



УНИВЕРЗИТЕТ „СВ. КИРИЛ И МЕТОДИЈ“ ВО СКОПЈЕ
МЕДИЦИНСКИ ФАКУЛТЕТ



Милена Љубомир Богојевска Доксевска

**КОМПЈУТЕРИЗИРАНА ТОМОГРАФИЈА ВО ТЕСЕН
ПРОЗОРЕЦ ЗА ПОСТОПЕРАТИВНА ЕВАЛУАЦИЈА НА
УСПЕШНОСТА НА НЕКРВАВАТА РЕПОЗИЦИЈА НА
КОЛК ПРИ РАЗВОЈНА ДИСПЛАЗИЈА НА КОЛКОТ**

Докторски труд

Скопје, 2026



„SS. CYRIL AND METHODIUS” UNIVERSITY IN SKOPJE
FACULTY OF MEDICINE



Milena Ljubomir Bogojevska Doksevska

**COMPUTED TOMOGRAPHY IN A NARROW WINDOW FOR
POSTOPERATIVE EVALUATION OF THE SUCCESS OF
CLOSED REDUCTION OF THE HIP IN THE
DEVELOPMENTAL DYSPLASIA OF THE HIP**

Doctoral Dissertation

Skopje, 2026

Докторанд:
МИЛЕНА БОГОЈЕВСКА ДОКСЕВСКА

Тема:
КОМПЈУТЕРИЗИРАНА ТОМОГРАФИЈА ВО ТЕСЕН ПРОЗОРЕЦ ЗА ПОСТОПЕРАТИВНА
ЕВАЛУАЦИЈА НА УСПЕШНОСТА НА НЕКРВАВАТА РЕПОЗИЦИЈА НА КОЛК ПРИ
РАЗВОЈНА ДИСПЛАЗИЈА НА КОЛКОТ

Ментор:
Проф. д-р МИЛАН САМАРЏИСКИ,
Медицински факултет, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје

Комисија за одбрана:
Проф. д-р ЗОРАН БОЖИНОВСКИ (претседател)
Медицински факултет, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје

Проф. д-р МИЛАН САМАРЏИСКИ,
Медицински факултет, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје

Проф. д-р МАРТА ФОТЕВА,
Медицински факултет, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје

Проф. д-р ДАНИЕЛА ГЕОРГИЕВА,
Медицински факултет, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје

Проф. д-р РОЗА ЦОЛЕВА ТОЛЕВСКА,
Медицински факултет, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје

Научна област:
ОРТОПЕДИЈА

Датум на одбрана:
22.09.2026

АПСТРАКТ

Вовед: Развојната дисплазија на колкот (РДК) претставува спектар на анатомски и функционални нарушувања на зглобот на колкот, кои можат да доведат до сериозни долгорочни последици, вклучувајќи резидуална дисплазија, аваскуларна некроза и рана коксартроза. Некрвавата репозиција е широко прифатен метод на третман, но постоперативната проценка на нејзината успешност претставува предизвик поради ограничувањата на конвенционалните методи за радиографско следење, особено радиографијата.

Цел: Да се евалуира улогата и дијагностичката вредност на компјутеризираната томографија (КТ) во тесен прозорец во постоперативната проценка на успешноста на некрвавата репозиција кај пациенти со развојна дисплазија на колкот.

Методи: Истражувањето опфаќа анализа на пациенти со РДК третирани со некрвава репозиција, кај кои е извршена постоперативна евалуација со КТ во тесен прозорец. Методологијата вклучува споредбена анализа со конвенционални дијагностички методи (клинички преглед, ултрасонографија и радиографија), како и проценка на позицијата на феморалната глава, конгруентноста на зглобот и присуството на интраартикуларни патологии или компликации.

Резултати: КТ во тесен прозорец овозможува прецизна мултипланарна визуализација на зглобот на колкот, со јасна детекција на односот помеѓу ацетабулумот и феморалната глава, дури и во присуство на гипсена имобилизација. Методот покажува висока чувствителност во идентификација на неадекватна репозиција, резидуална сублуксација и интерпозиција на мекоткивни структури. Дополнително, овозможува рана детекција и предвидување на компликации, како аваскуларна некроза. Примената на тесен прозорец значително ја намалува радијациската експозиција, што е од суштинско значење кај педијатриската популација.

Заклучок: Компјутеризираната томографија во тесен прозорец претставува сигурен, прецизен и клинички корисен метод за постоперативна евалуација на некрвавата репозиција кај РДК. Овој пристап овозможува подобро донесување терапевтски одлуки и може да се смета за нов стандард, обезбедувајќи оптимален баланс помеѓу дијагностичка точност и радијациска безбедност.

Клучни зборови: развојна дисплазија на колкот, некрвава репозиција, компјутеризирана томографија, тесен прозорец, постоперативна евалуација, педијатриска ортопедија, аваскуларна некроза, резидуална дисплазија, радијациска експозиција

ABSTRACT

Background: Developmental dysplasia of the hip (DDH) represents a spectrum of anatomical and functional abnormalities of the hip joint that may lead to significant long-term complications, including residual dysplasia, avascular necrosis, and early osteoarthritis. Closed reduction is a widely accepted treatment method; however, postoperative evaluation of its success remains challenging due to the limitations of conventional imaging techniques, particularly plain radiography.

Aim: To evaluate the role and diagnostic value of computed tomography (CT) in a narrow window for postoperative assessment of the success of closed reduction in patients with developmental dysplasia of the hip.

Methods: The study includes an analysis of patients with DDH treated by closed reduction who underwent postoperative evaluation using CT in a narrow window. The methodology involves comparative analysis with conventional diagnostic methods (clinical examination, ultrasonography, and radiography), as well as assessment of femoral head positioning, joint congruency, and the presence of intra-articular pathology or complications.

Results: CT in a narrow window provides precise multiplanar visualization of the hip joint, allowing accurate assessment of the relationship between the acetabulum and the femoral head, even in the presence of plaster immobilization. The method demonstrates high sensitivity in detecting inadequate reduction, residual subluxation, and soft tissue interposition. Furthermore, it enables early detection and prediction of complications such as avascular necrosis. The use of a narrow window significantly reduces radiation exposure, which is particularly important in the pediatric population.

Conclusion: Computed tomography in a narrow window is a reliable, precise, and clinically valuable method for postoperative evaluation of closed reduction in DDH. This approach facilitates improved clinical decision-making and may be considered a new standard, providing an optimal balance between diagnostic accuracy and radiation safety.

Key words: developmental dysplasia of the hip, closed reduction, computed tomography, narrow window technique, postoperative evaluation, pediatric orthopedics, avascular necrosis, residual dysplasia, radiation exposure

Благодарност

Оваа докторска дисертација е резултат на долгогодишна работа, учење, истрајност и професионален развој, но зад секој чекор на тој пат стојат луѓе чија поддршка, доверба и присуство имаа непроценливо значење за мене.

Со огромна љубов оваа дисертација им ја посветувам на моите родители, Весна и Љубомир кои уште од најраните години мене и мојот брат Атанас нè научија на вредноста на знаењето, трудот, чесноста и упорноста. Нивната безусловна љубов, пожртвуваност и верба во мене беа темелот врз кој го градам мојот личен и професионален пат. Секој мој успех во себе носи дел од нив.

На мојот сопруг Димитрија му благодарам за љубовта, разбирањето, трпението и поддршката низ сите години исполнети со професионални обврски, учење, истражување и бројни предизвици. Благодарам што беше и останува мој сопатник и потпора и во моментите кога овој пат бара многу повеќе време, сила и откажувања отколку што можеме да предвидиме.

Најдлабоката благодарност им ја должам на моите две деца Дамјан и Марко. Тие се мојата најголема радост, мојата инспирација и најсилниот потсетник за она што навистина е важно. Им благодарам за секоја преградка, насмевка и за трпението во сите оние моменти кога мојата работа одземаше дел од времето што им припаѓаше ним. Се надевам дека еден ден во ова дело ќе препознаат порака дека вреди да се истрае во она во што веруваме и дека знаењето, трудот и посветеноста секогаш имаат смисла.

Искрена благодарност им изразувам и на родителите на мојот сопруг, Гордана и Зоран за нивната постојана поддршка, разбирање и несебична помош, особено во моментите кога професионалните и семејните обврски бараа дополнителна сила и организација. Нивното присуство и подготвеност да помогнат беа значаен дел од можноста да го изодам овој пат.

Посебна и искрена благодарност му изразувам на мојот ментор, проф. д-р Милан Самарциски за стручноста и поддршката во текот на изработката на оваа докторска дисертација. Благодарам за критичките согледувања и професионалното водство, кои придонесоа не само за квалитетот на ова истражување, туку и за моето понатамошно созревање како лекар, истражувач и академски работник.

Со особена благодарност сакам да ги споменам и моите колеги проф. д-р Зоран Божиновски, виш науч. сор. д-р Ненад Атанасов, проф. д-р Марта Фотева, проф. д-р Даниела Георгиева, проф. д-р Роза Цолева Толевска, проф. д-р Виктор Камнар и д-р Теодора Тодорова, за нивната професионална и човечка поддршка, колегијалноста, советите и помошта во различните фази од ова истражување. Нивниот придонес и пријателство имаат посебно место во оваа работа.

