



VILNIAUS UNIVERSITETAS
MEDICINOS FAKULTETAS

Medicina

Klinikinės medicinos instituto
Gastroenterologijos, nefrourologijos ir chirurgijos klinika

Inga Tuminskytė, 6 kursas, 17 grupė

VIENTISŲJŲ STUDIJŲ MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS

Viršutinių galūnių kompartmento sindromas vaikų amžiuje. Klinikinis atvejis

Compartment Syndrome of the Upper Extremity in Children. A Clinical Case

Darbo vadovas

Dr. Giedrius Bernotavičius

Katedros ar klinikos vadovas

Prof. habil. dr. Kęstutis Strupas

Vilnius, 2025-05-10

Studento elektroninio pašto adresas: inga.tuminskyte@mf.stud.vu.lt

TURINYS

1. SANTRAUKA	3
2. SUMMARY	3
3. SANTRUMPOS	5
4. ĮVADAS	6
5. DARBO MEDŽIAGA IR METODAI	7
6. LITERATŪROS APŽVALGA	7
6.1. VIRŠUTINĖS GALŪNĖS KOMPARTMENTAI	7
6.1.1. ŽASTO KOMPARTMENTAI	7
6.1.2. DILBIO KOMPARTMENTAI	8
6.1.3. PLAŠTAKOS KOMPARTMENTAI	9
6.2. PATOFIZIOLOGIJA	10
6.3. ETIOLOGIJA	11
6.3.1. RIZIKOS VEIKSNIAI	12
6.4. DIAGNOSTIKA	13
6.4.1. KLINIKINIAI SIMPTOMAI IR POŽYMAI	13
6.4.2. LABORATORINIAI TYRIMAI	15
6.4.3. INSTRUMENTINIAI TYRIMAI	16
6.4.3.1. INTRAKOMPARTMENTINIO SLĖGIO MATAVIMAS	16
6.4.3.2. KITI INSTRUMENTINIAI TYRIMAI	18
6.5. GYDYMAS	19
6.5.1. MIOFASCIOTOMIJA	19
6.5.1.1. MIOFASCIOTOMIJOS METODAI	21
6.5.1.2. ŽAIZDOS SUTVARKYMAS	21
6.5.2. KITI GYDYMO METODAI	22
6.6. KOMPLIKACIJOS	23
7. KLINIKINIO ATVEJO APRAŠYMAS	26
8. ATVEJO APTARIMAS	30
9. IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS	32
10. LITERATŪROS SĄRAŠAS	33
11. PRIEDAI	42

1. SANTRAUKA

Kompartmento sindromas – reta, tačiau gyvybei pavojinga ortopedinė būklė, išsivystanti, kuomet audinių perfuzinis slėgis tampa mažesnis nei slėgis uždame fascijų suformuotame guolyje (kompartmente). Dažniausios viršutinės galūnės ūminio kompartmento sindromo priežastys yra dilbio kaulų arba viršgumburiniai žastikaulio lūžiai dėl kritimo, susidūrimo su transporto priemonėmis ar kitos didelės kinetinės energijos mechanizmo. Vaikams sindromas dažniau pasireiškia vyresnio amžiaus berniukams dėl aktyvesnės fizinės veiklos ir didesnės raumenų masės. Diagnostika įprastai remiasi klinikiniais simptomais ir požymiais, o esant neaiškiai diagnozei, pasitelkiama laboratoriniais ir instrumentiniais tyrimais. Dekompresinė fasciotomija išlieka veiksmingiausiu sindromo gydymo būdu. Klinikiniame atvejuje aprašomas ūminis viršutinės galūnės kompartmento sindromo atvejis trylikos metų berniukui, atsiradęs dėl traumos po abiejų dilbio kaulų repozicijos ir osteosintezės. Dėl stiprėjančio galūnės skausmo ir progresuojančio patinimo pacientui atlikus laboratorinius ir instrumentinius tyrimus, buvo diagnozuotas ūminis kompartmento sindromas ir atlikta dekompresinė fasciotomija. Pooperacinė eiga buvo sklandi, tačiau išliko galūnės raumenų silpnumas, judesių amplitudės sumažėjimas ir susiformavęs pooperacinis randas.

Darbo tikslas: Pristatyti vaikų ūminio kompartmento sindromo dilbio srityje klinikinį atvejį bei apžvelgti mokslinę literatūrą apie vaikų ūminio kompartmento sindromo klinikinį pasireiškimą, diagnostikos ypatumus ir taikomus gydymo metodus.

Metodai: Klinikinio atvejo analizė atlikta remiantis paciento anamneze, medicininių įrašų duomenimis, laboratorinių ir instrumentinių tyrimų rezultatais ir atliktų chirurginių intervencijų protokolais. Literatūros analizė atlikta remiantis mokslinių duomenų bazėse publikuotais recenzuotais šaltiniais.

Išvados: Viršutinės galūnės kompartmento sindromas vaikams išlieka rimta būklė, reikalaujanti greitos diagnostikos ir skubaus chirurginio gydymo, siekiant išvengti ilgalaikių komplikacijų. Dėl galimo netipinio sindromo pasireiškimą vaikų amžiuje yra rekomenduojamas visapusiškas požiūris, apimantis klinikinius ir laboratorinius vertinimus. Dekompresinė fasciotomija išlieka pagrindiniu gydymo metodu vaikų populiacijoje.

Raktažodžiai: kompartmento sindromas, vaikai, viršutinė galūnė, gydymas.

2. SUMMARY

Compartment syndrome is a rare but life-threatening orthopedic condition that develops when tissue perfusion pressure drops below the pressure within a closed fascial compartment. The most common causes of acute upper extremity compartment syndrome are fractures of the forearm bones or supracondylar humerus fractures resulting from falls, motor vehicle collisions, or other high-energy trauma mechanisms. In children, the syndrome occurs more frequently in older boys due to

increased physical activity and greater muscle mass. Diagnosis is typically based on clinical signs and symptoms, while laboratory and imaging studies are used in cases with diagnostic uncertainty. Decompressive fasciotomy remains the most effective treatment method for this condition. This clinical case describes an acute upper extremity compartment syndrome in a thirteen-year-old boy that developed following trauma and subsequent repositioning and osteosynthesis of both forearm bones. Due to increasing limb pain and progressive swelling, laboratory and imaging studies were performed, leading to the diagnosis of acute compartment syndrome, for which decompressive fasciotomy was performed. The postoperative course was uneventful; however, residual muscle weakness, reduced range of motion, and postoperative scar formation remained.

Aim of the study: To present a clinical case of pediatric acute compartment syndrome of the forearm and to review the scientific literature on its clinical manifestations, diagnostic features, and applied treatment methods.

Methods: The clinical case analysis was conducted based on the patient's medical history, medical records, laboratory and imaging results, and surgical intervention protocols. The literature review was based on peer-reviewed sources published in scientific databases.

Conclusions: Upper extremity compartment syndrome in children remains a serious condition requiring prompt diagnosis and urgent surgical treatment to prevent long-term complications. Due to the potential for atypical presentations in the pediatric population, a comprehensive approach is recommended, incorporating both clinical assessment and laboratory evaluations. Decompressive fasciotomy remains the primary treatment method in the pediatric population.

Keywords: compartment syndrome, children, upper extremity, treatment.

3. SANTRUMPOS

IKS – intrakompartmentinis slėgis

KK – kreatinkinazė

KS – kompartmento sindromas

LKS – lėtinis kompartmento sindromas

MB – mioglobinas

NVNU – nesteroidinis vaistas nuo uždegimo

UG – ultragarsas

ŪKS – ūminis kompartmento sindromas

4. ĮVADAS

Kompartmento sindromas (KS) – reta, tačiau gyvybei pavojinga ortopedinė būklė, išsivystanti, kuomet audinių perfuzinis slėgis tampa mažesnis nei slėgis uždarame fascijų suformuotame guolyje (kompartmente) (1). Pirmą kartą 1881 m. šis sindromas paminėtas daktaro Richardo von Volkmanno kaip išeminė raumenų kontraktūra, sukeliamą išorinio spaudimo, dėl kurio įvyksta negrįžtama raumenų nekrozė ir dažniausiai pasireiškianti vaikų amžiuje (2). Ūminis kompartmento sindromas (ŪKS) diagnozuojamas retai – sergamumas siekia 3,1 atvejo 100 tūkst. gyventojų per metus, tačiau vyrams jis nustatomas beveik dešimt kartų dažniau nei moterims – atitinkamai 7,3 ir 0,7 atvejo 100 tūkst. gyventojų (3). Vaikų populiacijoje šio sindromo paplitimas yra retesnis nei suaugusiųjų, tačiau tikslų sergamumo dažnį nustatyti yra sudėtinga dėl ribotos literatūros, atliktų tyrimų su vaikais ir pavėluotai diagnozuotų atvejų skaičiaus (4). Vidutinis ŪKS pasireiškimo amžius suaugusiems yra 32 metai, o vaikams šis sindromas dažniausiai stebimas nuo 10 iki 14 metų amžiaus (4,5).

Pagrindinė ŪKS priežastis yra lūžiai, kurie sudaro 85 proc. visų vaikų atvejų (4). Didžioji dalis ŪKS atvejų yra nustatoma apatinėse galūnėse, tačiau sindromas gali išsivystyti ir kitose kūno dalyse. Dilbis yra dažniausiai pažeidžiama viršutinės galūnės sritis ir bendrai užimanti antrą vietą pagal dažnumą po blauzdos (6,7). ŪKS priežastimi taip pat gali būti įvairūs galūnių sumušimai, kraujotakos sutrikimai, nudegimai ir infekciją. Jis taip pat gali būti jatrogeninio pobūdžio dėl ilgalaikės imobilizacijos ar intraveninės skysčių infiltracijos (8).

Nors suaugusiųjų ir vaikų KS patofiziologija ir gydymas yra panašūs, tačiau vaikų amžiuje ypatingai skiriasi šio sindromo diagnostika, dėl iššūkių, susijusių su mažų vaikų apžiūra ir bendravimo ypatumais. Suaugusiesiems ŪKS paprastai išsivysto per pirmąsias 24 valandas po traumos, tačiau vaikų populiacijoje nuo traumos iki IKS padidėjimo gali praeiti daugiau laiko (9). Pastebėta, kad tipiniai ŪKS simptomai retai pasireiškia vaikų amžiuje, todėl tai gali apsunkinti sindromo atpažinimą ankstyvoje stadijoje (1,8). Kadangi ŪKS yra reta būklė vaikų amžiuje, yra svarbu suprasti šio sindromo ypatumus, kad laiku įtarti, diagnozuoti sindromą ir imtis veiksmų, siekiant išvengti galimų komplikacijų (4,6,10).

Nepaisant reikšmingos ilgalaikių komplikacijų rizikos, nėra publikuota daug tyrimų, kuriuose būtų nagrinėjami tik vaikų viršutinės galūnės KS atvejai (8). Didžioji dalis publikacijų skirta suaugusiųjų arba vaikų apatinės galūnės KS atvejų analizei. Viename retrospektyviame tyrime, kuriame nustatyti 131 ŪKS atvejis vaikų populiacijoje per ketverių metų laikotarpį, tik 27 atvejai susiję su viršutine galūne (11). Dėl reto viršutinių galūnių ŪKS pasireiškimo vaikų amžiuje ir neinformatyvių diagnostikos tyrimų rezultatų, gydymo taktikos pasirinkimas dažnai priklauso nuo gydančio specialisto sprendimų (12).

Pagrindinis šio darbo tikslas – pristatyti vaikų ūminio kompartmento sindromo dilbio srityje klinikinį atvejį bei apžvelgti mokslinę literatūrą apie vaikų ūminio kompartmento sindromo klinikinį pasireiškimą, diagnostikos ypatumus ir taikomus gydymo metodus.

5. DARBO MEDŽIAGA IR METODAI

Atliekant literatūros analizę pagrindinis dėmesys buvo skiriamas viršutinių galūnių kompartmento sindromo vaikų amžiuje atliktiems tyrimams. Literatūros paieška atlikta peržiūrint mokslinius šaltinius, publikuotus „PubMed“, „ScienceDirect“, „ClinicalKey“, „Google Scholar“ duomenų bazėse iki 2025 m. kovo mėnesio, naudojant raktažodžius ir jų junginius: „*Compartment syndrome*“, „*Children*“, „*Upper limb*“, „*Treatment*“. Taikyti šie atrankos kriterijai: straipsniai, kuriuose aptariamas galūnių kompartmento sindromas, parašyti anglų kalba, publikuoti įvairiose pasaulio šalyse, originalūs tyrimai, sisteminės apžvalgos ir metaanalizės. Atmesti straipsniai, kuriuose aprašomi kiti sindromai, tiesiogiai nesusiję su kompartmento sindromu bei dublikatai.

Dėl reto sindromo pasireiškimo ir ribotos naujausios literatūros vaikų populiacijoje, į analizę įtraukti ir senesni nei 10 metų reikšmingi moksliniai šaltiniai, kurie išlieka aktualūs ŪKS diagnostikoje ir gydyme. Iš viso į galutinę analizę įtraukti 89 literatūros šaltiniai.

Retrospektyviai išanalizuotas viršutinių galūnių kompartmento sindromo klinikinis atvejis, remiantis paciento anamneze, medicininių įrašų duomenimis, laboratorinių ir instrumentinių tyrimų rezultatais ir atliktų chirurginių intervencijų protokolais. Gautas paciento atstovo rašytinis sutikimas ir Vilniaus Universiteto ligoninės Santaros klinikų leidimas naudoti nuasmenintus paciento duomenis (Priedas Nr 1).

6. LITERATŪROS APŽVALGA

6.1. VIRŠUTINĖS GALŪNĖS KOMPARTMENTAI

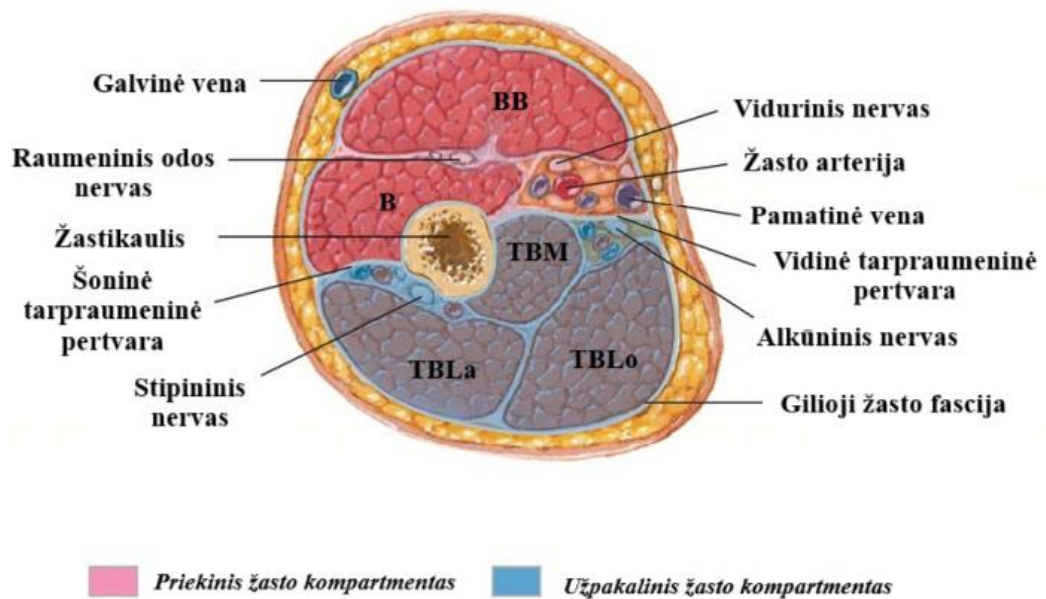
6.1.1. ŽASTO KOMPARTMENTAI

Viršutinė galūnė yra suskirstyta į fascijomis atskirtus guolius (kompartmentus).

Anatomiškai žastas turi priekinį (lenkiamąjį) ir užpakalinį (tiesiamąjį) kompartmentus, kurie pavaizduoti 1 paveiksle (13,14). Vidinė ir šoninė tarpraumeninės pertvaros atskiria priekinį ir užpakalinį kompartmentus, o žasto fascija (lot. *fascia brachii*) apgaubia šių kompartmentų raumenis (14).

Priekinį žasto kompartmentą sudaro žastinis raumuo (lot. *m. brachialis*), dvigalvis žasto raumuo (lot. *m. biceps brachii*) ir snapinis žasto raumuo (lot. *m. coracobrachialis*). Jį inervuoja raumeninis odos nervas (lot. *n. musculocutaneous*) (15).

Užpakalinį žasto kompartmentą sudaro du raumenys: trigalvis žasto raumuo (lot. *m. triceps brachii*) ir alkūninis raumuo (lot. *m. anconeus*) (13). Šiuos užpakalinius žasto raumenis inervuoja stipininis nervas (lot. *n. radialis*) (15).



