of Children With Malignant Bone Tumors: A Single-Center Experience. *Glob Pediatr Health*. 2021;8:2333794X211042238.
12. Wang H, Yuan H, Liu L, et al. Incidence, characteristics, and treatments of traumatic open fractures in children and adolescents: A retrospective observational study. *Medicine (Baltimore)*. 2022;101(26):e29828.
13. Marson BA, Manning JC, James M, Ikram A, Bryson DJ, Ollivere BJ. Trends in hospital admissions for childhood fractures in England. *BMJ Paediatr Open*. 2021;5(1):e001187.
14. Berteau JP, Pithioux M, Baron C, et al. Characterisation of the difference in fracture mechanics between children and adult cortical bone. *Comput Methods Biomech Biomed Engin*. 2012;15 Suppl 1:281-282.
15. Selvakumaran G, Williams N. Buckled, bent or broken? A guide to paediatric forearm fractures. *Aust J Gen Pract*. 2020;49(11):740-744.
16. Joeris A, Lutz N, Blumenthal A, Slongo T, Audigé L. The AO Pediatric Comprehensive Classification of Long Bone Fractures (PCCF). *Acta Orthop*. 2017;88(2):123-128.

17. Yim GH, Hardwicke JT. The Evolution and Interpretation of the Gustilo and Anderson Classification. *J Bone Joint Surg Am.* 2018;100(24):e152.
18. Einhorn TA, Gerstenfeld LC. Fracture healing: mechanisms and interventions. *Nat Rev Rheumatol.* 2015;11(1):45-54.
19. Marsell R, Einhorn TA. The biology of fracture healing. *Injury.* 2011;42(6):551-555.
20. Han W, He W, Yang W, et al. The osteogenic potential of human bone callus. *Sci Rep.* 2016;6:36330.
21. Dwek JR. The periosteum: what is it, where is it, and what mimics it in its absence?. *Skeletal Radiol.* 2010;39(4):319-323.
22. Perren SM. Fracture healing: fracture healing understood as the result of a fascinating cascade of physical and biological interactions. Part I. An Attempt to Integrate Observations from 30 Years AO Research. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2014;81(6):355-364.
23. Ömeroğlu H. Basic principles of fracture treatment in children. *Eklemler Hastalıkları Cerrahisi.* 2018;29(1):52-57.
24. Leffler LC, Tanner SL, Beckish ML. Immobilization Versus Observation in Children With Toddler's Fractures: A Retrospective Review. *J Surg Orthop Adv.* 2018;27(2):142-147.
25. Heffernan MJ, Barnett SA, Nungesser ME, Song BM, Leonardi C, Gonzales J. The Impact of Cast Immobilization on Return to Daycare. *J Pediatr Orthop.* 2021;41(9):571-575.
26. Hubbard EW, Riccio AI. Pediatric Orthopedic Trauma: An Evidence-Based Approach. *Orthop Clin North Am.* 2018;49(2):195-210.
27. Huang Q, Su F, Wang ZM, et al. Prying reduction with mosquito forceps versus limited open reduction for irreducible distal radius-ulna fractures in older children: a retrospective study. *BMC Musculoskelet Disord.* 2021;22(1):147.
28. Kc KM, Acharya P, Sigdel A. Titanium Elastic Nailing System (TENS) for Tibia Fractures in Children: Functional Outcomes and Complications. *JNMA J Nepal Med Assoc.* 2016;55(204):55-60.
29. Lascombes P, Haumont T, Journeau P. Use and abuse of flexible intramedullary nailing in children and adolescents. *J Pediatr Orthop.* 2006;26(6):827-834.
30. Tarng YW, Lin KC, Chen CF, Yang MY, Chien Y. The elastic stable intramedullary nails as an alternative treatment for adult humeral shaft fractures. *J Chin Med Assoc.* 2021;84(6):644-649.
31. Adam O, David VL, Horhat FG, Boia ES. Cost-Effectiveness of Titanium Elastic Nail (TEN) in the Treatment of Forearm Fractures in Children. *Medicina (Kaunas).* 2020;56(2):79.
32. Adam O, Horhat FG, Amarica E, David VL, Derzsi Z, Boia ES. Upper Extremity Fractures in Children-Comparison between Worldwide, Romanian and Western Romanian Region Incidence. *Children (Basel).* 2020;7(8):84.
33. Cațan L, Cerbu S, Amarica E, Suci O, Horhat DI, Popoiu CM, Adam O, Boia E. Assessment of Static Plantar Pressure, Stabilometry, Vitamin D and Bone Mineral Density in Female Adolescents with Moderate Idiopathic Scoliosis. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17(6):2167.