На крајот, искрено им благодарам на сите мои колеги и соработници од Клиниката за ортопедски болести, средината во која се формирав како ортопед и во која го стекнував најголемиот дел од своето клиничко и професионално искуство. Благодарна сум за сите години заедничка работа, за споделеното знаење, искуство, предизвици и успеси. Секој од вас, на свој начин, придонесе во мојот професионален развој и во создавањето на оваа дисертација.

Изјавувам дека докторскиот труд го изработев самостојно, дека уредно ги цитирам сите користени извори и литература и дека трудот не е користен во рамките на други универзитетски студии или за стекнување на друго звање.

Потпис на докторандот,
д-р Милена Богојевска Доксевска, с. р.

A handwritten signature in blue ink, consisting of a series of loops and a long horizontal stroke, positioned below the printed name.

Изјавувам дека електронската верзија на докторскиот труд е идентична со
отпечатениот докторски труд.

Потпис на докторандот,
д-р Милена Богојевска Доксевска, с. р.

A handwritten signature in blue ink, consisting of a series of loops and a long horizontal stroke, positioned below the text of the signature.

1. ВОВЕД	1
1.1 АНАТОМИЈА НА КОЛКОТ	4
1.2 ЕМБРИОЛОГИЈА И РАН РАЗВОЈ НА КОЛКОТ	5
1.2.1 Концепт на ембриопатија и фетопатија	7
1.3 ПАТОЛОШКА АНАТОМИЈА НА ДИСПЛАСТИЧЕН КОЛК	9
1.3.1 Патолошка анатомија на ацетабулумот	9
1.3.2 Патолошка анатомија на проксималниот дел на фемурот	11
1.4 ДИЈАГНОСТИКА	14
1.5 ТРЕТМАН НА ВРОДЕНАТА ДИСПЛАЗИЈА НА КОЛКОТ	17
1.5.1 „A la carte“ третман на развојна дисплазија на колкот (РДК)	17
1.5.2 Некрвава репозиција-златен стандард на третманот на РДК	20
1.5.3 Евалуација на успешноста на некрвавата репозиција на колкот.....	26
1.5.3.1 Компјутеризирана томографија во тесен прозорец за евалуација на успешноста на некрвавата репозиција на колкот.....	27
1.5.3.2 ALARA принцип при КТ на колковите кај деца со развојна дисплазија на колкот.....	29
1.6 КОМПЛИКАЦИИ НА НЕКРВАВАТА РЕПОЗИЦИЈА НА КОЛКОТ	31
1.6.1 Непосредни компликации	31
1.6.2 Доцни компликации	32
1.6.2.1 Авскуларна некроза на феморалната глава	32
1.6.2.2 Резидуална ацетабуларна дисплазија.....	32
2. МОТИВ ЗА ИЗРАБОТКА НА СТУДИЈАТА.....	34
3. РАБОТНИ ХИПОТЕЗИ И ЦЕЛИ	35
4. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДИ	37
4.1 ДИЗАЈН НА СТУДИЈАТА	37
4.2 СЕЛЕКЦИЈА НА ПАЦИЕНТИ.....	37
4.3 МЕТОД.....	39
4.4 ВАРИЈАБЛИ – КВАЛИТЕТ НА РЕПОЗИЦИЈА	43
4.5 ВАРИЈАБЛИ – АЦЕТАБУЛАРНА АНАТОМИЈА/ПРОЦЕНКА НА ПОТРЕБА ОД ПОНАТАМОШНА ИНТЕРВЕНЦИЈА	45
4.6 МЕРЕЊЕ НА ИСХОДОТ	48
5. СТАТИСТИЧКА ОБРАБОТКА НА ПОДАТОЦИТЕ.....	50
6. РЕЗУЛТАТИ	52
6.1 ДЕМОГРАФСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ.....	52
6.2 ПРОЦЕНКА НА СУПЕРИОРНОСТА НА КТ НАСПРОТИ РТГ ЗА ПРОЦЕНКА НА УСПЕШНОСТА НА НРК-ДОКАЖУВАЊЕ НА ХИПОТЕЗАТА.....	57
6.3 ПРЕДВИДУВАЧКА ВРЕДНОСТ НА КТ ПАРАМЕТРИТЕ ЗА ПОСТОЕЊЕ НА ПЕРЗИСТЕНТНА ЛАТЕРАЛИЗАЦИЈА/СУБЛУКСАЦИЈА, РЕЗИДУАЛНА ДИСПЛАЗИЈА И ЛОШ КЛИНИЧКИ ИСХОД	60
6.3.1 Предвидувачка вредност на КТ параметрите за постоење на перзистентна латерализација/сублуксација	61
6.3.2 Предвидувачка вредност на КТ параметрите за постоење на резидуална дисплазија.....	62

6.3.3 Предвидувачка вредност на КТ параметрите за неповолен клинички исход.....	64
6.4 Идентификување на можност за настанување на потенцијални компликации како аваскуларна некроза на главата на фемурот и нивна поврзаност со предоперативните и непосредните постоперативни радиолошки и КТ параметри	65
6.5 Проценка на успешноста на некрвавата репозиција како метод	67
6.6 Влијание на возраста на пациентот врз успешноста на некрвавата репозиција како метода	68
6.7 Интраопсерверска веродостојност на испитуваните КТ параметри	69
6.8 Референтни вредности на здравите и патолошки променетите колкови на аглите измерени на КТ	74
6.9 Поврзаност на епидемиолошките карактеристики со раниот исход на некрвавата репозиција и појавата на несоодветна репозиција и резидуална дисплазија.....	77
6.9.1 Влијание на потеклото на пациентите врз раниот исход на некрвавата репозиција и појавата на несоодветна репозиција и резидуална дисплазија..	77
6.9.2 Влијание на сезоната на раѓање на пациентите врз раниот исход на некрвавата репозиција и појавата на несоодветна репозиција и резидуална дисплазија.....	79
6.10 Поврзаност на непосредниот клинички исход (репонирани/нерепонирани) со клиничкиот исход од интервенција (McKay), појавата на аваскуларна некроза (Tönnis Kuhlmann) и потребата од дополнителни остеотомии.....	82
6.11 Поврзаност на аглите измерени на КТ со клиничкиот исход од интервенцијата (McKay), појавата на аваскуларна некроза (Tönnis Kuhlmann) и потребата од дополнителни остеотомии	83
7. ДИСКУСИЈА.....	85
8. ЗАКЛУЧОЦИ	99
9. КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА	101
10. ПРИЛОЗИ	112

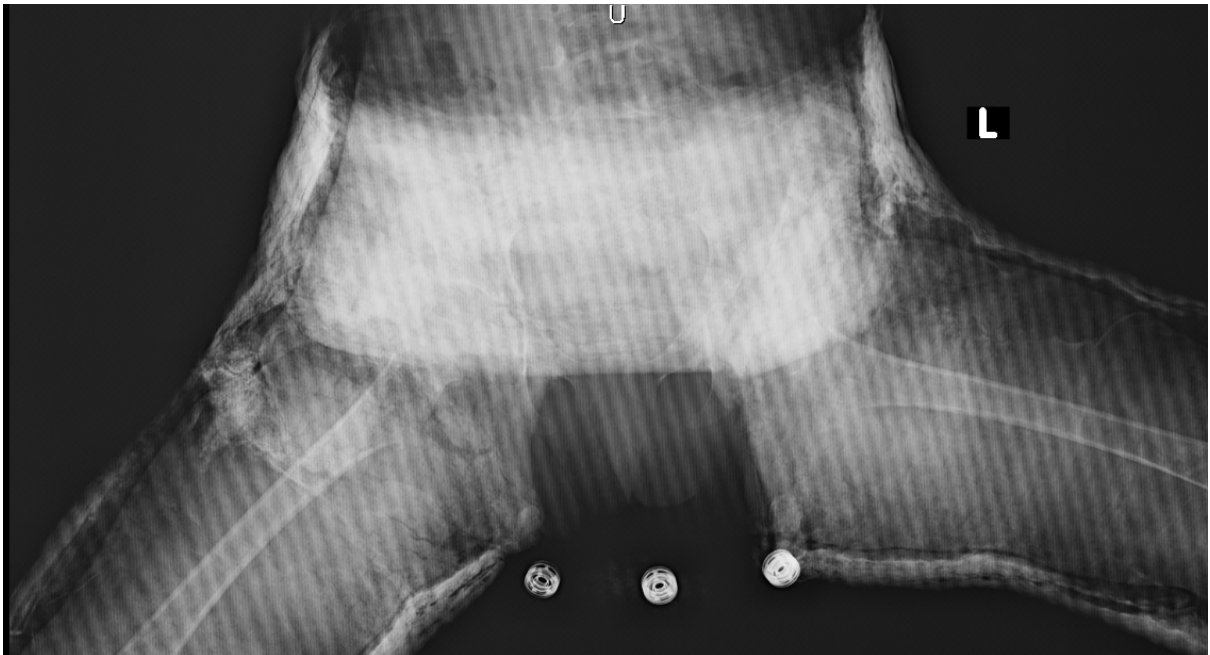
1. Вовед

Дијагнозата и лекувањето на развојната дисплазија на колкот (РДК) претставува значаен предизвик во педијатриската ортопедија (1). Самиот термин, развојна дисплазија на колк, опфаќа спектар на абнормалности на колкот кои се протегаат од суптилна дисплазија, нестабилен новороденечки колк, преку сублуксација до јасна луксација, што побарува рана детекција и соодветен третман за да се превенираат долгорочни компликации (2). Иако примарно се смета за педијатриска ортопедска состојба, всушност го афектира и периодот на адолесценцијата и понатамошниот тек на животот, допринесувајќи голем број на млади пациенти да имаат секундарна остеоартроза и последователна потреба од тотална артропластика на колкот.