1 paveikslas. Žasto skersinis pjūvis. BB – *m. biceps brachii*, B – *m. brachialis*, TBM – *m. triceps brachii medialis*, TBLa – *m. triceps brachii lateralis*, TBLo – *m. triceps brachii longus*. Perdarytas pagal Brigham and Women's Hospital (16).

6.1.2. DILBIO KOMPARTMENTAI

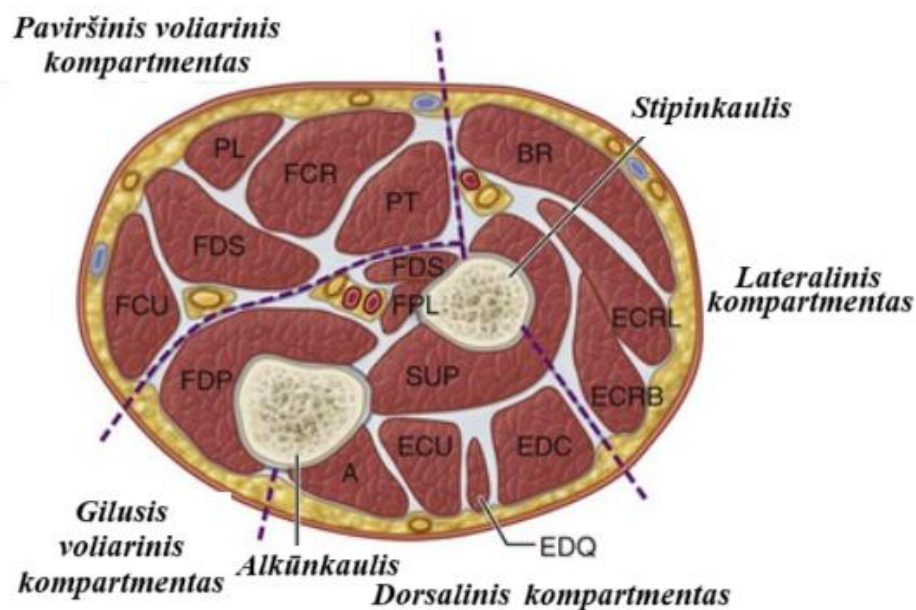
Dilbis turi tris anatominis kompartmentus: priekinį (volarinį), užpakalinį (dorsalinį) ir šoninį (lateralinį) (angl. *mobile wad*), pavaizduotus 2 paveiksle (13,14). Tarpkaulinė dilbio plėvė (lot. *membrana interossea antebrachii*) jungia stipinkaulį ir alkūnkaulį.

Priekinis dilbio kompartmentas yra sudarytas iš aštuonių raumenų, kurie skirstomi į paviršinius ir giliuosius. Paviršinių raumenų grupę sudaro: apvalusis nugrežiamasis raumuo (lot. *m. pronator teres*), stipininis lenkiamasis riešo raumuo (lot. *m. flexor carpi radialis*), ilgasis delno raumuo (lot. *m. palmaris longus*), alkūninis riešo lenkiamasis raumuo (lot. *m. flexor carpi ulnaris*) ir paviršinis lenkiamasis pirštų raumuo (lot. *m. flexor digitorum superficialis*). Giliesiems dilbio raumenims priklauso gilusis pirštų lenkiamasis raumuo (lot. *m. flexor digitorum profundus*), ilgasis nykščio lenkiamasis raumuo (lot. *m. flexor pollicis longus*) ir kvadratinis nugrežiamasis raumuo (lot. *m. pronator quadratus*) (14,17). Priekinio kompartmento raumenis inervuoja vidurinis (lot. *n. medianus*) ir alkūninis (lot. *n. ulnaris*) nervai (13,15).

Užpakalinis dilbio kompartmentas taip pat skirstomas į paviršinių ir giliųjų raumenų grupes. Paviršiniams raumenims priklauso pirštų tiesiamasis raumuo (lot. *m. extensor digitorum communis*), tiesiamasis mažylis raumuo (lot. *m. extensor digiti minimi*) ir alkūninis tiesiamasis riešo raumuo (lot. *m. extensor carpi ulnaris*). Giliųjų raumenų grupę sudaro: atgrežiamasis raumuo (lot. *m. supinator*), ilgasis atitraukiamasis nykščio raumuo (lot. *m. abductor pollicis longus*), trumpasis tiesiamasis

nykščio raumuo (lot. *m. extensor pollicis brevis*), ilgasis tiesiamasis nykščio raumuo (lot. *m. extensor pollicis longus*), tiesiamasis smiliaus raumuo (lot. *m. extensor indicis*) (13,17,18). Užpakalinius dilbio raumenis įnervuoja stipininis nervas.

Šoninį dilbio kompartmentą sudaro trys raumenys: žasto stipinkaulio raumuo (lot. *m. brachioradialis*), trumpasis tiesiamasis stipininis riešo raumuo (lot. *m. extensor carpi radialis brevis*) ir ilgasis tiesiamasis stipininis riešo raumuo (lot. *m. extensor carpi radialis longus*) (17). Šoninius dilbio raumenis taip pat įnervuoja stipininis nervas. Dilbio fascija (lot. *fascia antebrachii*) yra žasto fascijos tęsinys ir apgaubia dilbio raumenis ir jų kompartmentus (14).



2 paveikslas. Skersinis dešinio dilbio pjūvis. FCU – m. flexor carpi ulnaris; FDS – m. flexor digitorum sublimis; FCR – m. flexor carpi radialis; PT – m. pronator teres; PL – m. palmaris longus; BR – m. brachioradialis; ECRL – m. extensor carpi radialis longus; ECRB – m. extensor carpi radialis brevis; EDQ – m. extensor digiti quinti (minimi); EDC – m. extensor digitorum communis; ECU – m. extensor carpi ulnaris; FPL – m. flexor pollicis longus; FDP – m. flexor digitorum profundus; SUP – m. supinator. Perdarytas pagal Mark T. Jobe (19).

6.1.3. PLAŠTAKOS KOMPARTMENTAI

Plaštakos raumenys taip pat suskirstyti į atskirus kompartmentus, pažymėtus 3 paveiksle.

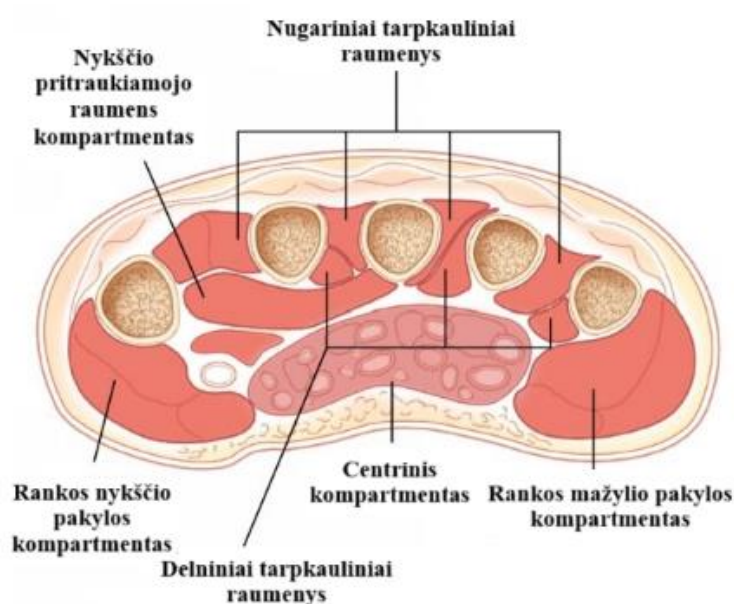
Rankos nykščio pakyllos kompartmentą sudaro trys raumenys: trumpasis lenkiamasis rankos nykščio (lot. *m. flexor pollicis brevis*), trumpasis atitraukiamasis nykščio (lot. *m. abductor pollicis brevis*) ir nykščio priešinamasis (lot. *m. opponens pollicis*). Šio kompartmento trumpąjį atitraukiamąjį nykščio ir nykščio priešinamąjį raumenis įnervuoja vidurinis nervas, o trumpąjį lenkiamąjį rankos nykščio raumenį – alkūninis nervas.

Rankos mažylis pakylas kompartmentas sudarytas iš mažylis atitraukiamojo (lot. *m. abductor digiti minimi*), mažylis lenkiamojo (lot. *m. flexor digiti minimi*) ir mažylis priešinamojo (lot. *m. opponens digiti minimi*) raumenų. Juos plaštakoje inervuoja alkūninis nervas.

Pritraukiamasis nykščio raumuo (lot. *m. adductor pollicis*) sudaro bendravardį atskirą plaštakos kompartmentą ir taip pat inervuojamas alkūninio nervo.

Trys delniniai tarpkauliniai raumenys (lot. *mm. interossei palmares*) ir keturi nugariniai tarpkauliniai raumenys (lot. *mm. interossei dorsales*) sudaro tarpkaulinį kompartmentą ir inervuojami alkūninio nervo.

Centrinį plaštakos kompartmentą sudaro sudaro sliekiniai raumenys (lot. *mm. lumbricales*), inervuojami vidurinio ir alkūninio nervų, ir ilgųjų lenkiamųjų raumenų (FDP ir FDS) sausgyslės (14).

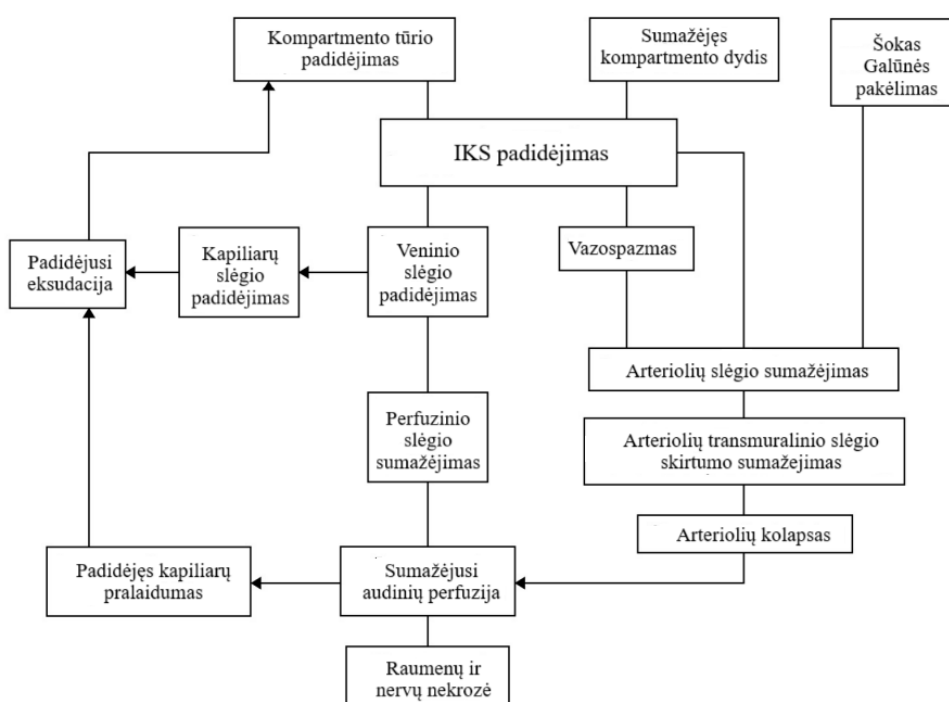


3 paveikslas. Skersinis plaštakos pjūvis. Perdarytas pagal Reichman ir kt (20).

6.2. PATOFIZIOLOGIJA

ŪKS patofiziologija yra vienoda tiek vaikų, tiek suaugusiųjų populiacijoje (4). KS išsivystymo mechanizmas parodytas 4 paveiksle. Po pradinio sužalojimo, dažniausiai lūžių ar sumušimo, išsivysto vietinis uždegimas ir audinių pažeidimas (4,21). Ląstelių membranos lizės metu, osmosiškai aktyvus ląstelių turinys išsiskiria į intersticinę erdvę. Dėl padidėjusio kapiliarų pralaidumo į kompartmentą patenka papildomas skystis (4). Padidėjus kraujo ar kito skysčio tūriui, progresuoja galūnių edema (21). Kadangi raumenų fascija ir kiti jungiamieji audiniai yra neelastingi, didėjant kompartmento tūriui, padidėja intrakompartimentinis slėgis (IKS) – spaudimas uždarame fascijų suformuotame guolyje. KS atsiranda, kai slėgis kompartmente pasiekia pakankamą lygį, kad sukeltų audinių išemiją. Normaliomis sąlygomis organizme yra pusiausvyra tarp veninio nutekėjimo ir arterinio įtekėjimo,

užtikrinanti hemodinaminį stabilumą (3). Padidėjus IKS, sumažėja veninis nutekėjimas ir padidėja veninis slėgis. Jei IKS tampa didesnis už arterinį slėgį, sumažėja ir arterinis pritekėjimas. Sumažėjus arterioveninio slėgio gradientui, sumažėja audinių perfuzija ir aprūpinimas deguonimi. Vazospazmas ir šokas lemia arteriolių slėgio sumažėjimą bei galimą jų užsidarymą, tai sukelia dar didesnę audinių perfuzijos sumažėjimą ir vystosi tolesnė audinių išemija (14). Dėl progresuojančios hipoksijos gali atsirasti negrįžtama raumenų nekrozė (4,13,21,22). Raumenų pažeidimo laipsnis priklauso nuo galūnių išemijos trukmės ir audinio metabolizmo greičio (13). Remiantis literatūros duomenimis, ŪKS atveju audinių nekrozė gali išsivystyti po 3 valandų nuo patirtos traumos, tačiau dažniausiai negrįžtamas pažeidimas atsiranda po 4–8 valandų (4,13). Įvykus nervų nekrozei, pasireiškia funkciniai galūnės sutrikimai (14).



4 paveikslas. Kompartmento sindromo išsivystymo mechanizmas perdarytas pagal Prasarn ir kt. algoritmą (14).

6.3. ETIOLOGIJA

Viršutinėje galūnėje KS dažniausiai išsivysto dilbio srityje, kuri laikomas antra pagal dažnumą galūnių KS lokalizacija po blauzdos (9). Vienoje iš sisteminių apžvalgų nustatyta, kad 60 proc. ŪKS atvejų vaikams pasireiškė blauzdoje, o antroje vietoje pagal dažnumą nustatytas ŪKS dilbyje (27 proc.) (6). Tačiau Broom ir kt. tyrime, atliktame su vaikais iki 3 metų, nustatyta, kad dažniau viršutinėje galūnėje pasitaikė ŪKS atvejų plaštakoje, o ne dilbyje. Vis dėlto dėl reto ŪKS pasireiškimo šioje amžiaus grupėje, tyrimo rezultatai gali neatspindėti bendros ŪKS paplitimo tendencijos tarp kūdikių ir vaikų iki 3 metų amžiaus (23). ŪKS metu dažniausiai pažeidžiamas

priekinis dilbio kompartmentas, kurio gilieji lenkiamieji raumenys yra jautresni išemijai nei paviršiniai. Šoninis dilbio kompartmentas pažeidžiamas retai (14).