34. Lempesis V, Jerrhag D, Rosengren BE, Landin L, Tiderius CJ, Karlsson MK. Pediatric Distal Forearm Fracture Epidemiology in Malmo, Sweden-Time Trends During Six Decades. *J Wrist Surg.* 2019;8(6):463-9.
35. Granhed H, Altgärde E, Akyürek LM, David P, editors. *Injuries Sustained by Falls - A Review. Trauma Acute Care.* 2017;2:38.
36. Naranje SM, Erali RA, Warner WC, Jr., Sawyer JR, Kelly DM. Epidemiology of Pediatric Fractures Presenting to Emergency Departments in the United States. *J Pediatr Orthop.* 2016;36(4):e45-8.
37. Naranje SM, Erali RA, Warner WC, Jr., Sawyer JR, Kelly DM. Epidemiology of Pediatric Fractures Presenting to Emergency Departments in the United States. *J Pediatr Orthop.* 2016;36(4):e45-8.
38. Holloway KL, Bucki-Smith G, Morse AG, Brennan-Olsen SL, Kotowicz MA, Moloney DJ, et al. Humeral Fractures in South-Eastern Australia: Epidemiology and Risk Factors. *Calcif Tissue Int.* 2015;97(5):453-65.
39. Wolfe JA, Wolfe H, Banaag A, Tintle S, Perez Koehlmoos T. Early Pediatric Fractures in a Universally Insured Population within the United States. *BMC Pediatr.* 2019;19(1):343.
40. Pasco JA, Lane SE, Brennan-Olsen SL, Holloway KL, Timney EN, Bucki-Smith G, et al. The Epidemiology of Incident Fracture from Cradle to Senescence. *Calcif Tissue Int.* 2015;97(6):568-76.
41. Körner D, Gonser CE, Bahrs C, Hemmann P. Change in paediatric upper extremity fracture incidences in German hospitals from 2002 to 2017: an epidemiological study. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2020;140(7):887-894.
42. Hannonen J, Hyvönen H, Korhonen L, Serlo W, Sinikumpu JJ. The incidence and treatment trends of pediatric proximal humerus fractures. *BMC Musculoskelet Disord.* 2019;20(1):571.
43. Mamoowala N, Johnson NA, Dias JJ. Trends in paediatric distal radius fractures: an eight-year review from a large UK trauma unit. *Ann R Coll Surg Engl.* 2019;101(4):297-303.
44. Hayashi S, Noda T, Kubo S, et al. Variation in fracture risk by season and weather: A comprehensive analysis across age and fracture site using a National Database of Health Insurance Claims in Japan. *Bone.* 2019;120:512-518.
45. Christoffersen T, Ahmed LA, Winther A, Nilsen OA, Furberg AS, Grimnes G, et al. Fracture incidence rates in Norwegian children, The Tromsø Study, Fit Futures. *Arch Osteoporos.* 2016;11(1):40.
46. Lempesis V, Jerrhag D, Rosengren BE, Landin L, Tiderius CJ, Karlsson MK. Pediatric Distal Forearm Fracture Epidemiology in Malmö, Sweden-Time Trends During Six Decades. *J Wrist Surg.* 2019;8(6):463-469.
47. Lyman A, Wenger D, Landin L. Pediatric diaphyseal forearm fractures: epidemiology and treatment in an urban population during a 10-year period, with special attention to titanium elastic nailing and its complications. *J Pediatr Orthop B.* 2016;25(5):439-446.

48. Yang H, Wang H, Cao C, et al. Incidence patterns of traumatic upper limb fractures in children and adolescents: Data from medical university-affiliated hospitals in Chongqing, China. *Medicine (Baltimore)*. 2019;98(38):e17299.
49. Daag Jacobsen S, Marsell R, Wolf O, Hailer YD. Epidemiology of proximal and diaphyseal humeral fractures in children: an observational study from the Swedish Fracture Register. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2022;23(1):96.
50. Vasilescu DE, Cosma D. Elastic Stable Intramedullary Nailing for Fractures in Children - Principles, Indications, Surgical Technique. *Clujul Med*. 2014;87(2):91-94.
51. Boia ES, David VL. The Financial Burden of Setting up a Pediatric Robotic Surgery Program. *Medicina (Kaunas)*. 2019;55(11):739.
52. Assaghir YM. Titanium elastic nail in femur fractures as an alternative to spica cast in preschoolers. *J Child Orthop*. 2012;6(6):505-511.
53. Rijal L, Ansari T, Gupta V. Management of Pediatric Both Bone Forearm Fractures With Titanium Elastic Nails: A Cost Cutting Measure. *Techniques in Orthopaedics*. 2017;32(3):173-174.
54. Shore BJ, Hedequist DJ, Miller PE, Waters PM, Bae DS. Surgical management for displaced pediatric proximal humeral fractures: a cost analysis. *J Child Orthop*. 2015;9(1):55-64.
55. Kapil Mani KC, Acharya P, Pangeni B, Marahatt S. Pediatric humeral fracture fixed by a single retrograde titanium elastic nail. *Apollo Medicine*. 2017;14:212-217.
56. Calder PR, Achan P, Barry M. Diaphyseal forearm fractures in children treated with intramedullary fixation: outcome of Broşa Kirschner versus elastic stable intramedullary nail. *Injury*. 2003;34(4):278-282.
57. Heare A, Goral D, Belton M, Beebe C, Trizno A, Stoneback J. Intramedullary Implant Choice and Cost in the Treatment of Pediatric Diaphyseal Forearm Fractures. *J Orthop Trauma*. 2017;31(10):e334-e338.
58. Balakumar B, Natarajan MV. Is there a role for Ender's nailing of paediatric femoral fractures in a resource-restricted hospital set-up?. *J Pediatr Orthop B*. 2013;22(2):101-105.
59. Kumar S, Anand T, Singh S. Comparative Study Using Intramedullary Broşa Kirschner Fixation Over Titanium Elastic Nail in Paediatric Shaft Femur Fractures. *J Clin Diagn Res*. 2014;8(11):LC08-LC10.
60. Carvalho T, Krammer F, Iwasaki A. The first 12 months of COVID-19: a timeline of immunological insights. *Nat Rev Immunol*. 2021;21(4):245-256.
61. Polak SB, Van Gool IC, Cohen D, von der Thüsen JH, van Paassen J. A systematic review of pathological findings in COVID-19: a pathophysiological timeline and possible mechanisms of disease progression. *Mod Pathol*. 2020;33(11):2128-2138.
62. Dascalu S, Geambasu O, Valentin Raiu C, Azoicai D, Damian Popovici E, Apetrei C. COVID-19 in Romania: What Went Wrong?. *Front Public Health*. 2021;9:813941