Третманот на развојната дисплазија на колкот е состојба за која треба да се нуди *à la carte* конзервативен и хируршки пристап – од третман со Павликови ремени, преку некрвава репозиција до крвава репозиција и остеотомии на фемурот и ацетабулумот. Некрвавата репозиција е процедура при која со манипулација колкот се мести во соодветна позиција без хируршка експозиција на зглобот и претставува вообичаена метода за третман на РДК, особено кај доенчиња, но и кај поголеми деца, со задоцнето детектирање на проблемот (3, 4). Сепак, проценката на соодветноста на репозицијата и идентификувањето на придружните компликации, како резидуална дисплазија, резидуална сублуксација или интраартикуларна патологија, може да биде предизвикувачка со употреба само на конвенционалните методи, како нативна радиографија.

Нативната радиографија, иако често се користи при развојна дисплазија на колкот (РДК), дава недоволна визуализација на младиот колк бидејќи го прикажува само осифицираниот дел на феморалната глава и ацетабулумот, а овие структури во главно се ‘рскавични во тој период од животот. Радиографијата е особено инсуфициентна при перзистентна постериорна дислокација, зошто се добива суперпонирана позиција, која навидум е коректна (5). Најчесто, во клиничката пракса, после оперативен зафат на колковите, за евалуација на репозицијата на колкот, за стабилноста на истата, како и за проценка на дисплазијата на колкот се користи нативна радиографија (РТГ). За жал, во голем број на случаи, по поставувањето на гипсена имобилизација, интерпретирањето на репозицијата е

екстремно отежнато со употреба на нативната радиографија поради појава на масивни артефакти (слика 1).



Слика 1: Нативна радиографија на карлица по поставен гипс. Лошо се визуализираат колковите поради артефакти од гипсената имобилизација.

Во ваква ситуација, компјутеризираната томографија (КТ) игра важна улога. Таа нуди висока резолуција, мултипланарна визуализација на зглобот на колкот, дозволувајќи детална проценка на коскената анатомија, конгруентноста на зглобот и постоење на асоцирани интраартикуларни лезии, како слободни тела и лабрални лезии (слика 2) (6).



Слика 2: Напречен пресек на КТ на карлицата каде јасно се претставуваат обата колкови.

Компјутеризирана томографија како метод е супериорна при оваа процедура (7, 8, 9, 10, 11):

- дава увид на соодносот на ацетабулумот и феморалната глава во трансферзална рамнина,
- елиминира артефакти предизвикани од гипсената имобилизација,
- има предвидувачка вредност за појава на аваскуларна некроза на главата на фемурот (ABN) и перзистирање на резидуална дисплазија
- дава можност за соодветно носење одлуки за натамошна интервенција, во смисла на ортопедски процедури (конзервативни или хируршки) или следење на состојбата
- дава насоки за планирање на хируршки процедури во насока на крвава репозиција и/или други дополнителни интервенции кои се неопходни за оптимизирање на функцијата на колкот и минимизирање на долгорочните компликации.

Сепак, концептот на употреба на компјутеризирана томографија кај педијатриската популација секогаш го иницира прашањето за изложеност на оваа

вулнерабилна кохорта на зрачење. Терминот “во тесен прозорец” упатува кон намалување на зрачењето на минимум, со тоа што томографијата би се ограничила на минимум можни напречни пресеци на испитувањето. Дополнително, постоењето на гипсена имобилизација го апсорбира зрачењето (11, 12). Минимизирањето на несаканите ефекти со сознанието за супериорноста на оваа имиџинг техника го прави овој метод нов златен стандард за евалуација на успешноста на некрвавата репозиција на РДК со незаменлива можност за предвидување на можните компликации.

1.1 Анатомија на колкот

Зглобните површини на колкот се формирани од лунатната површина на ацетабулумот и главата на фемурот.

Лунатната површина на зглобот претставува дел од прекината сфера и се продолжува над обрачот со ацетабуларен лабрум. Ацетабуларниот лабрум се состои од фиброзно-’рסקавично ткиво. Лунатната површина и лабрумот покриваат две третини од главата на фемурот. Коскената чашка е нецелосна и инфериорно е затворена со трансверзалниот ацетабуларен лигамент. Ацетабуларниот лабрум се наоѓа на слободниот раб на овој лигамент. Лигаментот на главата на фемурот, кој е покриен со синовијална мембрана, се протега од ацетабуларната јама, каде што има масно перниче, т. н. пулвинар, до главата на фемурот.

Овој лигамент ја содржи артеријата за главата на фемурот, која потекнува од ацетабуларната гранка на обтураторната артерија. Главата на фемурот се снабдува со крв и преку гранки од медијалната и латералната циркумфлексна артерија.

Средниот дел од горниот раб на ацетабулумот на радиографиите изгледа задебелен и се нарекува покрив на чашката.

Зглобната капсула е прицврстена за карличната коска надвор од ацетабуларниот лабрум, така што таа слободно навлегува во капсуларниот простор. Капсуларното прицврстување на обемот на главата на фемурот се наоѓа приближно на иста оддалеченост од рскавичниот раб на главата на фемурот.

Затоа екстракапсуларниот дел од вратот на фемурот е пократок напред отколку назад. Антериорно линијата на прицврстување е во регијата на

интертрохантерната линија, додека постериорно оваа линија се наоѓа на ширина од еден прст од интертрохантерниот гребен.

Лигаменти на зглобот на колкот. Меѓу овие лигаменти се наоѓа најсилниот лигамент во човечкото тело — илиофеморалниот лигамент, кој има затегнувачка цврстина од 350 kg.

Постојат пет лигаменти, од кои четири се екстракапсуларни, а еден е интракапсуларен.

Екстракапсуларните лигаменти се: *zona orbicularis* или кружните влакна, илиофеморалниот лигамент, ишиофеморалниот лигамент и пубофеморалниот лигамент. Последните три лигаменти ја зајакнуваат капсулата и истовремено спречуваат прекумерен опсег на движење и стабилност на зглобот.

Зона орбикуларис лежи како јака околу најтесниот дел од вратот на фемурот. На внатрешната површина на капсулата се гледа како јасно кружно задебелување, а надворешно е покриена со другите лигаменти, кои делумно се шират (зрачат) во неа. Главата на фемурот навлегува во зоната орбикуларис како копче во дупка за копче. Заедно со ацетабуларниот лабрум и атмосферскиот притисок, зоната орбикуларис претставува дополнителен механизам за одржување на контактот помеѓу главата и чашката.

Лигаментот на главата на фемурот – *ligamentum teres*, се протега во рамките на капсулата.

Оние делови од капсулата кои не се зајакнати со лигаменти претставуваат слаби точки. Илиопектинеалната бурза се наоѓа помеѓу капсулата и илиопсоас мускулот. Кај 10–15% од луѓето таа комуницира со зглобот на колкот (13, 14, 15).

1.2 Ембриологија и ран развој на колкот

Развојот на колкот започнува рано во ембриогенезата како дел од формирањето на долните екстремитети. Првите зачетоци на колкот се појавуваат околу 4–6 недела од ембрионалниот развој, кога мезенхимните клетки од латералната плоча на мезодермот формираат кондензации кои подоцна се диференцираат во примитивни зглобни структури. Во текот на 7–8 недела од гестацијата се формира примитивниот зглобен простор преку процес на кавитација, со што се создаваат основните компоненти на овој зглоб – ацетабулумот и

проксималниот дел од фемурот. Во овој период веќе започнува диференцијацијата на хијалинската 'рскавица која ја формира идната зглобна површина (16).

Хистолошките и морфолошките истражувања покажуваат дека нормалниот развој на ацетабулумот е тесно поврзан со присуството и правилната позиција на феморалната глава. Класичната студија на Ignacio V. Ponseti покажува дека морфологијата на ацетабулумот значително зависи од механичките и биолошките интеракции помеѓу феморалната глава и ацетабуларната 'рскавица. Во неговото хистолошко истражување е покажано дека дислокацијата или неправилната позиција на феморалната глава доведува до нарушување на нормалниот раст и обликување на ацетабуларниот покрив, што претставува клучен механизам во патогенезата на развојната дисплазија на колкот (6).