KS gali išsivystyti skirtingose anatomicinėse lokalizacijose dėl įvairių klinikinių situacijų, lemiančių kompartmento tūrio padidėjimą, sutrikusią perfuziją ir raumenų išemiją (8,13). IKS padidėjimas gali atsirasti dėl vidinių priežasčių, tokių kaip lūžis, patinimas ar kraujavimas po sužalojimo, gyvūnų įkandimų, intraveninės skysčių infiltracijos, nudegimo ar infekcijos. Tokios priežastys kaip paveldimi kraujotakos sutrikimai ar antikoagulantų vartojimas labiau būdingos suaugusiems (4,24). Išoriniams veiksniams priskiriama ilgalaikė galūnės imobilizacija gipso longete ar tvarsčiais, užsitęsusi paciento padėtis operacijos metu ir raumenų sutraiškymo trauma (angl. *crush injury*) (13,24–26). Smith ir kt. pažymi, kad nuo 23 iki 31 proc. ŪKS atvejų atsiranda dėl minkštųjų audinių sužalojimų be lūžių (24). Jaunesniems nei 10 metų vaikams dažniausia sindromo priežastis yra susijusi su kraujagyslių pažeidimu ar infekcija, o vyresniems nei 14 metų vaikams ŪKS išsivysto dėl traumos ar ilgai trunkančios intervencijos, kai paciento padėtis ilgą laiką nekeičiama (27). Visgi, daugelio autorių duomenimis, net iki 82 proc. atvejų ŪKS atsiradimo priežastis siejama su galūnių lūžiais ar kitais trauminiais sužalojimais (8,24,28). Lin ir kt. sisteminėje metaanalizėje iš 233 vaikų, kurių amžiaus vidurkis buvo 9,7 metų, nustatyta, kad galūnių traumos sudarė daugiau nei pusę visų ŪKS atvejų. Dažniausia jų priežastis buvo pėstiesiems sukelti sužalojimai dėl motorinių transporto priemonių (21 proc.). Kitos priežastys, įskaitant autoįvykius, kritimus ir su sportu ar fiziniu krūviu patirtas traumas, sudarė po 12 proc. ŪKS atvejų. Iš viso lūžiai pasireiškė 65 proc. pacientų (6). Dažniausiai vaikų ŪKS viršutinėje galūnėje išsivysto dėl dilbio kaulų lūžių. Atliktoje retrospektyvinėje apžvalgoje Lin ir kt. nustatė, kad trauminis dilbio ŪKS pasitaikė dažniau (48 proc.) nei blauzdoje (43 proc.), plaštakoje ir rieše (10 proc.) ar šlaunyje (5 proc.) (29). JAV atliktame didesnės apimties retrospektyviniame vaikų tyrime nustatyta, kad dažniausiai viršutinės galūnės KS buvo susijęs su dilbio kaulų lūžiais (74 proc.) ir rečiau su viršgumburiniais žastikaulio lūžiais (15 proc.) bei riešo ar plaštakos lūžiais (11 proc.). Grottkau ir kt. taip pat nustatė, kad vaikams ŪKS išsivystymo rizika yra 2,2 karto didesnė patyrus atvirus dilbio lūžius nei esant uždaram lūžiui (11). Mažesnėse tyrimų serijose nustatyta, kad KS dažnis vaikams, patyrusiems atvirus dilbio lūžius, svyruoja nuo 7,7 iki 11 proc. (30,31).

KS dažniau pasireiškia vyrams, ypač paauglystėje, ir dažniausiai yra susijęs su didelės kinetinės energijos traumomis. Manoma, kad tai lemia didesnė raumenų masė ir polinkis patirti traumas dėl aktyvesnės fizinės veiklos (9). Tai patvirtina Lin ir kt. metaanalizė, kurioje iš 233 vaikų 82 proc. ŪKS atvejų išsivystė berniukams (6).

6.3.1. RIZIKOS VEIKSNIAI

Tyrimų duomenimis, didelės kinetinės energijos sukeltos traumos, atviri blauzdikaulio, viršgumburinio žastikaulio, dilbio kaulų lūžiai ir vyriška lytis reikšmingai padidina ŪKS išsivystymo

riziką vaikų populiacijoje (32–35). Tyrimai rodo, kad kartu įvykę žastikaulio ir dilbio kaulų lūžiai gali padidinti ŪKS išsivystymo riziką iki 3,5 karto (4,33). Blakemore ir kt. nustatė 7 proc. KS atvejų dėl ipsilateralinio viršgumburinio žastikaulio ir dilbio kaulų lūžių, o esant abiejų dalių lūžiams su poslinkiu dažnis padidėjo iki 33 proc. (36). Literatūroje aprašoma, kad vyresnis vaikų amžius, šaunamojo ginklo sužalojimai ir susidūrimas su motorine transporto priemone taip pat padidina KS išsivystymo riziką (1,32). Taip pat literatūros duomenimis nustatyta didesnė KS išsivystymo rizika po ūminių lūžių repozicijos ir fiksacijos arba planinės korekcinės osteotomijos (37). Blackman ir kt. nustatė, kad vaikų atviri dilbio lūžiai ir ilgesnis operacijos laikas buvo susiję su KS išsivystymu po intramedulinio strypo implantavimo (30).

6.4. DIAGNOSTIKA

ŪKS yra klinikinė būklė ir dažniausiai nustatoma remiantis vien paciento išsakomais nusiskundimais ir klinikiniais požymiais. Nepaisant tyrimų įvairovės, laboratoriniai tyrimai ir vaizdinės diagnostikos metodai ne visada informatyvūs ŪKS diagnostikoje, tačiau jie gali papildyti esamus nusiskundimus ir padėti diferencijuoti ŪKS nuo kitų būklių (38). Svarbu kuo anksčiau atpažinti šią būklę, kad išvengti negrįžtamo raumenų pažeidimo ir kitų galimų komplikacijų (39,40). Nors vaikų ŪKS dažnai diagnozuojamas vėliau nei suaugusiųjų, pastebėta, kad net pavėluotas trauminio ŪKS nustatymas gali būti saugus, jei infekcijos rizika išlieka maža (41). Broom ir kt. vaikų tyrime, nors vidutinis laikas nuo sužalojimo iki trauminio ŪKS nustatymo sudarė 28,3 valandų, trylika (87 proc.) iš penkiolikos pacientų nepatyrė jokių komplikacijų (23). Literatūroje nurodoma, kad vaikams, kuriems ŪKS išsivysto be lūžio, diagnostika dažnai yra sudėtingesnė ir užtrunka ilgiau (42). Livingston ir kt. nustatė, kad vaikų netrauminio ŪKS atveju vidutinis laikas nuo simptomų atsiradimo iki diagnozės buvo 48 valandos (43). Ragland ir kt. pranešė apie 24 naujagimių netrauminius dilbio ŪKS atvejus, tačiau tik vienam pacientui ŪKS buvo diagnozuotas per pirmąsias 24 valandas po gimimo (44).

6.4.1. KLINIKINIAI SIMPTOMAI IR POŽYMIAI

Viršutinių galūnių ŪKS gali pasireikšti skirtinga simptomatika, priklausomai nuo paciento amžiaus bei laiko nuo sindromo pasireiškimo (6). Nors ŪKS simptomai dažniausiai pasireiškia per pirmąsias 24 valandas po sužalojimo, laikas iki simptomų atsiradimo gali pailgėti iki 48 valandų (3).

ŪKS dažniausiai pasireiškia klasikiniiais, literatūroje vadinamais „5 P“ simptomais: skausmas (angl. *pain*), blyškumas (angl. *pallor*), parestezija (angl. *paresthesia*), paralyžius (angl. *paralysis*) ir pulso nebuvimas (angl. *pulselessness*) (3). Vaikams ŪKS diagnostika yra sudėtingesnė ne tik dėl jų riboto gebėjimo apibūdinti simptomus, bet ir dėl galimo netipinio klinikinio pasireiškimo. Atsižvelgiant į sunkumus diagnozuojant šią vaikų būklę, kai kurie tyrėjai siūlo vietoje klasikinių „5 P“ simptomų, vaikus vertinti pagal „3 A“ požymius – didėjančią nerimą (angl. *anxiety*), susijaudinimą

(angl. *agitation*) ir skausmą malšinančių vaistų poreikį (angl. *analgesic requirement*), kadangi šie požymiai dažnai pasireiškia anksčiau nei klasikiniai KS simptomai (4,6,22,45). Bae ir kt. nustatė, kad didėjantis analgetikų vartojimas buvo jautresnis ŪKS rodiklis vaikams nei tradiciniai simptomai ir pasireiškėdavo maždaug 7,3 valandos anksčiau nei kiti simptomai (37). Souderis ir kt. pažymi, kad neramumas, sunkumas sutelkti dėmesį ir neįprastas elgesys gali būti ankstyvieji ŪKS požymiai (1).

Pagrindinis ŪKS įtarimą keliantis požymis yra stiprus, gilus, deginantis ir progresuojantis skausmas, neproporcingas sužalojimo sunkumui (3,4,6). Jis išlieka nepaisant analgetikų vartojimo ir sustiprėja atliekant pasyvių raumenų tempimo judesius (13,22). Vaikams skausmo vertinimas gali būti sudėtingas, nes, priklausomai nuo amžiaus, jie ne visada geba tiksliai apibūdinti savo pojūčius ir lokalizuoti skausmą (4). Kelių tyrimų duomenys rodo, kad dažniausias ŪKS simptomas vaikams yra skausmas – jis nustatytas 83–88 proc. atvejų. Kiti klasikiniai „5 P“ simptomai, tokie kaip parestezija, patinimas ar motoriniai sutrikimai, pasireiškė rečiau (6,8,37). Pavyzdžiui, Bae ir kt. tyrimas parodė, kad dauguma vaikų turėjo du arba tris iš penkių simptomų, o visi penki požymiai buvo nustatyti tik vienam pacientui (37). Kanj ir kt. tyrimo duomenimis, patinimas buvo antras pagal dažnumą požymis, tačiau jutimo ar motoriniai sutrikimai bei pulso išnykimas buvo nustatyti tik nedidelei daliai pacientų. Šie rezultatai patvirtina, kad vaikų populiacijoje ŪKS gali nepasireikšti visais klasikiniiais simptomais ir požymiais, o netinkamas simptomų dokumentavimas apsunkina jų kiekybinį įvertinimą (6,8).

Neurologiniai simptomai, tokie kaip galūnės dilgčiojimas ar tirpimas (parestezija), atsirandantis dėl nervinių skaidulų suspaudimo, bei sumažėjęs galūnės jautrumas (anestezija), dažniausiai atsiranda ligai progresuojant. Visgi, retais atvejais pažeistos galūnės parestezija gali būti vienas iš pirmųjų nervinio audinio hipoksijos požymių kompartimente (3). Kadangi motoriniai nervai turi tam tikrą atsparumą išemijai, o objektyvūs motoriniai sutrikimai gali išsivystyti vėlai, gydytojais turi būti dėmesingi, kad neatmestų KS net ir nesant neurologinio pažeidimo požymių. Taip pat nerimas, kiti sužalojimai ar pakitusi psichinė būklė gali apsunkinti neurologinį vertinimą (46). Vėlyvoje ŪKS stadijoje gali pasireikšti pažeistos galūnės raumenų parėzė, o vėliau ir visiškas galūnės paralyžius (22). Kraujotakos sutrikimai taip pat lemia atsirandantį odos blyškumą ir cianozę galūnėse (4). Arterinis pulsas nebūtinai koreliuoja su kompartimente esančiu slėgiu, todėl jo buvimas nereiškia, kad ŪKS galima atmesti. Jis gali išlikti net esant dideliui audinių pažeidimui, o pulso išnykimas dažnai rodo jau negrįžtamą raumenų pažeidimą (3,22). Visi šie simptomai gali nepasireikšti arba būti vėlyvieji sindromo požymiai, tad net jei minėtų simptomų nėra, negalima atmesti KS išsivystymo galimybės (4,13,22).

Literatūroje taip pat aprašomas KS su netipiniu pasireiškimu be skausmo arba nesant ryškaus skausmo pasyvių judesių metu. Ši būklė dar vadinama „tyliuoju“ KS. Badhe ir kt. aprašė suaugusiųjų „tyliojo“ atvejų seriją, kai neurologiškai sveikiems vyrams ŪKS pasireiškė be išreikšto skausmo.

Autoriai pabrėžė, kad skausmas nėra patikimas ankstyvasis ŪKS simptomas. Paralyžius, patinimas, parestezija, tvirti, bet suspaudžiami galūnių kompartmentai ir padidėjęs analgetikų poreikis buvo patikimesni ankstyvieji klinikiniai simptomai (47). Frei ir kt. aprašė vaikų KS atvejį, kai po traumos atsirado stiprus rankos patinimas, tačiau buvo jaučiamas tik minimalus galūnės skausmas (39). Lee ir kt. analizavo penkis vaikų KS atvejus, kai ramybės metu ar atliekant pasyviuos judesius nebuvo stebėtas ryškus skausmas (48). Taigi, net nesant stipriam galūnės skausmui ar skausmui pasyvaus tempimo metu, svarbu atkreipti dėmesį į kitus progresuojančius simptomus (42).

Klinikinės apžiūros metu, be galūnės skausmingumo, galima apčiuopti pažeistos galūnės raumenų įsitemimą ir kietumą, kurie gali būti ankstyvo KS požymiai (3). Suaugusiesiems šis požymis dažnai apibūdinamas kaip „medžio kietumo“ pojūtis palpuojant, tačiau vaikams dėl audinių elastingumo jis pasitaiko rečiau. Be to, objektyvūs kompartimento įsitemimo vertinimai yra nepatikimi net ir patyrusiems specialistams (22,46). Kelių autorių tyrimai parodo, kad palpacija nėra patikimas būdas nustatyti padidėjusį IKS ar paveiktą kompartmentą. Teisingai nustatant padidėjusį slėgį kojose palpuojant jautrumas siekė tik 24 proc., o specifiškumas – 55 proc. Rankos atveju jautrumas buvo 49 proc., o specifiškumas – 79 proc. Nors palpuojant viršutinę galūnę jautrumas buvo didesnis, abiem atvejais jis išliko žemas, o tai rodo, jog gydytojai dažnai nepastebėdavo padidėjusio kompartimento slėgio (49,50).

6.4.2. LABORATORINIAI TYRIMAI

Nors ŪKS diagnostika remiasi klinikiniais simptomais, laboratoriniai tyrimai gali papildyti turimus duomenis, padėti diferencijuoti nuo kitų ligų ar nustatyti būklės sunkumą, ypač vaikų amžiuje, kai klinikiniai požymiai gali būti netipiniai ir skirtis nuo suaugusiųjų.

Vystantis ŪKS, dėl uždegiminio atsako gali padidėti uždegiminiai žymenys, tokie kaip leukocitai (WBC), eritrocitų nusėdimo greitis (ENG) ir C-reaktyvus baltymas (CRB). Nors šie rodikliai nėra specifiniai ŪKS diagnozei, jie gali būti naudingi vertinant uždegiminio proceso sunkumą ir ligos eigą (51).

Įtariant ŪKS, tiriamos kreatinkinazės (KK) ir mioglobino (MB) koncentracijos kraujo serume. Šie žymenys gali padidėti dėl didelio raumenų pažeidimo sutrikus perfuzijai. Vis dėlto, jie dažniausiai aptinkami jau vėlyvoje ŪKS stadijoje, išsivysčius sindromo komplikacijoms (18,52). Raumenų išemija gali lemti mioglobino išsiskyrimą, kuris gali sukelti mioglobinuriją, metabolinę acidozę ir hiperkalemiją (14). Literatūros duomenimis, po skeletinių raumenų pažeidimo MB koncentracija žymiai padidėja per 30 minučių, o KK koncentracija pasiekia maksimumą po 2 valandų. Tačiau MB grįžta į pradinę vertę po 24 valandų, o KK lieka padidėjusi bent 48 valandas (51). Zhang ir kt. vertindami dilbio ŪKS atvejus, nustatė, kad didesnis nei 300 U/l KK kiekis serume yra jautrus ribinis rodiklis, rodantis galimą blogą paciento išeitį ir turėtų paskatinti chirurgus nedelsiant atlikti

fasciotomiją. KK kiekis, viršijantis 10 000 U/l, laikomas blogos prognozės rodikliu, kuris gali lemti galūnės amputaciją, nuolatinį neurologinį deficitą, kontraktūras ar net mirtį (53).

Literatūroje aprašoma, kad išemijos modifikuotas albumino (IMA) tyrimas, kuris dažniau naudojamas nustatant miokardo išemiją, gali padidėti ir esant kritinei skeletinių raumenų išemijai, tačiau jis nėra pakankamai pagrįstas kaip patikimas ŪKS nustatymo rodiklis (51,54).

Kraujo dujų tyrimas gali būti svarbus vertinant ŪKS pacientų metabolinius pokyčius, sumažėjus perfuzijai. Dėl anaerobinio metabolizmo, padidėja laktato koncentracija ir sumažėja kraujo pH, o tai sukelia metabolinę acidozę. Tai dažnai stebima pacientams su ŪKS dėl vietinės audinių hipoksijos ir gali koreliuoti su išeminio pažeidimo trukme ir sunkumu (51).

Kraujo krešėjimo tyrimai ir trombocitų skaičius gali būti aktualūs, kai yra įtariami kraujo krešėjimo sutrikimai, kurie daro įtaką ŪKS vystymuisi ir gydymo taktikos pasirinkimui (55).

Nors biologinių žymenų rezultatai gali kisti dėl ŪKS sukeltų raumenų pažeidimų, šiuo metu nėra pakankamai jautrių ir specifiskų laboratorinių tyrimų ankstyvai ŪKS diagnostikai (51). Dažniausiai pacientai, kuriems įtariamas ŪKS, yra patyrę sužalojimų arba serga kitomis ligomis, galinčiomis paveikti laboratorinių tyrimų rezultatus. Todėl daugelis autorių rekomenduoja vertinti tyrimų duomenis dinamikoje, o ne remtis vienkartiniais laboratorinių tyrimų duomenimis (9,51–53).

6.4.3. INSTRUMENTINIAI TYRIMAI

Instrumentiniai tyrimai nėra laikomi ŪKS diagnostikos standartu, tačiau gali būti naudingi diferencinei diagnostikai ar tais atvejais, kai klinikiniai ir laboratoriniai tyrimai nėra pakankamai informatyvūs (4).

6.4.3.1. INTRAKOMPARTMENTINIO SLĖGIO MATAVIMAS

Intrakompartmentinio slėgio (IKS) matavimas indikuotinas pacientams, kuriems įtariamas ŪKS, tačiau klinikiniai požymiai nėra vienareikšmiai (14). Kadangi ankstyvieji KS požymiai vaikams gali būti neišreikšti, kai kurie autoriai siūlo reguliariai atlikti slėgio matavimus pažeistos galūnės kompartmente, siekiant laiku nustatyti patologinius pokyčius. IKS matavimas yra rekomenduojamas tais atvejais, kai klinikinis ištyrimas yra apsunkintas dėl paciento būklės (pacientas mieguistas, yra neurologinių pažeidimų, atlikta regioninė nejautra) (14). Nutukusiems vaikams, turintiems bendravimo sunkumų, sutrikusios sąmonės ar esant netipiniams simptomams, slėgio matavimas gali padėti diferencijuoti KS nuo kitų būklių (6,22). Jei IKS nėra padidėjęs, pacientas yra toliau stebimas ir atliekamas pakartotinis klinikinis įvertinimas. Prasarn ir kt. pateikė rekomenduojamą ŪKS vertinimo ir valdymo algoritmą, pavaizduotą 5 paveiksle (14).

Dažniausiai slėgis matuojamas invaziniu adatinės manometrijos metodu, kai į kompartmentą įšvirkščiamas nedidelis fiziologinio tirpalo kiekis ir matuojamas audinių pasipriešinimas. Normalus suaugusiųjų IKS yra 0–10 mmHg, o vaikams jis yra šiek tiek didesnis ir siekia 10–16 mmHg. Slėgis

taip pat gali skirtis priklausomai nuo galūnės. Literatūros duomenimis, vaikų apatinių galūnių IKS didesnis – 13,3–16,6 mmHg, palyginti su 5,2–9,7 mmHg suaugusiųjų grupėje (22,41).

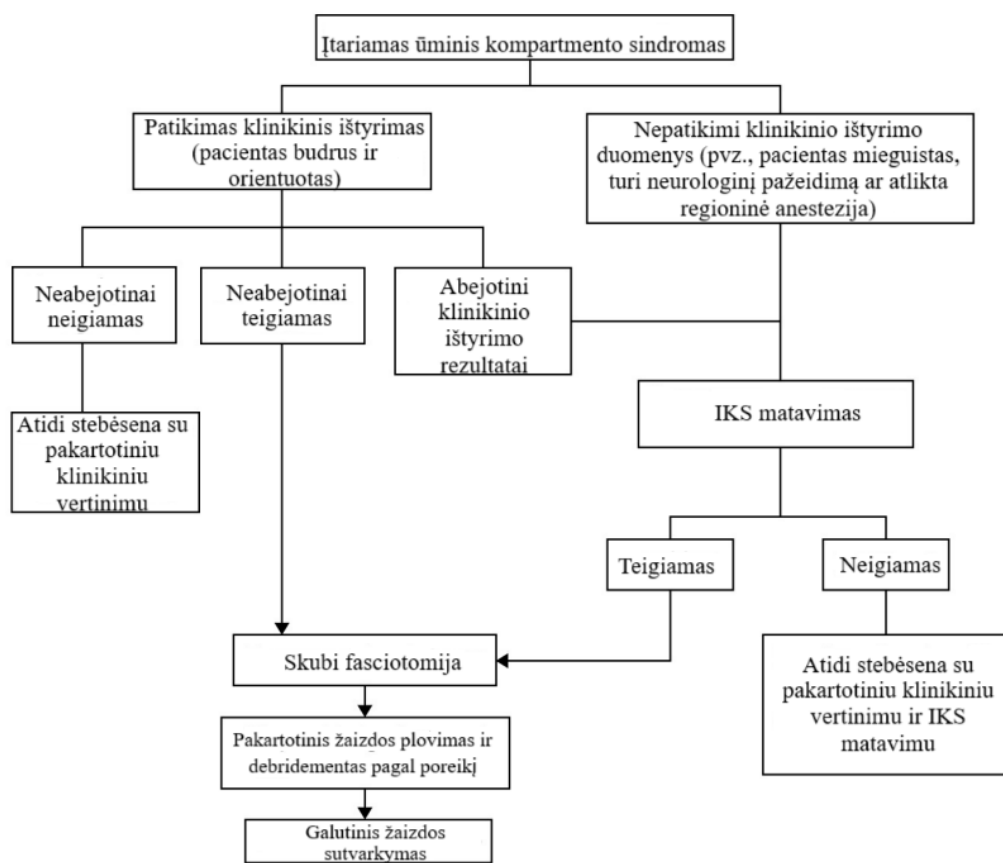
Literatūroje išlieka diskusijų dėl slėgio matavimo reikšmės diagnozuojant ŪKS (4,6). Dažniausiai pataloginiu IKS tiek suaugusiems, tiek vaikams laikomas absoliutaus slėgio padidėjimas, viršijantis 30 mmHg – tai laikoma reikšmingu ŪKS požymiu (3,13,48). Kanj ir kt. tyrime IKS buvo matuojamas 17 iš 23 vaikų, o visi, išskyrus du, turėjo bent vieną kompartmentą, kurio slėgis viršijo 30 mmHg (8). Kiti autoriai siūlo vertinti diferencinį (delta) slėgį (ΔP) – skirtumą tarp diastolinio kraujospūdžio ir išmatuoto vidinio slėgio, kadangi šis rodiklis geriau atspindi audinių perfuziją ir yra jautresnis IKS pokyčiams (3,6). Jei ΔP mažesnis arba lygus 30 mmHg, tai laikoma raumenų išemijos išsivystymo riba ir fasciotomijos indikacija (4,41). Broom ir kt. tyrime nustatyta, kad iš 10 pediatriinio amžiaus pacientų, kuriems buvo diagnozuotas ŪKS, visais atvejais, išskyrus vieną, IKS viršijo 40 mmHg bent viename ar keliuose kompartmentuose (23).

Slėgio matavimo reikšmė turėtų būti vertinama atsargiai, kadangi sunkias traumas patyrusiems pacientams IKS gali padidėti ir nesant ŪKS (46). Tyrimai rodo, kad IKS pavieniai matavimai, taikant 30 mmHg ΔP kriterijų, lemia iki 35 proc. klaidingai teigiamų rezultatų ir gali padidinti KS diagnozavimo dažnį bei nereikalingų fasciotomijų riziką (56). Dėl šios priežasties kai kurie autoriai rekomenduoja nuolatinį IKS matavimą, siekiant sumažinti diagnostines klaidas, ypač tais atvejais, kai vaikas yra nekontaktiškas ar pakitusios psichinės būklės (8,22,51). McQueen ir kt. parodė, kad nuolatinis slėgio stebėjimas taikant $\Delta P \leq 30$ mmHg kriterijų lėmė aukštą jautrumą (94 proc.) ir specifiškumą (98 proc.) ŪKS diagnozei (57). Siūloma slėgio stebėjimą taikyti tik klinikiniam įtarimui patvirtinti, bet ne kaip atrankos priemonę didesnės rizikos pacientams. Prayson ir kt. atliktame tyrime aštuoniems iš devyniolikos pacientų su besimptomiais lūžiais ΔP buvo mažesnis nei 30 mmHg ir viso tyrimo laikotarpiu nebuvo diagnozuotų ŪKS atvejų (58).

Vienas iš IKS matavimo trūkumų yra tas, kad normalūs IKS rodikliai neatmeta KS diagnozės. reikia pakartotinai įvertinti IKS arba išmatuoti jį aplinkiniuose kompartmentuose (5). Jei pacientas yra budrus ir orientuotas, rekomenduojama atlikti klinikinį ištyrimą ir IKS matavimą (žr. 5 pav.). Jei absoliutaus slėgio rodikliai išlieka normos ribose (≤ 30 mmHg), tačiau klinikiniai simptomai išlieka arba klinikinis ištyrimas nėra pakankamai informatyvus, rekomenduojama tęsti atidžią stebėseną ir kartoti tiek klinikinį ištyrimą, tiek IKS matavimus. Remiantis pakartotiniais duomenimis, sprendžiama dėl fasciotomijos indikacijų (14).

Slėgio matavimas turėtų būti atliekamas tose vietose, kurios atitinka klinikinių simptomų lokalizaciją. Adata turėtų būti įvedama maždaug 5 cm atstumu nuo lūžio vietos, siekiant išvengti klaidingai padidintų IKS reikšmių (4). Svarbu pabrėžti, kad IKS matavimas vaikams dažnai kelia

iššūkių dėl galimo nerimo prieš invazines procedūras, todėl matavimus rekomenduojama atlikti taikant vietinę arba bendrąją nejautrą prieš fasciotomiją (1).



5 paveikslas. Įtariamo ūminio kompartmento sindromo vertinimo ir valdymo algoritmas perdarytas pagal Prasarn ir kt. (14).

6.4.3.2. KITI INSTRUMENTINIAI TYRIMAI

- Ultragarso (UG) tyrimas gali būti naudojamas greitesniam pirminiam ištyrimui, siekiant nustatyti audinių edemą, pakitusias raumeninės struktūras ar hematomas, išvengiant papildomos apšvitos (59). Long ir kt., pasitelkdami UG tyrimu, nustatė mišraus echogeniškumo hematomą vyrui, kuris skundėsi stipriu galūnės skausmu ir patinimu, ir tai leido diagnozuoti ŪKS ir nedelsiant atlikti dekompresinę fasciotomiją (60). Ultragarsu galima atmesti kitas diferencines diagnozes, tokias kaip abscesas, nekrotizuojantis fascitas, raumenų plyšimai, miozitas ar rabdomiolizė. Vis dėlto, svarbu pažymėti, kad neradus pakitimų, KS diagnozės atmesti negalima (55).

- Galūnių rentgenografija naudojama diferencijuoti pažeidimo etiologiją, įtariant kaulų struktūrinius pažeidimus, kurie galėjo sukelti ŪKS, tačiau ji nesuteikia informacijos apie minkštųjų audinių būklę (4).

- Magnetinio rezonanso tomografija (MRT) leidžia įvertinti minkštųjų audinių pažeidimus, įskaitant edemą ar išemiją, būdingą KS. Tačiau esant ūmiai traumai, MRT tyrimo atlikimas gali uždelsti diagnozės patvirtinimą ir chirurginio gydymo pradžią, didindamas komplikacijų riziką (55).

Rominger ir kt. nustatė, kad išplitusio KS atveju MRT vaizduose matomi patinę kompartmentai ir pakitusi raumenų struktūra koreliavo su intraoperaciniais radiniais ir histologiniais radiniais, tačiau MRT tyrimu nepavyko nustatyti pokyčių, būdingų ankstyvam ŪKS (61).

- Kompiuterinė tomografija (KT), ypač KT angiografija, gali būti naudinga vertinant kraujagyslių būklę ir diferencijuojant kitas galimas patologijas (62). Visgi, dėl gydymo vėlavimo rizikos, vaizdiniai tyrimai, įskaitant ultragarsą, KT ir MRT, retai naudojami ŪKS diagnostikoje (13).

- Lazerinė doplerio srautometrija (angl. *Laser Doppler flowmetry*, LDF) ir scintigrafija yra metodai, skirti perfuzijos vertinimui. Nustatyta, kad abu metodai gali būti naudingi lėtinio kompartmento sindromo (LKS) diagnostikai, tačiau jų pritaikymas ŪKS diagnostikoje yra ribotas (63). Scintigrafija dėl ilgo tyrimo laiko, žemo specifiškumo traumotoje galūnėje ir ribotų pakartotinių tyrimo atlikimo galimybių nėra tinkama ŪKS diagnostikai (51). LDF taip pat buvo taikoma KS tyrimuose, tačiau jų skaičius išlieka ribotas, todėl rekomenduojama atlikti papildomus tyrimus, siekiant nustatyti šio metodo jautrumą ir specifiškumą ŪKS diagnostikai (63,64).

- Infraraudonųjų spindulių spektroskopija (angl. *near – infrared spectroscopy*, NIRS) taip pat yra vienas iš siūlomų neinvazinių vaizdinių metodų ŪKS diagnostikai (64). NIRS matuoja vietinį minkštųjų audinių aprūpinimą deguonimi 2–3 cm gylyje po oda ir gali padėti atrinkti pacientus, kuriems gresia ŪKS, netiesiogiai matuojant sumažėjusią audinių perfuziją dėl padidėjusio IKS (22,65). Garr ir kt. atliktas tyrimas su gyvūnais, pasitelkus NIRS, parodė reikšmingą atvirkštinę koreliaciją tarp IKS ir oksihemoglobino koncentracijos raumenyse, kas rodo šio metodo potencialą (40). Nors NIRS yra neinvazinis metodas, tinkamas vaikų populiacijai, jo diagnostinė vertė ŪKS išlieka ribota, nes reikšmingi pokyčiai dažniausiai pasireiškia tik vėlesnėse ligos stadijose. Dėl šios priežasties, NIRS labiau tinka LKS diagnostikai (63). Norint patvirtinti šio metodo klinikinį pritaikymą ir patikimumą ŪKS diagnostikai, reikalingi tolimesni tyrimai (22).

6.5. GYDYMAS

Pagrindinis ŪKS gydymo tikslas yra sumažinti IKS bei padidinti galūnės perfuziją. Pirmiausia yra pašalinami tvarsčiai, gipso longetės ar kitos imobilizacijos priemonės nuo pažeistos vietos, kadangi tai gali sumažinti IKS net 65–85 proc. (4,51). Be to, svarbu atstatyti lūžius su poslinkiu, kad būtų išvengta tolesnės audinių edemos. Skausmui sumažinti būtina adekvati analgezija, tačiau regioninė nervų blokada nerekomenduojama, nes gali apsunkinti paciento simptomų stebėjimą (4). Nors ši būklė reikalauja neatidėliotino gydymo, netipinė simptomatika ir abejotini tyrimų rezultatai gali uždelsti ŪKS diagnostiką, lemiančią pavėluotą gydymo pradžią (21,66).

6.5.1. MIOFASCIOTOMIJA

Miofasciotomija yra vienas iš pagrindinių ŪKS gydymo metodų, skirtas sumažinti padidėjusį IKS, kuris kelia grėsmę normaliam galūnės funkcionavimui (4,51). Tyrimai rodo, kad laiku atlikta

chirurginė miofasciotomija yra gyvybiškai svarbi atkuriant kraujotaką išeminiams nervams ir raumenims, kas gali reikšmingai pagerinti paciento prognozę bei padėti išvengti raumenų fibrozės, atrofijos ir kontraktūrų (32,34). Jerome ir kt. tyrime nustatyta, kad po viršutinių galūnių fasciotomijos 88 proc. vaikų motorinė funkcija visiškai atsistatė vidutiniškai per 14 savaitių, o jutimo funkcija atsistatė visiems pacientams (10).

Vis dar nesutariama, per kiek laiko reikia atlikti fasciotomiją, kad išvengti negrįžtamų išeminių pakitimų (55). Moksliniuose šaltiniuose yra pabrėžiamas ankstyvosios fasciotomijos veiksmingumas ir nurodomos galimos fasciotomijos komplikacijos, atsirandančios dėl uždelstos fasciotomijos atlikimo (67,68). Literatūros duomenimis, profilaktiškai atliekama fasciotomija lemia geresnes baigtis nei ją atlikti pavėluotai arba praleisti nediagnozuotą ŪKS atvejį, atsižvelgiant į galimą infekcijos ir mionekrozės riziką (21,55). Prasarn ir kt. rekomenduoja esant tipiniams ŪKS požymiams ir/ar esant reikšmingam IKS padidėjimui (absoliutus slėgis >30 mmHg ar $\Delta P \leq 20$ mmHg) atlikti skubią dekompresinę fasciotomiją, po kurios gali prireikti pakartotinio žaizdos plovimo ir debridemento pagal poreikį bei galutinio žaizdos sutvarkymo (žr. 5 pav) (14).

Tyrimai rodo, kad laikas nuo traumos iki operacijos turi įtakos ilgalaikiams rezultatams. Flynn ir kt. nustatė, kad vaikams, kuriems fasciotomija buvo atlikta praėjus daugiau nei 48 valandoms po traumos, dažniau pasireiškė prasti gydymo rezultatai (41). Prasarn ir kt. vaikų viršutinių galūnių ŪKS be lūžių tyrime, palankios baigtys buvo nustatytos pacientams, kuriems miofasciotomija buvo atlikta praėjus mažiau nei 6 valandoms nuo diagnozės nustatymo. Tyrimo metu vidutinis laikas iki fasciotomijos buvo 9,4 valandos ir tik 58 proc. pacientų turėjo gerus funkcinis rezultatus, o 3 iš pacientų prireikė galūnių amputacijos (69).