Дополнителни хистолошки студии укажуваат дека ацетабулумот се развива преку комплексен процес кој вклучува интерстицијален раст на 'рскавицата и ендохондрална осификација. Во феталниот период, ацетабуларната структура е составена претежно од хијалинска 'рскавица, која постепено се организира околу трирадијалната 'рскавица (Y-рскавицата) – централна структура која има клучна улога во растот и обликувањето на карличниот прстен. Истражувањата на Enricó Ippolito и соработниците покажуваат дека растот на ацетабулумот се одвива преку активна пролиферација на хондроцити и постепена осификација на периферните делови на ацетабуларниот покрив (18). Овие процеси се регулирани не само од генетски фактори, туку и од биомеханички сили кои делуваат врз зглобот во текот на интраутериниот развој.

Во феталниот период, феморалната глава игра важна улога како биолошки стимул за раст на ацетабулумот. Контактот помеѓу феморалната глава и ацетабуларната 'рскавица создава механички сили кои ја стимулираат пролиферацијата на 'рскавичните клетки и го насочуваат нормалното обликување на ацетабуларниот свод. Според хистолошките анализи, отсуството на овој контакт, како што се случува при рана дислокација на колкот, може да доведе до плиток ацетабулум и нарушена конгруентност на зглобот (6, 18).

Покрај тоа, морфолошките студии на Ralis и McKibbin покажуваат дека ацетабулумот поминува низ значајни промени во форма и ориентација во текот на феталниот период и раното детство. Овие промени се резултат на континуираниот

раст на карличните коски и адаптацијата на зглобот кон механичките сили што произлегуваат од движењата на фетусот и постнаталното оптоварување (19).

Подоцнежните микроскопски анализи дополнително ја потврдуваат сложената организација на ацетабуларната 'рскавица и нејзината улога во растот на колкот. Истражувањата на Portinaro и соработниците покажуваат дека ацетабуларната структура содржи повеќе зони на раст кои се поврзани со трирадијатната 'рскавица и периферните осификациски центри. Овие структури овозможуваат постепено продлабочување и стабилизација на ацетабулумот во текот на растот (20).

Разбирањето на ембриолошките и хистолошките механизми на развој на колкот е од суштинско значење за разбирање на патогенезата на развојната дисплазија на колкот.

1.2.1 Концепт на ембриопатија и фетопатија

Често во ортопедските кругови се нагласува дека дисплазијата на колкот е развојна аномалија, а не конгенитална. Коренот на терминологијата лежи во концептите на ембриопатија и фетопатија.

Во 1950тите години, Warkany прави дистинкција помеѓу развојните промени кои се појавуваат при органогенезата наспроти оние кои се појавуваат во подоцнежниот период на фетусот. Притоа ја воведува концептуалната основа за ембриопатија наспроти фетопатија. Имено, се формализираат и дефинираат термините: ембриопатија претставува структурна малформација која се појавува во тек на органогенезата, а фетопатијата претставува нарушување на растот и појава на деформитети по органогенезата (21, 22, 23).

Подоцна, Ogden и Salter го вметнуваат овој концепт во процесите на растот на коските и развојот на зглобовите, како и во објаснување на малформациите наспроти деформитетите во педијатриската ортопедија.

Подетално, во книгата "Management of hip disorders in children" Ogden појаснува дека во текот на ембрионалниот период можат да се појават вистински конгенитални малформации. Овие малформации претставуваат структурни промени кои настануваат во текот на периодот на органогенезата и претставуваат значајни нарушувања на засегнатиот или очекуваниот органски систем. Големите

аномалии што го зафаќаат колкот се исклучително ретки и најчесто се ограничени на дупликација на фемурот, фокален проксимален дефицит на фемурот и фокомелија.

Поголемиот дел од деформитетите што го зафаќаат колкот, сепак, се смета дека се резултат на промени кои се појавуваат во подоцнежните фази на развојот и не претставуваат вистински структурни малформации предизвикани од конгенитален недостаток на ткиво, затоа дисплазијата на колкот е развојна, а не конгенитална аномалија (24). За адекватен пренатален развој на колкот неопходно е да се одржува постојана конгруентност помеѓу двете главни компоненти на зглобот, како и соодветно движење на зглобот. Промената на оваа взаемна конгруентност или на движењето во било кој стадиум на феталниот развој може брзо да доведе до секундарни промени, особено во ацетабулумот, и да иницира постепена и неизбежна прогресија на деформитетот, која може да биде исто толку реципрочна како и нормалниот развој.

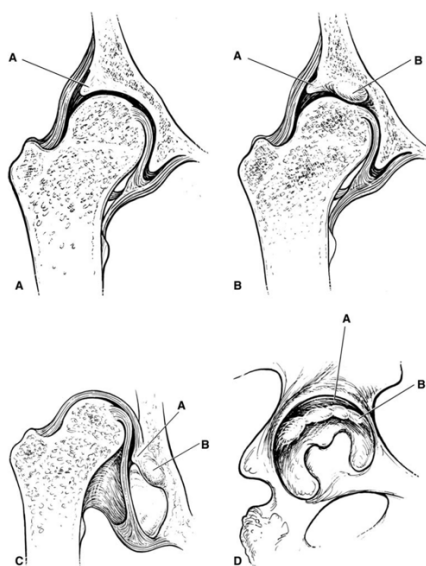
Во тој контекст, во уште едно класично дело, Salter предлага дека многу случаи на развојна дисплазија на колкот не претставуваат примарни ембриолошки малформации, туку фетални деформитети предизвикани од механички сили, меѓу кои ги набројува: карлична презентација на фетусот, ограничен простор во матката, намалена количина на амнионска течност. Овие сили можат да влијаат врз формата и длабочината на ацетабулумот во текот на доцната гестација (25).

Слични ставови изнесува и Ponseti, кој преку хистолошки и морфолошки истражувања покажува дека нормалниот развој на ацетабулумот е во голема мера зависен од правилната позиција и стабилниот контакт на феморалната глава со ацетабуларната 'рскавица. Според неговите наоди, поместувањето на феморалната глава доведува до нарушување на нормалниот раст и моделирање на ацетабулумот, што резултира со постепено продлабочување на диспластичните промени чии анатомски карактеристики се објаснети во следниот пасус. Овие резултати ја потврдуваат важноста на раната репозиција и одржувањето на конгруентноста на колкот, со што се овозможува нормална ацетабуларна ремоделација и понатамошен правилен развој на зглобот (6).

1.3 Патолошка анатомија на диспластичен колк

1.3.1 Патолошка анатомија на ацетабулумот

Патолошката анатомија на ацетабулумот претставува клучен аспект во разбирањето на морфолошките и функционалните промени кои се јавуваат кај развојната дисплазија на колкот. Оваа состојба е карактеризирана со абнормален однос помеѓу феморалната глава и ацетабулумот, што резултира со нарушена биомеханика на зглобот и секундарни адаптивни промени на ацетабуларните структури. Во текот на развојот на диспластичниот колк се формираат неколку патолошки структури, меѓу кои особено значајни се лимбусот и неолимбусот (слика 3). Иако овие термини често се користат во ортопедската литература, нивната точна дефиниција и морфолошка дистинкција не секогаш се јасно разграничени, што може да доведе до термиолошка конфузија и погрешна интерпретација на патолошките промени (26).



Слика 3: (A) Нормален колк, лабрум [A]; (B) Диспластичен репониран колк, лимбус [A] и неолимбус [B]; (C) Дислоциран диспластичен колк; лимбусот [A] претставува пречка за репонирање и може да се инвертира или евертира, додека неолимбусот [B] не претставува потенцијална пречка за репонирање и не може да се инвертира ниту евертира; (D) Латерален приказ на диспластичен ацетабулум со неолимбус [B] и лимбус [A]. (Преземено од Landa J et al.) (43)

Неолимбусот претставува хипертрофичен гребен на ацетабуларната артикуларна ‘рскавица кој се формира во суперо-латералниот дел на ацетабулумот како реакција на абнормалниот притисок на дислоцираната или сублуксираната феморална глава. За првпат е опишан од Марино Ортолани, еден од ретките неортопеди (бил педијатар) кои имаат огромен придонес во ортопедијата за проблематиката на дисплазија на колкот (27, 28). Во неговото класично дел, за оваа структура пишува дека е резултат на хронична механичка стимулација на периферната зона на ацетабуларната ‘рскавица, што доведува до локализирана хипертрофија и ремоделирање на ткивото. Хистолошките анализи покажуваат дека неолимбусот се состои од хипертрофирана ацетабуларна фиброрскавица, што го потврдува неговото потекло од артикуларната ‘рскавица на ацетабулумот (6, 29, 30).