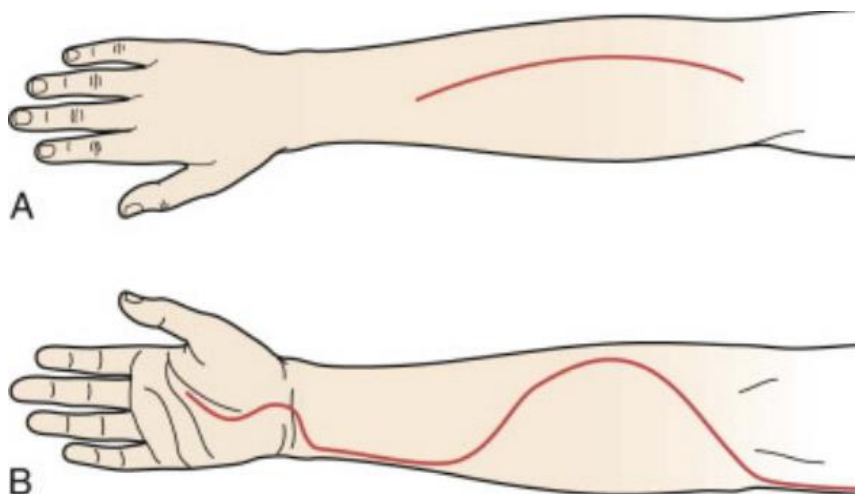
Nors vaikų ŪKS dažnai susijęs su diagnozės uždelsimu, net ir suteikus gydymą pavėluotai, vis tiek gali pasiekti gerų rezultatų (8,41,43). Kai kurie autoriai teigia, kad laikas iki fasciotomijos neturi ryšio su didesne komplikacijų rizika (53). Kanj ir kt. analizėje iš 12 pacientų, kuriems fasciotomija buvo atlikta praėjus ne daugiau kaip 24 val. nuo sužalojimo, devynių pacientų gydymo rezultatai buvo puikūs, o trijų – geri. Panašūs gydymo rezultatai nustatyti ir pacientams, kuriems fasciotomija atlikta praėjus daugiau nei 24 valandoms po traumos – aštuoniems iš jų gydymo rezultatai buvo puikūs, dviem – geri. Statistiškai reikšmingo funkcinis rezultatų skirtumo tarp šių dviejų pacientų grupių nenustatyta. Tačiau dėl nedidelės imties ir dokumentacijos trūkumų tyrimo rezultatų patikimumas gali būti ribotas, todėl autoriai rekomenduoja, esant galimybei, taikyti ankstyvą ŪKS gydymą (8). Taip pat Bae ir kt. tyrimas parodė, kad daugiau nei 90 proc. vaikų amžiaus pacientų atgavo visas funkcijas po atliktos miofasciotomijos. Nei vienam iš tyrime dalyvavusių pacientų neprireikė amputacijos, nors vidutinis laikas nuo sužalojimo iki dekompresijos buvo 30,5 valandos (37). Broom ir kt. tyrime nepaisant diagnozės ir gydymo vėlavimo nustatyta, kad kūdikių ir mažų

vaikų rezultatai išlieka palankūs net tada, kai fasciotomija atliekama praėjus 48–72 valandoms po sužalojimo. 87 proc. tyrime dalyvavusių pacientų gydymas buvo sėkmingas. Tarp pacientų, gydytų per 24 valandas po traumos, ir tų, kuriems gydymas buvo pradėtas praėjus 24 valandoms ar daugiau, nebuvo reikšmingų skirtumų (23). Panašius rezultatus pateikė Lin ir kt., kurie nustatė, kad 62 proc. vaikų, gydytų po 24 valandų ir vėliau, neturėjo pooperacinių funkcinių komplikacijų (29).

6.5.1.1. MIOFASCIOTOMIJOS METODAI

Yra daugybė skirtingų fasciotomijos atlikimo metodų, kuriuos lemia pažeidimo lokalizacija, gydytojo klinikinė patirtis bei individuali paciento būklė, tačiau dažniausiai dilbyje atliekami šie pjūviai:

- Užpakalinis pjūvio metodas (6 pav. A) yra dekompresijos technika, kurios metu atliekamas išilginis pjūvis nugarinėje dilbio pusėje, kuris leidžia atlaisvinti užpakalinius dilbio raumenis prakerpant fascijas (13,25).
- Dilbyje dažniausiai naudojamas S formos priekinis pjūvio metodas (6 pav. B), pradedamas maždaug 1 cm proksimaliau nuo vidinio žastikaulio antkrumplio, tęsiamas medialiai link dilbio vidurio ir išlenkiamas į radialinę pusę ties distaliniu trečdaliu. Ši technika leidžia atlaisvinti paviršinius ir giliuosius dilbio raumenis prakerpant fascijas. Tokiu būdu galima pasiekti ir nugarinę raumenų grupę be papildomo užpakalinio pjūvio (1,13,25). Taip pat esant padidėjusiam slėgiui riešo kanale, atliekamas pjūvis perpjaunant skersinį riešo raištį (*ligamentum carpi transversum*) (14).



6 paveikslas. A – Užpakalinis dilbio pjūvis; B – priekinis dilbio pjūvis (70).

6.5.1.2. ŽAIZDOS SUTVARKYMAS

Kadangi literatūroje nėra sutarimo dėl geriausio fasciotominių žaizdų sutvarkymo metodo, kiekvieną kartą taikomas metodas pasirenkamas individualiai pagal specialisto sprendimą, atsižvelgiant į paciento būklę, žaizdą, audinių edemą. Ankstyvas pirminis žaizdos sutvarkymas retai atliekamas ir nėra rekomenduojamas dėl išliekančios audinių edemos, IKS padidėjimo bei

pasikartojančio KS rizikos (21,22,71). Žaizdų sutvarkymas turėtų būti atidėtas maždaug 1 savaitei, kad būtų galima saugiai sutvarkyti žaizdos kraštus ir palengvinti gijimą. Dauguma fasciotomijos žaizdų reikalauja atidėto pirminio sutvarkymo, kuris gali būti atliekamas konservatyviais metodais, tokiais kaip drėgni, sausi tvarsčiai ar chirurginių intervencijų pagalba, atliekant žaizdos kraštų suartinimą ar dalinio storio odos persodinimą (71). Vienas plačiausiai taikomų atidėto pirminio sutvarkymo fasciotominių žaizdų metodų yra žaizdos kraštų suartinimas „batų raištelių“ technika, kurią pirmą kartą aprašė Cohn ir kt. (72). Tai yra paprastas, saugus būdas palaipsniui suartinti odos kraštus, kai išnyksta patinimas, taip sumažinant vėlesnio odos persodinimo poreikį (54,71). Anksčiau dažnai taikyta antrinio gijimo technika, kai žaizda užgyja natūraliai be chirurginių intervencijų, šiuo metu nebetaikoma dėl padidėjusios infekcijos, raumenų nekrozės ir sepsio rizikos, ilgesnės hospitalizacijos, uždelstos reabilitacijos ir neestetiskų randų susidarymo. Tačiau ji gali būti svarstoma tais atvejais, kai dėl infekcijos ar žaizdos atsivėrimo nepavyksta atlikti atidėto pirminio sutvarkymo (71). Walker ir kt. tyrime su vaikais nustatė, kad pacientams, kuriems buvo taikytas pirminis žaizdų sutvarkymas, buvo žymiai mažesnis komplikacijų ir operacijų skaičius, palyginti su kitais žaizdos sutvarkymo metodais ir antriniu gijimu (73).

6.5.2. KITI GYDYMO METODAI

Dėl fasciotomijos sukeltų komplikacijų, tokių kaip randų susidarymas, infekcija ir funkciniai sutrikimai, atliekami tyrimai, siekiant atrasti mažiau invazinius ŪKS gydymo metodus, sumažinti chirurginės intervencijos mastą, pagerinti funkcinis rezultatus bei estetinį vaizdą (21).

Vienas iš siūlomų vaistų ŪKS gydymui yra indometacinas. Indometacinas yra nesteroidinis vaistas nuo uždegimo (NVNU), kuris gali būti veiksmingas skausmo kontrolei ūminio ŪKS atveju ir uždegiminio atsako slopinimui, kas padėtų sumažinti ląstelių pažeidimą ir pagerinti audinių perfuziją (21). Manjoo ir kt. tyrime su žiurkėmis nagrinėjo indometacino poveikį mikrovaskulinei perfuzijai ir ląstelių pažeidimui po padidėjusio IKS. Tyrimo rezultatai atskleidė, kad tiek prieš IKS padidėjimą, tiek po jo vartotas indometacinas sumažino ląstelių pažeidimą, palyginti su kontrolinės grupės gyvūnais. Pastebėta, kad profilaktinis indometacino skyrimas pasižymėjo ryškesniu apsauginiu poveikiu nei vartojimas po skirtingų laikotarpių nuo IKS padidėjimo pradžios (74).

Literatūroje taip pat yra aprašomas manitolio panaudojimas ŪKS gydyme, tačiau jo veiksmingumas išlieka diskutuotinas. Viena vertus, tyrimai rodo, kad manitolis gali padėti sumažinti IKS ir būti veiksmingas gydant ūminę arterinę išemiją (75). Kita vertus, literatūroje aprašyti atvejai, kai manitolio ekstravazacija lėmė ŪKS išsivystymą (76).

Intersticinio skysčio ultrafiltracija, naudojant perkutaniškai į raumenis įvestus kateterius, tam tikrais atvejais taip pat buvo veiksminga mažinant IKS (4,21). Odland ir kt. pranešė apie galimą intersticinio skysčio ultrafiltracijos efektyvumą diagnozuojant ŪKS ir mažinant IKS (77).

Kitas aprašomas gydymo metodas – hiperbarinė deguonies terapija, kurios metu dėl kraujagyslių vazokonstrikcijos sumažėja edemos ir pagerėja audinių gyvybingumas, skatinamas žaizdų gijimas (78). Pacientams, kuriems gresia ŪKS, rekomenduojama taikyti hiperbarinę deguonies terapiją per pirmąsias 48 valandas, siekiant palengvinti simptomus ir sumažinti fasciotomijos poreikį. Vis dėlto, šis metodas neturėtų pakeisti fasciotomijos ar kitų būtinų intervencijų (4).

Visi išvardyti metodai kol kas nėra pripažinti kaip standartiniai ŪKS gydymo būdai, o jų veiksmingumui patvirtinti pagrįsti būtini tolesni tyrimai (4,21).

6.6. KOMPLIKACIJOS

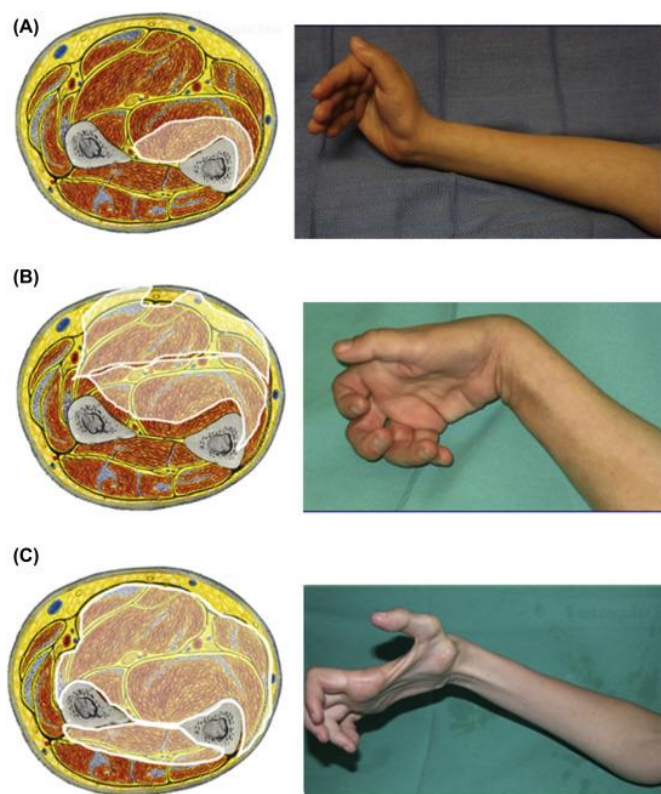
Kalbant apie komplikacijas, nepaisant laiku atliktos diagnostikos ir gydymo, ŪKS gali lemti įvairias komplikacijas, tarp jų negrįžtamus audinių pažeidimus, kurie turi įtakos paciento gyvenimo kokybei ir funkciniam atsistatymui. Tačiau dažniausiai pasitaikančios komplikacijos yra susijusios su uždelsta ar netinkama gydymo taktika, ilgalaikės audinių išemijos poveikiu bei chirurginės intervencijos pasekmėmis (63). Tarp pagrindinių ŪKS komplikacijų išskiriamos raumenų ir nervų nekrozė, kontraktūros, lėtinis skausmas, infekcijos, randai, galūnių funkciniai sutrikimai bei amputacijos rizika. Sunkiais atvejais gali išsivystyti sisteminės komplikacijos, tokios kaip rabdomiolizė ar ūminis inkstų nepakankamumas, o itin sudėtingose situacijose baigtis mirtimi (3,17,79,80). Tyrimai rodo, kad bendras dilbio kompartmento sindromo komplikacijų dažnis suaugusiems ir vaikams gali siekti net iki 42 proc. (81).

Negydoma ŪKS sukelia raumenų nekrozę, kuri, remiantis tyrimais, gali išsivystyti net per 3 valandas po sužalojimo (28). Tačiau rizika išsivystyti raumenų nekrozei priklauso nuo ligos kilmės. Tyrimai rodo, kad traumos atveju rizika išsivystyti raumenų nekrozei yra žymiai mažesnė nei netrauminės kilmės atveju. Livingston ir kt. nustatė, kad vaikams, sergantiems netrauminiu ŪKS, mionekrozė išsivystė 54 proc. pacientų (43). Palyginimui, Shore ir kt. tyrime vaikams, kuriems ŪKS buvo susijęs su lūžiais, mionekrozė pasireiškė tik 4 proc. atvejų (82).

Volkmano kontraktūros susiformavimas yra viena iš viršutinės galūnės ŪKS komplikacijų, išsivystanti dėl ilgalaikės audinių išemijos ir raumenų nekrozės. Jai būdinga dilbio, riešo ir plaštakos raumenų deformacija, apimanti: alkūnės sulenkimą, dilbio nugręžimą, riešo sulenkimą, nykščio pritraukimą, metakarpofalanginių sąnarių ištiesimą ir interfalanginių sąnarių sulenkimą (17). Dėl giliųjų raumenų jautrumo išemijai, dažniausiai pažeidžiamas vidurinis nervas, sukeldamas neurologinius sutrikimus ir dar labiau ribodamas galūnės funkciją (14,83). Volkmano kontraktūra pagal Tsuge klasifikaciją skirstoma į tris sunkumo laipsnius pagal pažeistus raumenis ir neurologinį deficitą (7 pav.). Pagal sunkumo laipsnį nusprendžiamas tolimesnis gydymas (1 lentelė) (83,84).

1 lentelė. Volkmano išeminės kontraktūros Tsuge klasifikacija (83–85).

Sunkumo laipsnis	Pažeisti raumenys	Neurologinis pažeidimas	Gydymas
Lengvas	Gilusis lenkiamasis pirštų raumuo (<i>m. flexor digitorum profundus</i>)	Gilusis lenkiamasis pirštų raumuo (<i>m. flexor digitorum profundus</i>)	Gilusis lenkiamasis pirštų raumuo (<i>m. flexor digitorum profundus</i>)
Vidutinio sunkumo	Gilusis pirštų lenkiamasis raumuo (<i>m. flexor digitorum profundus</i>), ilgasis nykščio lenkiamasis raumuo (<i>m. flexor pollicis longus</i>) ir dalis paviršinių lenkiamųjų raumenų.	Gilusis pirštų lenkiamasis raumuo (<i>m. flexor digitorum profundus</i>), ilgasis nykščio lenkiamasis raumuo (<i>m. flexor pollicis longus</i>) ir dalis paviršinių lenkiamųjų raumenų.	Gilusis pirštų lenkiamasis raumuo (<i>m. flexor digitorum profundus</i>), ilgasis nykščio lenkiamasis raumuo (<i>m. flexor pollicis longus</i>) ir dalis paviršinių lenkiamųjų raumenų.
Sunkus	Visi lenkiamieji raumenys ir dalis tiesiamųjų raumenų.	Visi lenkiamieji raumenys ir dalis tiesiamųjų raumenų.	Visi lenkiamieji raumenys ir dalis tiesiamųjų raumenų.



7 paveikslas. Volkmano išeminė kontraktūra. Įvairaus sunkumo laipsnio ir atitinkamo klinikinio pasireiškimo dilbio skersinis pjūvis: (A) – lengvas, (B) – vidutinio sunkumo, (C) – sunkus (85).

Fasciotomija, kaip pagrindinis chirurginis ūminio kompartmento sindromo gydymo metodas, gali sukelti įvairių komplikacijų (51). Literatūroje aprašomas mirtingumo dažnis po fasciotomijos gali siekti net 15 proc., o galūnių amputacijos dažnis svyruoja nuo 11 iki 21 proc. (4). Literatūros duomenimis, komplikacijų dažnis po fasciotomijos priklauso nuo ŪKS kilmės. Pacientams, kuriems ŪKS išsivysto dėl jatrogeninių priežasčių, dažniau pasitaiko komplikacijų po fasciotomijos, o tiems, kuriems sindromas atsiranda dėl trauminės etiologijos, tikimybė patirti komplikacijas yra mažesnė (6). Nors fasciotomijos vaikams dažnai atliekamos pavėluotai, dauguma pacientų pasiekia palankius gydymo rezultatus ir komplikacijų dažnis išlieka nedidelis. Viena tyrime, iš 33 vaikų, 91 proc. pacientų po chirurginės dekompresijos visiškai atgavo pažeistos galūnės funkcijas. Tik vienam vaikui su viršutinės galūnės pažeidimu išliko ribotas alkūnės lenkimas (120°) dėl viršgumburinio lūžio ir arterijos pažeidimo (37). Kitame tyrime, kuriame dalyvavo 24 vaikai sergantys ŪKS, vidutinis laikas nuo atvykimo į ligoninę iki fasciotomijos buvo 27 valandos, o bendras komplikacijų dažnis siekė vos 4,2 proc. (12). Panašias išvadas pateikė Flynn ir kt., kurie nustatė, kad iš 43 vaikų, kuriems fasciotomija buvo atlikta vidutiniškai po 20,5 valandos nuo traumos, 41 pacientas neturėjo pooperacinių komplikacijų. Tik dviem pacientams, kuriems operacija buvo atlikta po 82,5 ir 86 valandų, pasireiškė funkciniai sutrikimai (41).

Žaizdų infekcija po fasciotomijos nėra dažna vaikų ŪKS komplikacija. Lim ir kt. tyrime 6,7 proc. vaikų atvejų išsivystė fasciotomijos žaizdos infekcijos (86). Literatūroje pranešama, kad fasciotomijos žaizdų infekcijos buvo susijusios su didesne rizika atlikti keturias ar daugiau žaizdos sutvarkymo procedūrų. Tyrimo duomenys atskleidė, kad po trijų nesėkmingų pirminio žaizdos uždarymo bandymų tikimybė, jog prireiks odos persodinimo, viršijo 80 proc. (86). Shirley ir kt. nustatė, kad po fasciotomijos žaizdų uždarymo vaikams taip pat buvo stebėti nervų pažeidimai, galūnių standumas, patinimas, rando skausmas ir raumenų silpnumas (87).

Pacientai taip pat turi būti stebimi dėl rabdomiolizės išsivystymo, kuri gali pasireikšti iki pusės visų pacientų atvejų po fasciotomijos ir sukelti ūminį inkstų nepakankamumą (4). Rabdomiolizė buvo nustatyta iki 23 proc. atvejų, diagnozavus ŪKS bendroje populiacijoje. Klinikiniu požiūriu rabdomiolizė gali pasireikšti raumenų skausmu, silpnumu, šlapimo spalvos pasikeitimu bei KK ir MB rodiklių padidėjimų kraujo serume (17).

Nors gyvybei grėsmingos komplikacijos vaikų amžiuje pasitaiko rečiau, vis dėlto estetinės fasciotomijos pasekmės išlieka ne mažiau reikšmingos, ypač atsižvelgiant į ilgalaikį psichologinį ir socialinį randų poveikį vaikui. Shirley ir kt. atlikto tyrimo duomenimis, net 23,1 proc. vaikų išreiškė susirūpinimą dėl randų atsiradimo po viršutinių galūnių fasciotomijos (87).

7. KLINIKINIO ATVEJO APRAŠYMAS

Trylikos metų pacientas atvežtas į Vilniaus universiteto ligoninės Santaros klinikų Vaikų ligoninės Priėmimo – skubios pagalbos skyrių dėl kairiojo dilbio, alkūnės skausmo ir patinimo. Iš anamnezės žinoma, jog vaikas šokinėdamas batutų parke nukrito ant kairės rankos ir pajautė skausmą alkūnės srityje. Kairės alkūnės skausmas buvo įvertintas 4 balais iš 10 pagal skausmo vertinimo skalę. Tėvų teigimu, prieš traumą pacientas buvo sveikas, gretutines ligas, alergijas ir buvusias traumas anamnezėje neigė.

Apžiūrint stebėtas kairės alkūnės, dilbio patinimas. Palpuojant pacientas jautė skausmingumą kairiojo stipinkaulio galvos srityje, rotaciniai dilbio judesiai buvo riboti. Sužeistos rankos kraujotaka ir jutimai nebuvo sutrikę, pacientas buvo sąmoningas, kontaktiškas, nekarščiavo.

Atliktoje dviejų krypčių kairės rankos alkūnės sąnario rentgenogramoje nustatytas uždaras kairio stipinkaulio kaklelio lūžis su poslinkiu ir uždaras kairio alkūnkaulio alkūnės ataugos lūžis be poslinkio (8 pav).



8 paveikslas. Šoninė (A) ir tiesinė (B) kairės rankos alkūnės sąnario rentgenogramos prieš repoziciją.

Sužeista galūnė buvo imobilizuota su transportine longete ir nuskausminimui suleista 30 mg ketorolako trometamolio injekcinio tirpalo į raumenį. Tolimesniam gydymui pacientas hospitalizuotas į vaikų ortopedijos–traumatologijos skyrių.

Antrą hospitalizacijos dieną atlikta kairio stipinkaulio kaklelio lūžio repozicija. C-lanko kontrolėje į stipinkaulio čiulpą įvestas 2,5 mm skersmens titaninis strypas ir atlikta osteosintezė. Po repozicijos stipinkaulio kaklelio lūžis reponavosi patenkinamai, be dislokacijos (9 pav.), bendra paciento būklė išliko stabili. Kairė ranka buvo imobilizuota gipso longete nuo delnakaulių krumplių iki žasto vidurinio trečdaliao nepilnai sulenkte padėtyje dėl didelio tinimo alkūnės srityje.



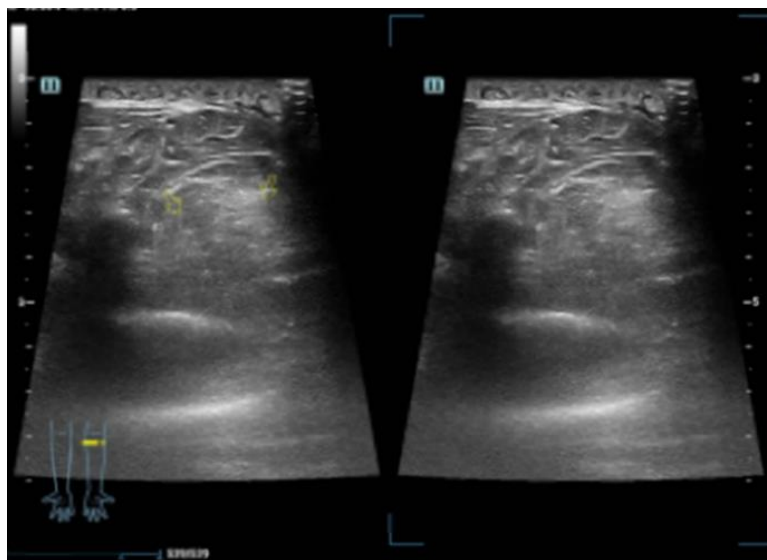
9 paveikslas. Kairės rankos dilbio rengenografija po atliktos repozicijos ir osteosintezės.

Praėjus 5 valandoms po atliktos operacijos, pacientas skundėsi didėjančiu spaudimu pojūčiu dilbio srityje bei kairės alkūnės, dilbio skausmu. Apžiūros metu buvo stebimas kairės alkūnės ir dilbio patinimas, o kairės plaštakos pirštų tiesimas ir lenkimas buvo riboti, tačiau jutimai nesutrikę. Kairės stipininės arterijos pulsas čiuopėsi gerai. Įtariant ŪKS, buvo atlikti išsamūs kraujo tyrimai, kuriuose nebuvo reikšmingų pakeitimų, leidžiančių neabejotinai patvirtinti sindromą. Pagrindiniai tyrimų rezultatai aprašyti 2 lentelėje.

2 lentelė. Laboratorinių tyrimų rezultatai.

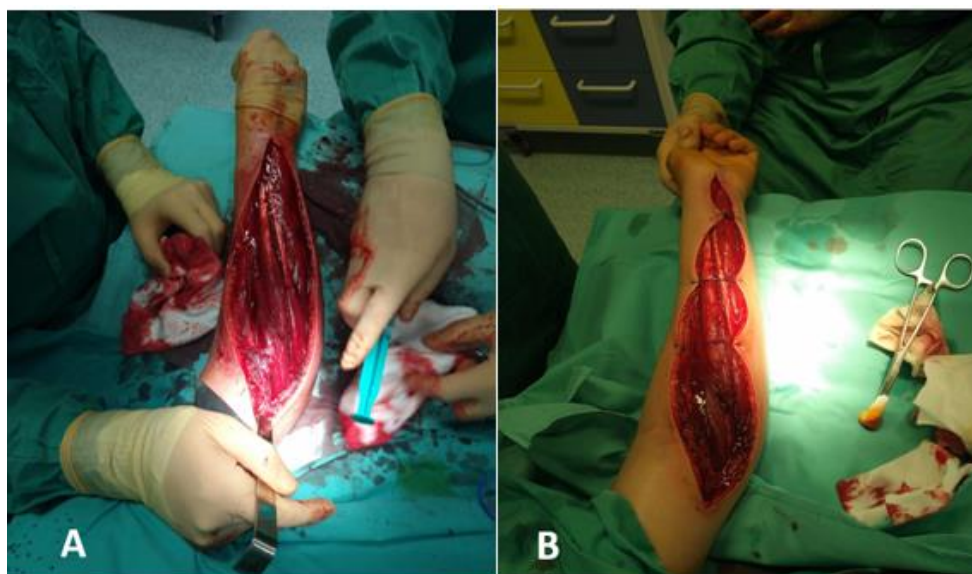
Tyrimas	Rezultatas	Pamatinių biologinių verčių intervalai arba klinikinių sprendimų vertės
Mioglobinas (µg/l)	42,9	vyrams <155
Kreatinkinazė (U/l)	324	vyrams 12–17 m. <270
Gliukozė (mmol/l)	6,3	4,2–6,1
C-reaktyvus baltymas (mg/l)	34,06	<5
Neutrofilai (*10⁹/l)	8,63	12–18 m. 1,5–6,0
ADTL	33,0	11–16 m. 33,9 –46,1
INR	1,35	11–16 m. 0,97–1,30

Gauta normali mioglobino reikšmė, tačiau padidėjęs kreatinkinazės (KK) lygis, uždegiminis CRB rodiklis ir neutrofilų skaičius. Išliekant skausmui ir tinimui, trečią hospitalizacijos dieną atliktas kairės rankos minkštųjų audinių ultragarsinis (UG) tyrimas (10 pav.).



10 paveikslas. Paciento kairės rankos UG tyrimo vaizdai. Priekiniame dilbio paviršiuje apie 2–2,5 cm giluminiame raumenų sluoksnyje bei proksimaliniame dilbio trečdalyje nustatytos pakitusios raumeninės struktūros, sumažėjusi raumenų vaskuliarizacija ir poodžio edema.

Remiantis intensyvėjančiu galūnės skausmu ir tinimu, laboratorinių tyrimų duomenimis bei UG tyrimo metu nustatytais pakitimais, buvo įtartas ŪKS bei atlikta miofasciotomija. Atliktas pjūvis per visą dilbio priekinį (volarinį) paviršių bei paviršinių ir giliųjų fascijų atpalaidavimas (11 pav.).



11 paveikslas. Miofasciotomija su žaizdos sutvarkymu. A – Priekinis pjūvis dilbio priekiniame paviršiuje ir atvertos raumenų fascijos; B – Atliktas atidėtas pirminis žaizdos sutvarkymas.

Pooperacinis laikotarpis praėjo be komplikacijų, paciento būklė išliko stabili. Kairės alkūnės ir dilbio tinimas sumažėjo, atkurtas kairiojo riešo ir pirštų lenkimas bei tiesimas. Papildomai taikyta antibiotikoterapija infekcijos profilaktikai, skausmo malšinimui skirti analgetikai, hidratacija palaikymui intraveninės skysčių infuzijos bei gydymas manitoliu IKS sumažinimui. Po kairiojo riešo

ir pirštų funkcijos atsistatymo, sumažėjus tinimui ir skausmui, fasciotominis pjūvis buvo užsiūtas po keturių dienų (12 pav.). Pooperacinės žaizdos gijo pirminiu būdu.



12 paveikslas. S formos priekinis dilbio fasciotominis pjūvis praėjus 8 dienoms po užsiuvimo.

Po fasciotomijos, tolimesniam gydymui pacientas dviem dienom paliktas reanimacijos ir intensyvios terapijos skyriuje stebėjimui ir gydymui, o vėliau perkeltas į vaikų ortopedijos – traumatologijos skyrių. Išliekant teigiamai gydymo dinamikai, pacientas išrašytas ambulatoriniam gydymui į namus.

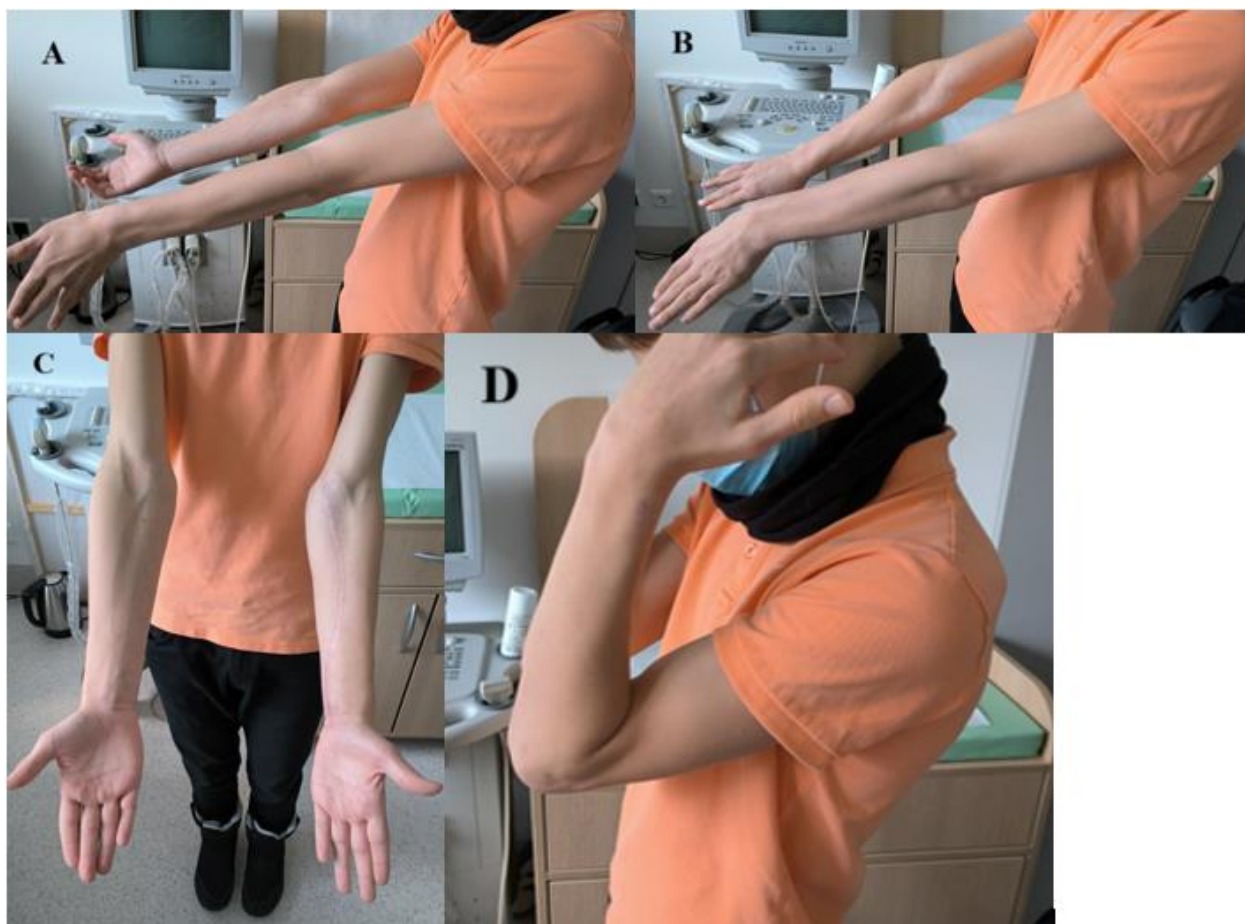
Po 7 dienų, atslūgus patinimui, ambulatorinio apsilankymo metu buvo atlikta kairės alkūnės sąnario rengenografija įvertinti implantuoto strypo bei kaulų padėtį (13 pav.).