За разлика од неолимбусот, лимбусот претставува патолошки изменет ацетабуларен лабрум со изразена фиброзна и фиброрскавична хиперплазија. Неговото формирање е резултат на продолжена механичка иритација и притисок од дислоцираната феморална глава врз лабрумот, што доведува до пролиферација на фиброзно ткиво и постепена хипертрофија на структурата. Оваа патолошка промена претставува секундарна адаптација на лабрумот при хронична сублуксација или дислокација на колкот. Морфолошки, лимбусот е составен од фиброзно ткиво кое се развива на периферијата на ацетабуларниот раб и постепено се надоврзува врз фиброрскавичната структура на лабрумот без јасно разграничена граница помеѓу овие две компоненти. Лимбусот за првпат е опишан од Leveuf и Bertrand во 1946 год (31, 32, 33).

Клиничкото значење на лимбусот се должи на неговата потенцијална способност да се инвертира во зглобната празнина и да претставува механичка пречка за постигнување на концентрична репозиција на колкот. При дислоциран колк, инвертираниот лимбус може да се интерпонира помеѓу феморалната глава и ацетабуларната површина, со што се попречува нормалното позиционирање на феморалната глава во ацетабулумот. Овој механизам може значително да влијае врз исходот од терапевтските процедури и врз понатамошниот развој на ацетабулумот (34).

Дополнително, патолошките промени на ацетабуларниот раб имаат значајно влијание врз растот и развојот на зглобот на колкот. Неолибусот содржи ацетабуларна 'рскавица која е дел од епифизарниот растечки комплекс и учествува во понатамошното формирање на ацетабуларната морфологија. Поради тоа, хируршката интервенција која би довела до оштетување или отстранување на оваа структура може да има негативни последици врз нормалниот раст и ремоделирање на ацетабулумот (29, 38, 39). Од друга страна, лимбусот, иако може да претставува механичка бариера за репозиција на зглобот, исто така игра улога во стабилизацијата и во процесите на адаптивно ремоделирање на ацетабуларниот раб и исчезнува до петтата година на детето (35, 36, 37).

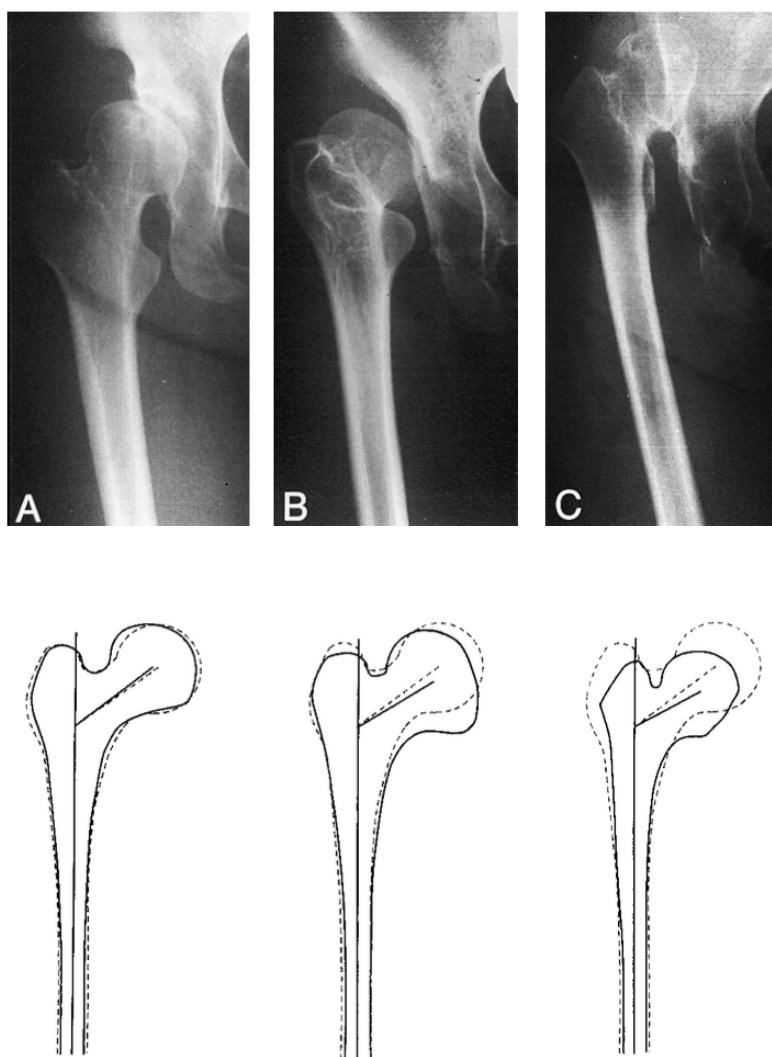
Во современата литература се забележува значајна термиолошка конфузија во однос на употребата на термините лимбус, неолибус и ацетабуларен лабрум (40, 41, 42). Во одредени публикации овие термини се користат како синоними, иако претставуваат различни анатомски и патолошки структури со различна морфологија и клиничко значење. Поради тоа, јасното разграничување на овие структури е од суштинско значење за правилно разбирање на патолошката анатомија на ацетабулумот и за оптимално планирање на терапевтските интервенции кај пациенти со развојна дисплазија на колкот (43).

1.3.2 Патолошка анатомија на проксималниот дел на фемурот

Развојната дисплазија на колкот претставува комплексно нарушување на морфолошкиот и функционалниот развој на зглобот на колкот, кое покрај ацетабуларните промени опфаќа и значајни патоанатомски промени на проксималниот фемур. Овие промени се резултат на нарушената интеракција помеѓу феморалната глава и ацетабулумот во текот на ембрионалниот и постнаталниот развој. Нормалниот морфогенетски развој на колкот подразбира хармоничен однос помеѓу овие две структури, при што присуството и правилната позиција на феморалната глава во ацетабулумот имаат клучна улога во формирањето на нормалната морфологија на проксималниот фемур (6, 17, 24, 25, 44).

Кај развојната дисплазија на колкот, нарушувањето на конгруентноста помеѓу зглобните површини доведува до промени во обликот, ориентацијата и

структурната организација на проксималниот фемур (45, 46). Една од најкарактеристичните патоанатомски промени е модификацијата на морфологијата на феморалната глава. Во услови на хронична сублуксација или дислокација, феморалната глава често е намалена по големина и може да добие асферична форма. Недостатокот на нормален контакт со ацетабулумот резултира со нарушен раст на епифизата, што води кон нерамномерно ремоделирање на артикуларната површина и намалена конгруентност на зглобот, опишани во студиите на Sugano и Robertson (слика 4) (47, 48).



Слика 4: Промени во проксималниот фемур кај различни степени на сублуксација I класа по Crowe (помалку од 50% сублуксација) (A), класа II или III (50% до 100% сублуксација) (B) и класа IV (повеќе од 100% сублуксација) (C) радиографи и шематски приказ. (Преземено од Sugano N et al.) (47)

Во овие студии покрај промените на феморалната глава, опишани се и значајни морфолошки абнормалности во регијата на феморалниот врат. Кај пациенти со развојна дисплазија на колкот често се регистрира зголемена антерверзија на феморалниот врат. Оваа промена доведува до абнормална ориентација на феморалната глава во однос на ацетабулумот и претставува важен фактор во патогенезата на нестабилноста на колкот. Дополнително, често се забележува и зголемување на колодијафизарниот агол, состојба позната како соха valga, која резултира со вертикализација на феморалниот врат и намалување на покриеноста на феморалната глава од страна на ацетабулумот, налик, но сепак различно од т. н. гребен "cam" деформитет на вратот на фемурот (49, 50).

Промените на проксималниот фемур се одразуваат и на метафизарниот дел на коската. Кај диспластичните колкови проксималната феморална метафиза често е релативно издолжена и стеснета, што е резултат на нарушената биомеханичка средина во која се одвива растот на коската. Овие морфолошки промени често се придружени со латерална или супериорна миграција на феморалната глава, што дополнително ја нарушува стабилноста на зглобот (17, 48, 51, 52, 53).

Хистопатолошките промени на феморалната глава при развојна дисплазија на колкот се карактеризираат со нарушување на структурата на артикуларната 'рскавица и субхондралната коска. Нерамномерната распределба на механичките сили доведува до локализирани промени во дебелината и структурата на 'рскавицата, како и до адаптивно ремоделирање на субхондралната коска. Со текот на времето, овие промени можат да придонесат за појава на дегенеративни процеси и рана остеоартроза на зглобот на колкот (54).

Покрај структурните промени на коскените компоненти, кај развојната дисплазија на колкот се јавуваат и промени во мекоткивните структури околу фемурот. Мускулите и лигаментите кои учествуваат во стабилизацијата на колкот можат да бидат скратени или адаптивно променети поради хроничната дислокација на зглобот. Овие промени дополнително ја нарушуваат нормалната биомеханика на колкот и можат да имаат значајно влијание врз клиничката презентација и функционалниот исход на заболувањето (17, 52, 53, 55).