13 paveikslas. Kairės rankos alkūnės sąnario rengenografija. Matoma tinkamai pozicionuota titaninio strypo padėtis stipinkaulyje, dislokacijos ar kaulų lūžių fragmentų nestebima.

Po 10 mėnesių pacientui atvykus pakartotiniam ambulatoriniam vizitui, stebėta sumažėjusi kairės rankos raumenų jėga – 4 balai, riboti kairės alkūnės sąnario judesiai – lenkimas 124°, tiesimas -20°, ribotas kairio dilbio atgręžimas (14 pav.). Liečiant rando srityje, pacientas nurodė hipesteziją. Išlieka

apsunkintas kairės plaštakos uždėjimas ant kairės peties ir priešingos pusės mentės, kairės rankos uždėjimas ant sprando srities.



14 paveikslas. Paciento judesių amplitudė per alkūnės sąnarį. A – dilbio atgręžimas (supinacija); B – dilbio nugręžimas (pronacija); C – dilbio tiesimas (ekstenzija); D – dilbio lenkimas (fleksija).

8. ATVEJO APTARIMAS

ŪKS yra reta būklė, kuri dažniausiai pasireiškia suaugusiųjų tarpe iki 35 metų, vyriškos lyties asmenims dėl trauminio sužalojimo (88). Pagrindinis literatūroje aprašomas vaikų ir suaugusiųjų ŪKS sukeliantis veiksnys taip pat yra tiesioginė trauma ar lūžiai. Trauminė priežastis yra būdinga įvairaus amžiaus vaikams, tačiau dažniausiai traumos įvyksta vyresniems nei 10 metų asmenims. ŪKS po sužalojimo įprastai išsivysto per 24–48 valandas (4,88). Didžioji dalis lūžių įvyksta dėl kritimų, autoįvykių ir susidūrimų su transporto priemonėmis (6). Nors tyrimų duomenimis ŪKS dažniausiai išsivysto kojose, svarbu pabrėžti, jog šis sindromas gali išsivystyti ir viršutinėse galūnėse, todėl klinikinėje praktikoje būtina įvertinti ir kitų galūnių pažeidimo galimybę (88,89). Daugelis autorių sutinka, kad rankoje ŪKS dažniau išsivysto dilbio srityje dėl dilbio kaulų arba viršgumburinio žastikaulio pažeidimo (89). Aprašytame atvejyje pacientas yra trylikos metų vaikas, patyręs viršutinės galūnės uždara stipinkaulio kaklelio lūžį su poslinkiu ir uždara kairio alkūnkaulio alkūnės ataugos lūžį be poslinkio kritimo metu, kas atitinka visus literatūroje minimus ŪKS rizikos veiksnius. Vis

dėlto, pirmieji ŪKS požymiai pasireiškė antrą hospitalizacijos dieną, praėjus 5 valandoms po atliktos kaulų repozicijos ir osteosintezės. Dėl šios priežasties nėra galimybės tiksliai nustatyti, kuris veiksnys, pati trauma ar atlikta operacija, turėjo didesnę įtaką sindromo išsivystymui, tačiau tikėtina, jog jo atsiradimą galėjo nulemti šių rizikos veiksnių derinys.

Pacientui pasireiškę klinikiniai simptomai, tokie kaip skausmas, patinimas ir galūnės judesių amplitudės sumažėjimas atitinka literatūroje aprašomus dažniausius ŪKS pasireiškimo bruožus (8). Sindromas vaikams gali būti sunkiai diagnozuojamas dėl neaiškių ar atipinių simptomų, todėl svarbu atsižvelgti ne tik į objektyvius rodiklius, bet ir į skausmo pobūdį bei jo stiprumą. Aprašytame klinikiname atvejuje dokumentuotas tik 1 iš „5 P“ tipinių simptomų – skausmas. Nei vieno aprašyto iš literatūroje vaikams rekomenduojamų „3 A“ požymių ŪKS diagnostikai nenustatyta. Skausmas buvo vertinamas 4 iš 10 balų pagal skausmo vertinimo skalę, kas atitinka vidutinio stiprumo skausmą, tačiau jo intensyvumas laikui bėgant progresavo. Dėl šios priežasties tikėtina, kad pacientui galėjo pasireikšti vienas iš „3A“ požymių – didėjantis analgetikų poreikis skausmui malšinti.

Laboratoriniai tyrimai, tokie kaip KK ir MB, yra nespecifiniai tyrimai ŪKS diagnostikoje, kurie gali nerodyti akivaizdžių pakitimų ankstyvose ligos stadijose, tačiau jie gali padėti įvertinti raumenų pažeidimą bei atpažinti vėlyvą ŪKS stadiją (52). Aprašytame klinikiname atvejuje paciento MB rodikliai išliko normos ribose tiek po atliktos repozicijos, tiek po fasciotomijos, o KK reikšmė padidėjo, atsiradus ŪKS simptomams. Tad nepaisant užsitęsios diagnostikos, tikėtina, kad raumenų pažeidimas buvo nedidelis, kas lėmė sklandų pooperacinį laikotarpį.

Literatūroje nurodoma, kad UG tyrimas gali parodyti raumenų struktūrinius pakitimus, kurie leidžia įtarti ŪKS arba diferencijuoti nuo kitų ligų (59). Aprašytame klinikiname atvejuje, nesant reikšmingų laboratorinių tyrimų pakitimų, buvo atliktas UG, kurio metu nustatyti raumenų struktūros pokyčiai bei audinių edema, kurie patvirtino ŪKS įtarimą, atsižvelgiant į anksčiau atliktus tyrimus ir paciento išsakytais simptomais.

Literatūroje nurodoma, kad fasciotomija yra pagrindinis ŪKS gydymo metodas, o ankstyvas dekompresinis gydymas leidžia išvengti funkcinų sutrikimų (89). Dėl dokumentacijos trūkumo negalima tiksliai laiko intervalo nuo traumos bei atliktos repozicijos iki fasciotomijos, tačiau žinoma, jog fasciotomija atlikta ne vėliau nei per 24 valandas po pirmųjų ŪKS simptomų atsiradimo. Pooperacinis laikotarpis buvo sklandus, tinimas ir skausmas sumažėjo, o fasciotominis pjūvis sėkmingai užsiūtas po keturių dienų.

Nors pooperacinės komplikacijos vaikams išsivysto retai, tačiau kai kuriais atvejais galimos ilgalaikiai pasekmės (23). Aprašytame atvejuje po 10 mėnesių stebėta išlikusi sumažėjusi kairės rankos raumenų jėga, ribotas kairės alkūnės sąnario lenkimas ir tiesimas bei hipestezija rando srityje. Nustatyta, kad vaikų susirūpinimas dėl išliekančio rando rankoje po fasciotomijos taip pat yra ne

mažiau reikšminga komplikacija nei funkciniai sutrikimai ir gali pasireikšti daugiau nei 20 proc. pacientų (87). Klinikiniame atvejuje pacientui po fasciotominio pjūvio išliko randas dilbio priekiniame paviršiuje. Nors pacientas neišsakė susirūpinimo dėl matomo rando dilbyje, negalima atmesti tikimybės, kad ilgalaikėje perspektyvoje tai gali turėti įtakos gyvenimo kokybei.

Aprašytas atvejis yra retas, lyginant suaugusiųjų ir vaikų sergamumą ŪKS (3,4,11). Klinikinė apžiūra ir vaizdiniai tyrimai ne visuomet leidžia vienareikšmiškai nustatyti chirurginio gydymo būtinybę, todėl galutinis sprendimas dėl gydymo taktikos dažnai tenka gydančiam gydytojui, kuris remiasi bendra paciento būklės ir tyrimų rezultatų visuma (12). Nors aprašytame atvejuje pradinis diagnozės nustatymas buvo apsunkintas dėl nežymiai pakitusių laboratorinių rodiklių, UG tyrimo rezultatai ir progresuojantys simptomai padėjo laiku gydančiam specialistui priimti sprendimą atlikti fasciotomiją. Paciento ilgalaikės funkcijos atsigavimas, nepaisant likusių judesių apribojimų, atitinka literatūroje nurodytas prognozes, kad vaikams greitas ŪKS diagnostika ir gydymas lemia palankesnę prognozę (8). Klinikinis atvejis parodo šios klinikinės situacijos sudėtingumą ir būtinybę sprendimus priimti individualiai, atsižvelgiant į kiekvieno paciento ypatumus.

Šio darbo trūkumai yra susiję su tam tikrais metodologiniais apribojimais. Vienas iš pagrindinių – retrospektyvus atvejo aprašymas, galėjęs lemti neišsamią paciento simptomų ir požymių dokumentaciją. Taip pat išlieka neaiškus traumos ir simptomų atsiradimo tikslus laikas. Kadangi pacientui nebuvo matuotas IKS, nebuvo galimybės objektyviai įvertinti KS gydymo indikacijų. Be to, trūksta prieinamos mokslinės literatūros apie vaikų viršutinių galūnių ŪKS bei aiškiai apibrėžtų sindromo diagnostikos ir gydymo algoritmų.

Darbo privalumai apima kelis svarbius aspektus. Klinikiniame atvejuje nagrinėjamas ŪKS išsivystymas viršutinėje galūnėje, kuri nėra plačiai analizuota moksliniuose šaltiniuose. Klinikinis atvejis ir literatūros apžvalga suteikia reikšmingos informacijos apie viršutinių galūnių ŪKS eigą, diagnostikos sunkumus ir gydymo sprendimus.

9. IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS

1. Kompartmento sindromas išlieka ūmia ortopedine būkle, reikalaujanti greitos diagnostikos ir gydymo pradžios.
2. Lūžis ar kitas trauminis sužalojimas yra dažniausia vaikų galūnių ūminio kompartmento sindromo priežastis.
3. Didesnė rizika išsivystyti viršutinių galūnių ūminiam kompartmento sindromui yra didelės kinetinės energijos traumos, dilbio ir (ar) viršgumburiniai žastikaulio lūžiai, vyriška lytis ir vyresnis vaikų amžius.
4. Vaikų ūminis kompartmento sindromas išlieka klinikinė diagnozė ir remiasi „5 P“ arba „3 A“ simptomais ir požymiais.

5. Laboratoriniai kreatinkinazės, mioglobino tyrimai nėra specifiniai ūminio kompartmento sindromo ankstyvos stadijos rodikliai, tačiau gali padėti įvertinti vėlesnėje stadijoje atsirandantį raumenų pažeidimą.
6. Objektīvūs diagnostikos metodai, tokie kaip intrakompartmentinio slėgio matavimas, nėra visada prieinami ir patikimi vaikams.
7. Moksliniai tyrimai, orientuoti į naujus ūminio kompartmento sindromo diagnostikos būdus, suteikia vilčių ateityje neinvazyviai nustatyti ligą ankstyvoje ligos stadijoje bei sumažinti pavėluotą ar nenustatytą sindromo atvejų.
8. Dėl galimo netipinio sindromo pasireiškimo vaikų amžiuje, rekomenduojamas visapusiškas požiūris, apimantis tiek klinikinius, tiek laboratorinius vertinimus.
9. Miofasciotomija išlieka pagrindiniu ūminio kompartmento sindromo gydymo metodu vaikams sumažinti slėgį kompartmente bei raumenų ir nervų pažeidimą.
10. Ankstyvas chirurginis gydymas reikšmingai pagerina pacientų funkcinius rezultatus, tačiau net ir pavėluota fasciotomija gali lemti gerus rezultatus vaikų populiacijoje.
11. Ūminio kompartmento sindromo gydymo iššūkiais išlieka diagnostikos uždelsimas, mionekrozės, kontraktūrų rizika, galūnės funkcijos sutrikimai ir infekcija. Rekomenduojama tobulinti diagnostikos kriterijus ir gydymo algoritmus, kad išvengti ilgalaikių komplikacijų.
12. Atsižvelgiant į ribotą duomenų kiekį ir nedideles tyrimų imtis, tikslinga ateityje atlikti daugiau tyrimų, skirtų viršutinių galūnių ūminio kompartmento sindromo vaikų amžiuje analizei.

10. LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Souder C, Yang S, Greenhill D, McClure P, Ellington M. Pediatric Acute Compartment Syndrome: Current Concept Review. Journal of the Pediatric Orthopaedic Society of North America [Internet]. 2021 May 1 [cited 2025 Jan 9];3(2). Available from: <https://www.jposna.org/index.php/jposna/article/view/252>
2. Willy C, Schneider P, Engelhardt M, Hargens AR, Mubarak SJ. Richard von Volkmann. Clin Orthop Relat Res. 2008 Feb 1;466(2):500–6.
3. Torlincasi AM, Lopez RA, Waseem M. Acute Compartment Syndrome. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 [cited 2025 Feb 17]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK448124/>
4. Gottlieb M, Adams S, Landas T. Current Approach to the Evaluation and Management of Acute Compartment Syndrome in Pediatric Patients. Pediatr Emerg Care. 2019 Jun;35(6):432–7.

5. Duckworth AD, McQueen MM. The Diagnosis of Acute Compartment Syndrome: A Critical Analysis Review. *JBJS Reviews*. 2017 Dec;5(12):e1.
6. Lin JS, Samora JB. Pediatric acute compartment syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Pediatric Orthopaedics B*. 2020 Jan;29(1):90.
7. Kistler JM, Ilyas AM, Thoder JJ. Forearm Compartment Syndrome: Evaluation and Management. *Hand Clin*. 2018 Feb;34(1):53–60.
8. Kanj WW, Gunderson MA, Carrigan RB, Sankar WN. Acute compartment syndrome of the upper extremity in children: Diagnosis, management, and outcomes. *Journal of Children's Orthopaedics*. 2013 Jun 1;7(3):225–33.
9. Mauffrey C, Hak DJ, Martin Iii MP, editors. *Compartment Syndrome: A Guide to Diagnosis and Management* [Internet]. Cham: Springer International Publishing; 2019 [cited 2025 Jan 9]. Available from: <https://link.springer.com/10.1007/978-3-030-22331-1>
10. Jerome TJ. Acute upper limb compartment syndrome in children: special focus on nerve recovery. *World Jnl Ped Surgery* [Internet]. 2020 Oct 29 [cited 2025 Jan 9];3(3). Available from: <https://wjps.bmj.com/content/3/3/e000158>
11. Grottkau BE, Epps HR, Di Scala C. Compartment syndrome in children and adolescents. *Journal of Pediatric Surgery*. 2005 Apr 1;40(4):678–82.
12. Erdös J, Dlaska C, Szatmary P, Humenberger M, Vécsei V, Hajdu S. Acute compartment syndrome in children: a case series in 24 patients and review of the literature. *Int Orthop*. 2011 Apr;35(4):569–75.
13. Hanandeh A, Mani VR, Bauer P, Ramcharan A, Donaldson B. Identification and Surgical Management of Upper Arm and Forearm Compartment Syndrome. *Cureus*. 2019;11(10):e5862.
14. Prasarn ML, Ouellette EA. Acute compartment syndrome of the upper extremity. *J Am Acad Orthop Surg*. 2011 Jan;19(1):49–58.
15. Raszewski JA, Black AC, Launico MV, Varacallo MA. Anatomy, Shoulder and Upper Limb, Hand Compartments. In: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 [cited 2025 Apr 3]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK532942/>

16. Brigham and Women's Hospital. General surgery residency procedural anatomy course. Upper and Lower Extremity Procedures [Internet]. 2015. Available from: <https://cpd.partners.org/sites/default/files/Lab%206%20Upper%20and%20Lower%20Extremity%20Procedures%20%28p.11%20for%20procedures%29.pdf>
17. Jimenez A, Marappa-Ganeshan R. Forearm Compartment Syndrome. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 [cited 2025 Apr 4]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK556130/>
18. Gourgiotis S, Villias C, Germanos S, Foukas A, Ridolfini MP. Acute Limb Compartment Syndrome: A Review. *Journal of Surgical Education*. 2007 May 1;64(3):178–86.
19. Mark T. Jobe. Compartment Syndromes and Volkmann Contracture. Chapter 74. In: *Campbell's Operative Orthopaedics*. 2013.
20. Reichman EF. Compartment Syndrome of the Hand: A Little Thought about Diagnosis. *Case Rep Emerg Med*. 2016;2016:2907067.
21. Schmidt AH. Acute Compartment Syndrome. *Orthopedic Clinics of North America*. 2016 Jul;47(3):517–25.
22. von Keudell AG, Weaver MJ, Appleton PT, Bae DS, Dyer GSM, Heng M, et al. Diagnosis and treatment of acute extremity compartment syndrome. *The Lancet*. 2015 Sep 26;386(10000):1299–310.
23. Broom A, Schur MD, Arkader A, Flynn J, Gornitzky A, Choi PD. Compartment syndrome in infants and toddlers. *J Child Orthop*. 2016 Oct;10(5):453–60.
24. Smith K, Wolford RW. Acute Idiopathic Compartment Syndrome of the Forearm in an Adolescent. *West J Emerg Med*. 2015 Jan;16(1):158–60.
25. Leversedge FJ, Moore TJ, Peterson BC, Seiler JG. Compartment syndrome of the upper extremity. *J Hand Surg Am*. 2011 Mar;36(3):544–59; quiz 560.
26. Teng HC, Arslan-Carlon V. Pediatric acute compartment syndrome due to surgical positioning: a case report. *Paediatr Anaesth*. 2021 Mar;31(3):360–1.

27. Everaert J, Delafontaine A, Juanos Cabanas J, Leclercq G, Jennart H, Baillon B. Case Report: Atypical acute compartment syndrome of the forearm in a child following minor trauma with consecutive osteomyelitis. *Front Surg*. 2024 May 15;11:1370558.
28. Vaillancourt C, Shrier I, Vandal A, Falk M, Rossignol M, Vernec A, et al. Acute compartment syndrome: How long before muscle necrosis occurs? *Canadian Journal of Emergency Medicine*. 2004 May;6(3):147–54.
29. Lin J, Samora WP, Samora JB. Acute compartment syndrome in pediatric patients: a case series. *J Pediatr Orthop B*. 2022 Mar 1;31(2):e236–40.
30. Blackman AJ, Wall LB, Keeler KA, Schoenecker PL, Luhmann SJ, O'Donnell JC, et al. Acute compartment syndrome after intramedullary nailing of isolated radius and ulna fractures in children. *J Pediatr Orthop*. 2014 Jan;34(1):50–4.
31. Haasbeek JF, Cole WG. Open fractures of the arm in children. *J Bone Joint Surg Br*. 1995 Jul;77(4):576–81.
32. Robertson AK, Snow E, Browne TS, Brownell S, Inneh I, Hill JF. Who Gets Compartment Syndrome?: A Retrospective Analysis of the National and Local Incidence of Compartment Syndrome in Patients With Supracondylar Humerus Fractures. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2018 Jun;38(5):e252.
33. Mortensen SJ, Orman S, Testa EJ, Mohamadi A, Nazarian A, von Keudell AG. Risk factors for developing acute compartment syndrome in the pediatric population: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2020 Jul 1;30(5):839–44.
34. Diesselhorst MM, Deck JW, Davey JP. Compartment syndrome of the upper arm after closed reduction and percutaneous pinning of a supracondylar humerus fracture. *J Pediatr Orthop*. 2014 Mar;34(2):e1-4.
35. Hosseinzadeh P, Hayes CB. Compartment Syndrome in Children. *Orthopedic Clinics of North America*. 2016 Jul 1;47(3):579–87.
36. Blakemore LC, Cooperman DR, Thompson GH, Wathey C, Ballock RT. Compartment Syndrome in Ipsilateral Humerus and Forearm Fractures in Children. *Clinical Orthopaedics and Related Research®*. 2000 Jul;376:32.

37. Bae DS, Kadiyala RK, Waters PM. Acute Compartment Syndrome in Children: Contemporary Diagnosis, Treatment, and Outcome. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2001 Oct;21(5):680.
38. Rubinstein AJ, Ahmed IH, Vosbikian MM. Hand Compartment Syndrome. *Hand Clin*. 2018 Feb;34(1):41–52.
39. Frei B, Sommer-Joergensen V, Holland-Cunz S, Mayr J. Acute compartment syndrome in children; beware of “silent” compartment syndrome. *Medicine (Baltimore)*. 2020 Jun 5;99(23):e20504.
40. Garner MR, Taylor SA, Gausden E, Lyden JP. Compartment Syndrome: Diagnosis, Management, and Unique Concerns in the Twenty-First Century. *HSS J*. 2014 Jul;10(2):143–52.
41. Flynn JM, Bashyal RK, Yeger-McKeever M, Garner MR, Launay F, Sponseller PD. Acute Traumatic Compartment Syndrome of the Leg in Children: Diagnosis and Outcome. *JBJS*. 2011 May 18;93(10):937.
42. Hak DJ. Acute Compartment Syndrome in Children. In: Mauffrey C, Hak DJ, Martin III MP, editors. *Compartment Syndrome: A Guide to Diagnosis and Management* [Internet]. Cham (CH): Springer; 2019 [cited 2025 Jan 9]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK553897/>
43. Livingston K, Glotzbecker M, Miller PE, Hresko MT, Hedequist D, Shore BJ. Pediatric Nonfracture Acute Compartment Syndrome: A Review of 39 Cases. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2016 Nov;36(7):685.
44. Ragland R, Moukoko D, Ezaki M, Carter PR, Mills J. Forearm compartment syndrome in the newborn: report of 24 cases. *J Hand Surg Am*. 2005 Sep;30(5):997–1003.
45. Noonan KJ, McCarthy JJ. Compartment Syndromes in the Pediatric Patient. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2010 Mar;30:S96.
46. Steadman W, Wu R, Hamilton AT, Richardson MD, Wall CJ. Review article: A comprehensive review of unusual causes of acute limb compartment syndrome. *Emerg Med Australas*. 2022 Dec;34(6):871–6.
47. Badhe S, Baiju D, Elliot R, Rowles J, Calthorpe D. The “silent” compartment syndrome. *Injury*. 2009 Feb;40(2):220–2.

48. Lee C, Lightdale-Miric N, Chang E, Kay R. Silent compartment syndrome in children: a report of five cases. *Journal of Pediatric Orthopaedics B*. 2014 Sep;23(5):467.
49. Shuler FD, Dietz MJ. Physicians' Ability to Manually Detect Isolated Elevations in Leg Intracompartmental Pressure. *JBJS*. 2010 Feb;92(2):361.
50. Wong JC, Vosbikian MM, Dwyer JM, Ilyas AM. Accuracy of Measurement of Hand Compartment Pressures: A Cadaveric Study. *The Journal of Hand Surgery*. 2015 Apr 1;40(4):701–6.
51. McMillan TE, Gardner WT, Schmidt AH, Johnstone AJ. Diagnosing acute compartment syndrome—where have we got to? *Int Orthop*. 2019 Nov;43(11):2429–35.
52. Mortensen SJ, Vora MM, Mohamadi A, Wright CL, Hanna P, Lechtig A, et al. Diagnostic Modalities for Acute Compartment Syndrome of the Extremities: A Systematic Review. *JAMA Surg*. 2019 Jul 1;154(7):655–65.
53. Zhang D, Janssen SJ, Tarabochia M, von Keudell A, Earp BE, Chen N, et al. Factors Associated With Poor Outcomes in Acute Forearm Compartment Syndrome. *Hand (N Y)*. 2021 Sep;16(5):679–85.
54. Shadgan B, Menon M, O'Brien PJ, Reid WD. Diagnostic techniques in acute compartment syndrome of the leg. *J Orthop Trauma*. 2008 Sep;22(8):581–7.
55. Al-Khafaji RA, Riemer K. Spontaneous acute forearm compartment syndrome: Case report of a clinical diagnosis with limited imaging options. *Radiology Case Reports*. 2023 Jan 1;18(1):112–6.
56. Whitney A, O'Toole RV, Hui E, Sciadini MF, Pollak AN, Manson TT, et al. Do one-time intracompartmental pressure measurements have a high false-positive rate in diagnosing compartment syndrome? *J Trauma Acute Care Surg*. 2014 Feb;76(2):479–83.
57. McQueen MM, Duckworth AD, Aitken SA, Court-Brown CM. The Estimated Sensitivity and Specificity of Compartment Pressure Monitoring for Acute Compartment Syndrome. *JBJS*. 2013 Apr 17;95(8):673.
58. Prayson MJ, Chen JL, Hampers D, Vogt M, Fenwick J, Meredick R. Baseline Compartment Pressure Measurements in Isolated Lower Extremity Fractures without Clinical Compartment Syndrome. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 2006 May;60(5):1037.

59. Connell MJ, Wu TS. Bedside musculoskeletal ultrasonography. *Crit Care Clin.* 2014 Apr;30(2):243–73, v.
60. Long N, Ahn JS, Kim DJ. Adjunctive Use of Point of Care Ultrasound to Diagnose Compartment Syndrome of the Thigh. *POCUS J.* 2021;6(2):64–6.
61. Rominger MB, Lukosch CJ, Bachmann GF. MR imaging of compartment syndrome of the lower leg: a case control study. *Eur Radiol.* 2004 Aug;14(8):1432–9.
62. Pechar J, Lyons MM. Acute Compartment Syndrome of the Lower Leg: A Review. *J Nurse Pract.* 2016 Apr;12(4):265–70.
63. Elliott KGB, Johnstone AJ. Diagnosing acute compartment syndrome. *J Bone Joint Surg Br.* 2003 Jul;85(5):625–32.
64. Harvey EJ, Sanders DW, Shuler MS, Lawendy AR, Cole AL, Alqahtani SM, et al. What’s new in acute compartment syndrome? *J Orthop Trauma.* 2012 Dec;26(12):699–702.
65. Cole AL, Herman RA, Heimlich JB, Ahsan S, Freedman BA, Shuler MS. Ability of near infrared spectroscopy to measure oxygenation in isolated upper extremity muscle compartments. *J Hand Surg Am.* 2012 Feb;37(2):297–302.
66. Niklaus M, Reinshagen K, Wintges K. Non-fracture acute compartment syndrome in the upper extremity of a 14-year-old boy: A case report and review of the literature. *Int J Surg Case Rep.* 2024 Jul 2;121:109983.
67. Guo J, Yin Y, Jin L, Zhang R, Hou Z, Zhang Y. Acute compartment syndrome: Cause, diagnosis, and new viewpoint. *Medicine.* 2019 Jul;98(27):e16260.
68. Sidhu A, Klair R. Unlikely recovery in a delayed diagnosis of compartment syndrome. *Can Fam Physician.* 2021 Nov;67(11):839–41.
69. Prasarn ML, Ouellette EA, Livingstone A, Giuffrida AY. Acute pediatric upper extremity compartment syndrome in the absence of fracture. *J Pediatr Orthop.* 2009;29(3):263–8.
70. Baker AC, Clouse WD. 14 - Upper Extremity and Junctional Zone Injuries. In: Rasmussen TE, Tai NRM, editors. *Rich’s Vascular Trauma (Third Edition)* [Internet]. Philadelphia: Elsevier; 2016 [cited 2025 Apr 5]. p. 149–67. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978145571261800014X>

71. Kakagia D. How to Close a Limb Fasciotomy Wound: An Overview of Current Techniques. *Int J Low Extrem Wounds*. 2015 Sep;14(3):268–76.
72. Cohn BT, Shall J, Berkowitz M. Forearm fasciotomy for acute compartment syndrome: a new technique for delayed primary closure. *Orthopedics*. 1986 Sep;9(9):1243–6.
73. Walker LC, Mullins BM, Edwards C, Wadia F. Primary closure of fasciotomies has a reduced complication rate following compartment syndrome in the paediatric population. *Int Orthop*. 2024 Sep;48(9):2475–81.
74. Manjoo A, Sanders D, Lawendy A, Gladwell M, Gray D, Parry N, et al. Indomethacin Reduces Cell Damage: Shedding New Light on Compartment Syndrome. *Journal of Orthopaedic Trauma*. 2010 Sep;24(9):526.
75. Buchbinder D, Karmody AM, Leather RP, Shah DM. Hypertonic mannitol: its use in the prevention of revascularization syndrome after acute arterial ischemia. *Arch Surg*. 1981 Apr;116(4):414–21.
76. Edwards JJ, Samuels D, Fu ES. Forearm Compartment Syndrome from Intravenous Mannitol Extravasation During General Anesthesia. *Anesthesia & Analgesia*. 2003 Jan;96(1):245.
77. Odland RM, Schmidt AH. Compartment Syndrome Ultrafiltration Catheters: Report of a Clinical Pilot Study of a Novel Method for Managing Patients at Risk of Compartment Syndrome. *Journal of Orthopaedic Trauma*. 2011 Jun;25(6):358.
78. Herron T, Haftel A, Torp KD, Cooper JS. Hyperbaric Treatment of Crush Injury and Compartment Syndrome. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 [cited 2025 Mar 31]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482232/>
79. Tsai WH, Huang ST, Liu WC, Chen LW, Yang KC, Hsu KC, et al. High Risk of Rhabdomyolysis and Acute Kidney Injury After Traumatic Limb Compartment Syndrome. *Annals of Plastic Surgery*. 2015 May;74:S158.
80. AlHussain A, Almagushi NA, Alowid F, AlObaid B, Almagushi NA, Alotaibi SN, et al. Predictors of Acute Compartment Syndrome in Patients With Forearm Fractures: A Systematic Review. *Cureus*. 2024 Feb 23;16(2):e54757.
81. Kalyani BS, Fisher BE, Roberts CS, Giannoudis PV. Compartment Syndrome of the Forearm: A Systematic Review. *Journal of Hand Surgery*. 2011 Mar 1;36(3):535–43.

82. Shore BJ, Glotzbecker MP, Zurakowski D, Gelbard E, Hedequist DJ, Matheney TH. Acute Compartment Syndrome in Children and Teenagers With Tibial Shaft Fractures: Incidence and Multivariable Risk Factors. *Journal of Orthopaedic Trauma*. 2013 Nov;27(11):616.
83. Mirza TM, Taqi M. Volkmann Contracture. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 [cited 2025 Mar 31]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557754/>
84. Schulze A, Schultz J, Dragu A, Fitze G. Diagnostics and Treatment of Volkmann Ischemic Contracture in a Seven-Year-Old Child. *European J Pediatr Surg Rep*. 2022 Jul 19;10(1):e68–72.
85. Berggren J, Kim G, Meisel E, Stevanovic M. Chapter 21 - Surgical and Therapeutic Management of Volkmann's Ischemic Contracture and Free Functional Muscle Transfer. In: Abzug JM, Kozin SH, Neiduski R, editors. *Pediatric Hand Therapy* [Internet]. San Diego (CA): Elsevier; 2020 [cited 2025 Apr 4]. p. 285–302. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978032353091000021X>
86. Lim KBL, Laine T, Chooi JY, Lye WK, Lee BJY, Narayanan UG. Early morbidity associated with fasciotomies for acute compartment syndrome in children. *J Child Orthop*. 2018 Oct 1;12(5):480–7.
87. Shirley ED, Mai V, Neal KM, Kiebzak GM. Wound closure expectations after fasciotomy for paediatric compartment syndrome. *J Child Orthop*. 2018 Feb 1;12(1):9–14.
88. Long B, Koyfman A, Gottlieb M. Evaluation and Management of Acute Compartment Syndrome in the Emergency Department. *Journal of Emergency Medicine*. 2019 Apr 1;56(4):386–97.
89. Ohns MJ, Walsh ME, Douglas Z. Acute Compartment Syndrome in Children: Don't Miss This Elusive Diagnosis. *The Journal for Nurse Practitioners*. 2020 Jan 1;16(1):19–22.

11. PRIEDAI

1 priedas. Vilniaus Universiteto ligoninės Santaros klinikų leidimas naudoti nuasmenintus paciento duomenis.

ORIGINALAS NEBŪS SIUNČIAMAS



VIEŠOJI ĮSTAIGA
VILNIAUS UNIVERSITETO LIGONINĖ
SANTAROS KLINIKOS

Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto
Dekanui prof. D. Jatužiui
mf@mf.vu.lt

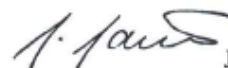
2025-01-13 Nr. SR-271
| 2025-01-10 Nr. GR-293

inga.tuminskyte@mf.stud.vu.lt

DĖL MOKSLINIO TYRIMO

VšĮ Vilniaus universiteto ligoninės Santaros klinikos sutinka, kad Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto VI kurso studentė **Inga Tuminskytė** rengdama mokslinį darbą „Viršutinių galūnių kompartmento sindromas vaikų amžiuje. Klinikinis atvejis“ būtų naudojami nuasmeninti prašyme pateikto paciento duomenys. Už studentei teikiamų duomenų apimtį ir konfidencialumo užtikrinimą atsakingas darbo vadovas G. Bernotavičius. Konfidencialios informacijos naudojimas turi būti užtikrintas.

Direktorė valdymui

 Jolita Jakutienė

M. Skardžiūtė mingaile.skardziute@santa.lt