Дополнително, деталното познавање на патогенезата на лимбусот и неолимбусот претставува основа за развој на современи хируршки стратегии насочени кон зачувување на растечките структури на ацетабулумот и фемурот, додека деталното познавање на патоанатомските карактеристики на проксималниот фемур како што се зголемената антерверзија и соха *valga* се од суштинско значење за правилно планирање на хируршките интервенции и за постигнување оптимален функционален исход кај пациентите со развојна дисплазија на колкот. Разбирањето на морфолошките и хистопатолошките карактеристики на овие структури има особено значење и во контекст подобро толкување на радиолошките и интраоперативните наоди.

1.4 Дијагностика

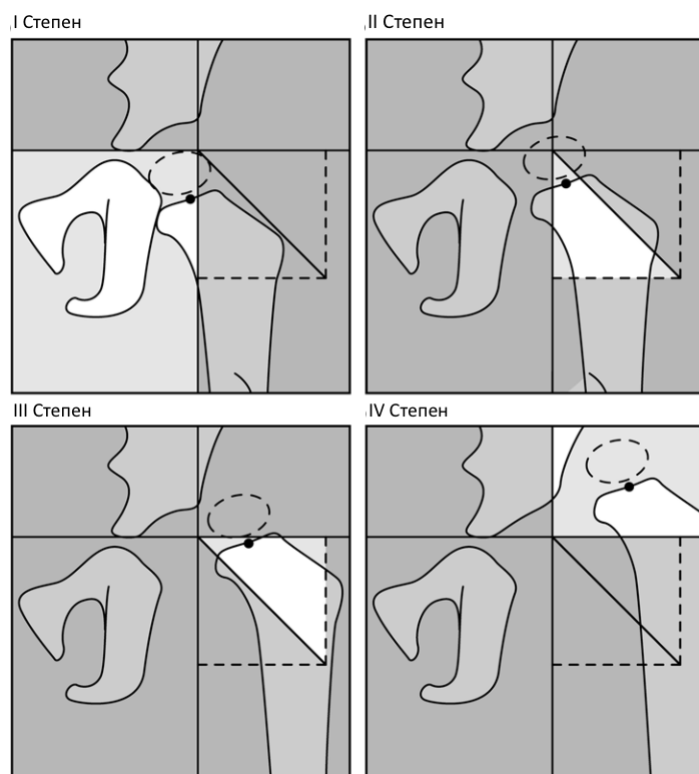
Во нашата држава постои скрининг програма за постоење на РДК кај сите новороденчиња и доенчиња. Прегледот се состои од клинички и ултрасонографски преглед на доенечкиот колк. Клиничкиот преглед се состои од примена на знаците на Ortolani и Barlow (28, 56). Притоа, кај пациентите кај кои ќе бидат утврдени отстапувања од нормалата, се отвара формулар за клиничко, ултрасонографско и радиографско следење на пациентите (прилог 1).

Ултрасонографски колковите се класифицираат по златниот метод на Graf, при што пациентите со колкови тип 3 и 4 се сметаат за патолошки за кои е потребен третман. (57, 58) Кај повеќето пациенти по утврдување на постоење на дисплазија се прави РТГ на карлицата. За класификација на обемот на дисплазија наместо досега користениот систем на класификација по Tönnis, кој зависи од осифицираноста на главата на фемурот, која кај овие пациенти не е присутна, се употребува системот на класификација на International Hip Dysplasia Institute (IHDI) скор (59, 60, 61, 62).

Класификацијата на International Hip Dysplasia Institute (IHDI) претставува современ радиографски систем за проценка на степенот на дислокација кај РДК. Овој систем е предложен со цел да се надминат ограничувањата на традиционалните радиографски класификации, особено Tönnis класификацијата, која се базира на позицијата на осификационото јадро на феморалната глава.

Бидејќи кај многу доенчиња осификационото јадро сè уште не е развиено, примената на Tönnis системот во раната возраст може да биде ограничена и помалку сигурна. Поради тоа, Narayanan и соработниците предложиле нов систем кој се потпира на анатомски репери кои се видливи и пред појавата на осификацијата на феморалната глава (61).

IHDI класификацијата се базира на позицијата на проксималниот метафизарен дел на фемурот во однос на неколку стандардни радиографски линии. Основната хоризонтална референтна линија е Hilgenreiner линијата, која се повлекува низ трирадијатната 'рскавица на карлицата. Перпендикуларно на неа се исцртува Perkins линијата, која го дели ацетабулумот на медијален и латерален квадрант. Дополнително, се користи и дијагонална линија, која се повлекува од латералниот раб на ацетабулумот кон Hilgenreiner линијата на точно 45° . Врз основа на позицијата на средината на проксималната феморална метафиза (Н точка) во однос на овие линии, се дефинираат четири степени на дисплазија: IHDI степен I, при кој метафизата се наоѓа медијално од Perkins линијата; степен II, кога е латерално од Perkins линијата, но под дијагоналната линија; степен III, кога метафизата се наоѓа над дијагоналната линија; и степен IV, кога проксималниот фемур е значително супериорно и латерално поместен, што укажува на висока дислокација (слика 5).



Слика 5: Шематски приказ на класификацијата по IHD (Преземено од Narayanan et al.) (61)

Една од најголемите предности на IHD системот е неговата висока репродуцибилност и интеропсерверска сигурност, бидејќи се базира на јасно дефинирани анатомски репери кои можат да се идентификуваат на радиографијата дури и во отсуство на осификационо јадро. Студијата на Narayanan и соработниците покажала дека овој систем има добра доверливост и конзистентност при проценката на степенот на дислокација (61). Дополнително, понови истражувања укажуваат дека IHD класификацијата обезбедува појасни информации за позицијата на проксималниот фемур и степенот на дислокација, што ја прави покорисна во клиничката практика и при планирање на третманот. Во компаративна студија, Sand и соработниците заклучиле дека IHD класификацијата е поинформативна од Tönnis класификацијата, бидејќи овозможува попрецизна проценка на положбата на феморалната глава кај пациенти со РДК (62).

Поради овие предности, IHD класификацијата сè повеќе се користи во современите ортопедски студии и клиничка практика како пообјективен и поуниверзален систем за радиографска проценка на развојната дисплазија на колкот.

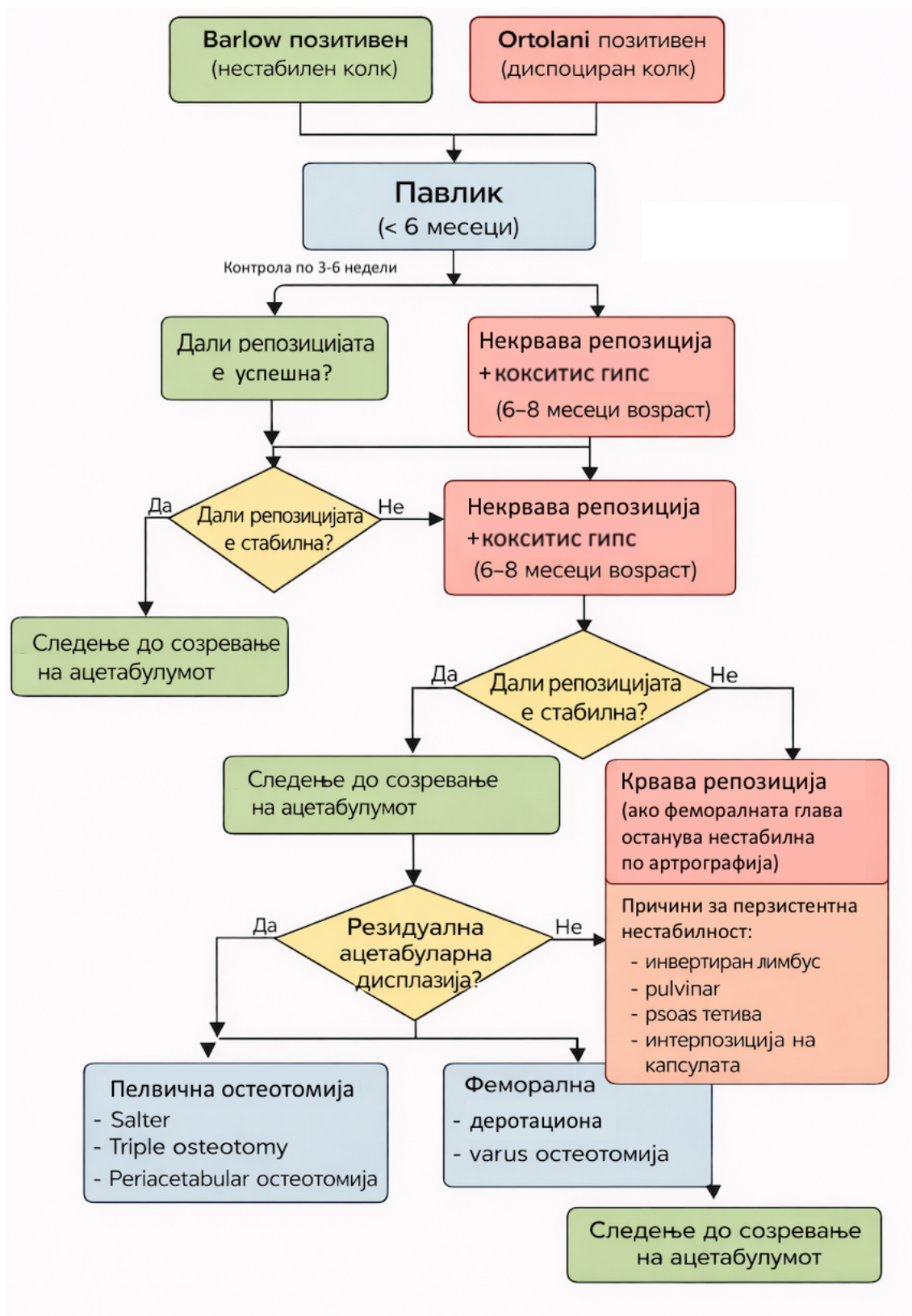
Кај повозрасната популација на деца, исчезнуваат првичните клинички знаци за РДК, па така, во подоцнежната доенечка возраст се анализира абдукцијата на колковите, знакот на Galeazzi и знакот на Klisic, додека кај проодено дете се воочува накривување при одењето поради слабост на абдукторната мускулатура и појава на Тренделенбургов од. При појава на осификационо јадро, ултразвукот е ирелевантен за дијагностика на дисплазија на колкот бидејќи го опструира коскениот раб на авцетабулумот, кој е клучен за класификацијата по Граф, така што се преминува кон РТГ на карлицата за точна дијагноза на РДК. Кај пациентите со INDI скор од II-IV потребен е натамошен третман.

1.5 Третман на вродената дисплазија на колкот

1.5.1 „A la carte“ третман на развојна дисплазија на колкот (РДК)

Концептот на „a la carte“ третман кај развојната дисплазија на колкот подразбира индивидуализиран терапевтски пристап, при што изборот на хируршки или конзервативни процедури се базира на специфичните анатомски и биомеханички карактеристики на секој пациент. Наместо унифициран третман, се врши детална анализа на морфологијата на ацетабулумот, проксималниот фемур и степенот на нестабилност на колкот, со цел да се избере комбинација на процедури што оптимално ќе ја коригира патологијата. Во овој пристап може да се комбинираат различни техники, како што се некрвава репозиција, крвава репозиција, феморална скратувачка деротациона или варизирачка остеотомија, како и различни типови ацетабуларни остеотомии (Salter, Pemberton, Dega или периацетабуларна остеотомија), во зависност од присутната морфолошка деформација. Основната цел на „a la carte“ третманот е постигнување концентрична и стабилна репозиција на феморалната глава во ацетабулумот, подобрување на покриеноста на феморалната глава и нормализација на биомеханиката на колкот, со што се намалува ризикот од развој на рана коксартроза во зрелата возраст. Овој пристап овозможува оптимална корекција на индивидуалните анатомски варијации и претставува современ принцип во хируршкото лекување на РДК.

Повеќето алгоритми и принципи на третман се придржуваат кон возраста на пациентот (слика 6) (63).



Слика 6: Алгоритам за третман на РДК (адаптирано од Vaquero-Picado et al.) (63)

Алгоритмот прикажан на сликата го илустрира третманот на РДК чекор по чекор во зависност од возраста на пациентот и се базира на принципите опишани од Vaquero-Picado и соработниците. Основната цел на третманот е постигнување концентрична и стабилна репозиција на феморалната глава во ацетабулумот, со што се овозможува нормален развој на ацетабуларната чашка и се намалува ризикот од понатамошна дисплазија и рана коксартроза.

Алгоритмот започнува со клиничка дијагностика во неонаталниот период, при што најважни се Barlow и Ortolani тестовите. Barlow-позитивниот колк укажува на нестабилност, додека Ortolani-позитивниот колк означува постоечка дислокација. Кај доенчиња помлади од шест месеци, првата линија на третман е функционалната ортоза Pavlik, која го одржува колкот во позиција на флексија и абдукција, овозможувајќи спонтанa репозиција на феморалната глава во ацетабулумот. Во овој период се врши редовна клиничка и ехографска контрола за да се утврди дали е постигната концентрична репозиција и стабилизација на зглобот (64, 65, 66, 67).

Доколку со Pavlik ортозата се постигне стабилна репозиција, следува период на набљудување и радиолошко следење до созревање на ацетабулумот, бидејќи присуството на концентрично поставена феморална глава претставува стимул за нормален ацетабуларен раст. Ако, пак, репозицијата не е успешна или колкот останува нестабилен, следниот чекор е некрвава репозиција во општа анестезија, најчесто кај деца на возраст од шест до осум месеци. По успешната затворена репозиција, колкот се имобилизира со кокситис гипс за да се одржи стабилната позиција на феморалната глава (68).

Во случаи кога затворената репозиција не може да обезбеди стабилна позиција на колкот, се индицира крвава репозиција. Оваа процедура е потребна кога постојат анатомски пречки кои ја оневозможуваат репозицијата, како што се инвертиран лимбус, хипертрофиран pulvinar, интерпозиција на капсулата или тетивата на m. psoas. По хируршката репозиција, повторно следува период на имобилизација и контроли со цел да се обезбеди стабилна позиција на зглобот.

По постигнување на стабилна репозиција, се врши долгорочно следење на ацетабуларниот развој, бидејќи кај дел од пациентите може да се развие резидуална ацетабуларна дисплазија. Доколку оваа состојба перзистира, се разгледуваат

корективни хируршки процедури. Во зависност од морфологијата на колкот и возраста на пациентот, може да се изведат пелвични остеотомии (Salter, трипла остеотомија или периацетабуларна остеотомија) со цел зголемување на покриеноста на феморалната глава, или феморални остеотомии (деротациона или varus остеотомија) за подобрување на биомеханичката стабилност на зглобот.

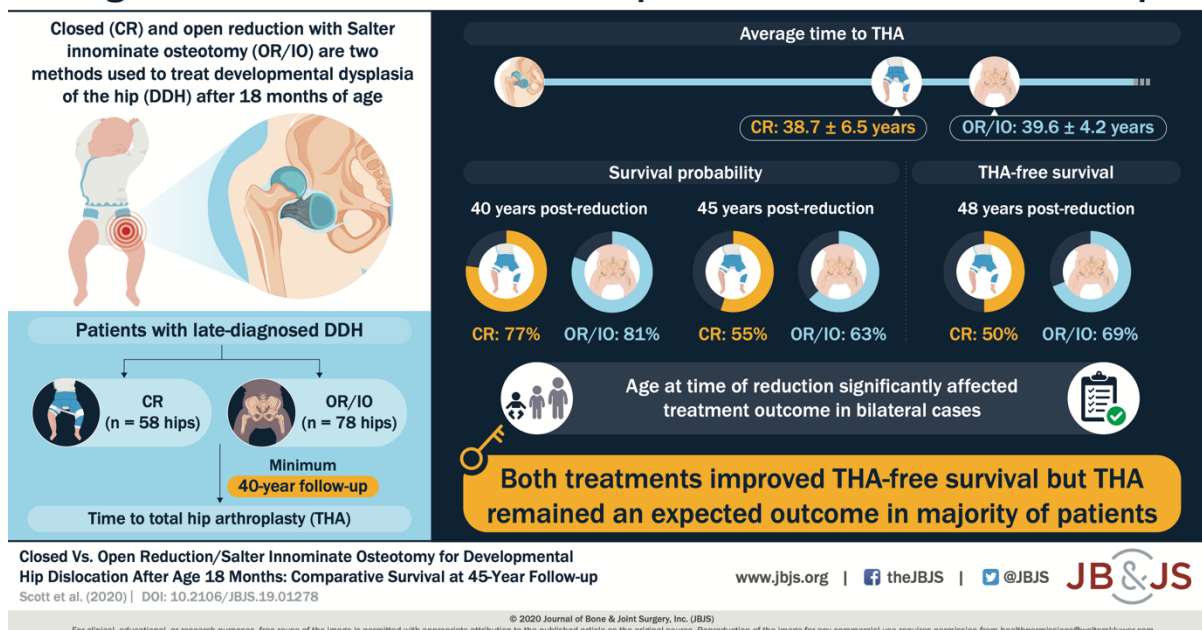
На овој начин алгоритмот ја отсликува современата стратегија на третман на РДК, која се заснова на рана дијагноза, постепена ескалација на терапијата и индивидуализиран а la carte избор на хируршки процедури, со конечна цел постигнување стабилен и функционален колк во зрелоста. Овој пристап е во согласност со препораките на Vaquero-Picado и соработниците, кои нагласуваат дека раната репозиција и правилното следење на ацетабуларниот развој се клучни фактори за успешен долгорочен исход.

1.5.2 Некрвава репозиција-златен стандард на третманот на РДК

Иако во литературата се поставува граница, возраста на пациентите за некрвава репозиција да биде 8 месеци, сепак, нашиот став е секогаш да се направи обид за истата, без разлика на возраста на која се појавило детето на нашата клиника, во контекст на а la carte концептот. Божиновски и сор., објавуваат серија на пациенти појавени по периодот на проодување кај кои како прв метод на третман е спроведена некрвава репозиција (3). Во таа серија, поголем број од пациентите (57%) биле со одличен резултат по критериумите на McKay, 36% со добри резултати, додека кај двајца пациенти резултатите биле незадоволителни.

Во скоро исто време излегува компаративната студија на Weinstein за долгорочно преживување на колковите со прв третман над 18 месеци помеѓу пациенти третиран со некрвава репозиција и крвава репозиција и Salter остеотомија (69). Во нивниот заклучок стои дека двата пристапи веројатно го подобриле преживувањето на зглобот без потреба од тотална артропластика на колкот (ТНА) во споредба со природниот тек на болеста кај дислоцирани колкови кои биле репонирани по возраст од 18 месеци. Сепак, ниту еден од овие третмани не го спречил конечниот развој на остеоартроза и потребата од тотална артропластика на колкот кај поголемиот дел од пациентите (слика 7).

Long-Term Outcomes of Closed Vs Open Reduction in Dislocated Hips



Слика 7: Инфографикон за долгорочниот исход на некрвава наспроти крвава репозиција на РДК (преземено од Scott et al.) (69)

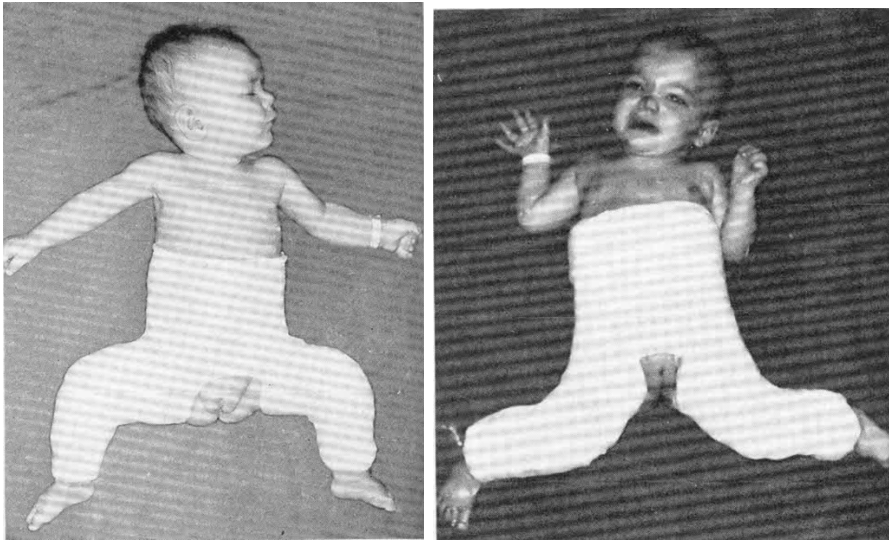
Конзервативниот пристап во детската возраст во голема мера се основа врз пластичноста на ткивата во тој период. Доколку постои концентрична репозиција на колкот, веројатноста дека тој ќе се развие соодветно е голема.

Некрвавата репозиција како процедура ја опишал Lorenz и од него потекнува самиот израз. Неговиот метод, опишан во 1903 во списанието Nature, е цитиран во продолжение:

“Лоренц, се чини, го усовршил овој метод на лекување. Кај двострана дислокација, кога децата не се постари од седум години, и кај еднострана дислокација до возраст од девет години, тој постигнува директна репозиција. Тој насилно ги раскинува контрахираните аддукторни мускули (при што разделувањето го изведува со манипулација и „сецкање“ на мускулот со раката), потоа го флектира бедрото кон трупот за да ги истегне или раскине задните мускули, а потоа ја екстендира ногата наназад за да го постигне истото со предните мускули. Со овие маневри тој толку го олабавува зглобот што, со манипулација при флектирано и абдуцирано бедро, ја ротира главата на фемурот во вдлабнатината на ацетабулумот.

Потоа насилно го абдуцира екстремитетот со цел да го прошири предниот дел на зглобната капсула и го фиксира екстремитетот во таа положба... Тенденцијата

за повторна дислокација на главата на фемурот наназад и нагоре се спротивставува со екстремна абдукција и надворешна екстензија на бедрата. Така, бедрото или двете бедра се држат под прав агол во однос на трупот за да се спречи дислокација нагоре, а се поставуваат повеќе наназад отколку нанапред за да се спречи поместување на главите на фемурите наназад (слика 8).



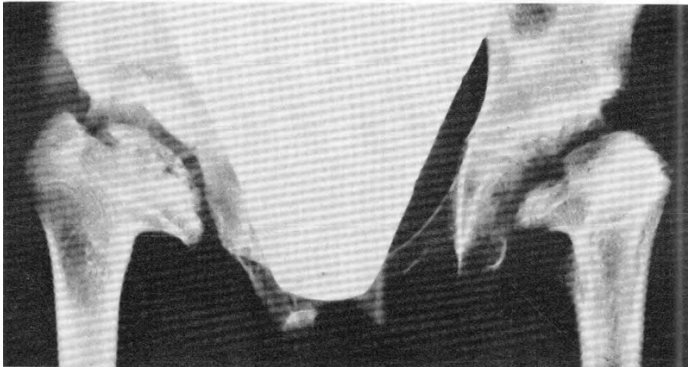
Слика 8: Прва Lorenz (frog leg) позиција на колковите (екстремна абдукција) и втора Lorenz (Lange) позиција (екстремна внатрешна ротација и абдукција) (преземено од Salter et al.) (68)

Оваа положба се одржува со гипсена имобилизација (plaster of Paris) која ја опфаќаат карлицата и се протегаат до непосредно над колената... Лоренц сметал дека е потребно оваа положба да се одржува шест месеци, по што бедрата постепено се спуштаат во помалку аголна положба во однос на телото, за детето да може полесно да оди, додека во исто време главите на фемурите продолжуваат да притискаат навнатре и да придонесуваат за стабилност на зглобот.

Целокупниот третман треба да трае околу две години, а ова времетраење било утврдено како неопходно и од хирурзите во минатото. Кај постари пациенти, Лоренц препорачува подготовка со продолжена екстензија, а доколку е потребно и со хируршко пресекување на мускулите, при што ваквата подготовка е корисна во сите случаи. Терминот „некрвава“ (bloodless) се применува за овој третман само во споредба со операцијата при која се отвора зглобот за да се репонира главата на

коската. Тој не се противи на употребата на хируршки нож, кога таквата интервенција е неопходна.”(70)

Исто така, Лоренц е познат и како таткото на аваскуларната некроза на колкот, со овој метод на насилна абдукција и груба манипулација на колковите, поголем дел од неговите пациенти завршиле со најнепосакуваната компликација кај РДК (слика 9).



Слика 9: Билатерална аваскуларна некроза на колковите (преземено од Salter et al.) (68)

Во класичното дело од 1969, Salter го анализира механизмот и превенцијата на аваскуларната некроза на феморалната глава при третман на конгенитална дислокација на колкот, користејќи комбиниран научен пристап кој вклучува клиничка и експериментална студија.

Во клиничкиот дел од истражувањето е спроведена ретроспективна анализа на деца третирани поради дислокација на колкот, со цел да се процени инциденцата и радиографските карактеристики на аваскуларната некроза по затворена репозиција и имобилизација. Анализата на серија од пациенти покажала дека по репозицијата може да се појават различни радиолошки промени на феморалната глава, кои варираат од привремена неправилна осификација до вистинска аваскуларна некроза со трајна деформација на главата и вратот на фемурот. Овие наоди укажуваат дека одредени техники на третман можат да доведат до компресија на васкуларните структури што ја снабдуваат феморалната глава.

Со цел подобро да го објаснат механизмот на оваа компликација, авторите спровеле и експериментална студија на животински модел (млади прасиња). Во експериментот колковите биле поставени во различни позиции на абдукција и аддукција и биле изведувани ангиографски испитувања за да се процени влијанието

на позицијата на колкот врз васкуларизацијата на феморалната глава. Резултатите покажале дека екстремната абдукција и напнатоста на аддукторните мускули можат да предизвикаат компресија на крвните садови, што доведува до нарушување на циркулацијата во епифизата на феморалната глава.

Врз основа на комбинираните клинички и експериментални наоди, Salter формулира принцип за побезбеден третман на дисплазијата на колкот: 1. Континуирана тракција пред некрвавата репозиција, 2. Перкутана тенотомија на аддукторните мускули за време на репозицијата, 3. Имобилизација на репонираните колкови во позиција што не ја компримира главата на фемурот спроти ацетабулумот, т. н. хумана (human) позиција (слика 10) која подразбира флексија од повеќе од 90° и абдукција помала од 90° . Овој комбиниран методолошки пристап, интеграција на клиничка анализа и експериментална студија, овозможил подобро разбирање на патогенезата на авскуларната некроза и поставил основа за современите принципи на безбеден третман на развојната дисплазија на колкот (68).



Слика 10: Десет месечно бебе имобилизирано со кокситис гипс во хумана позиција (преземено од Salter et al.) (68)

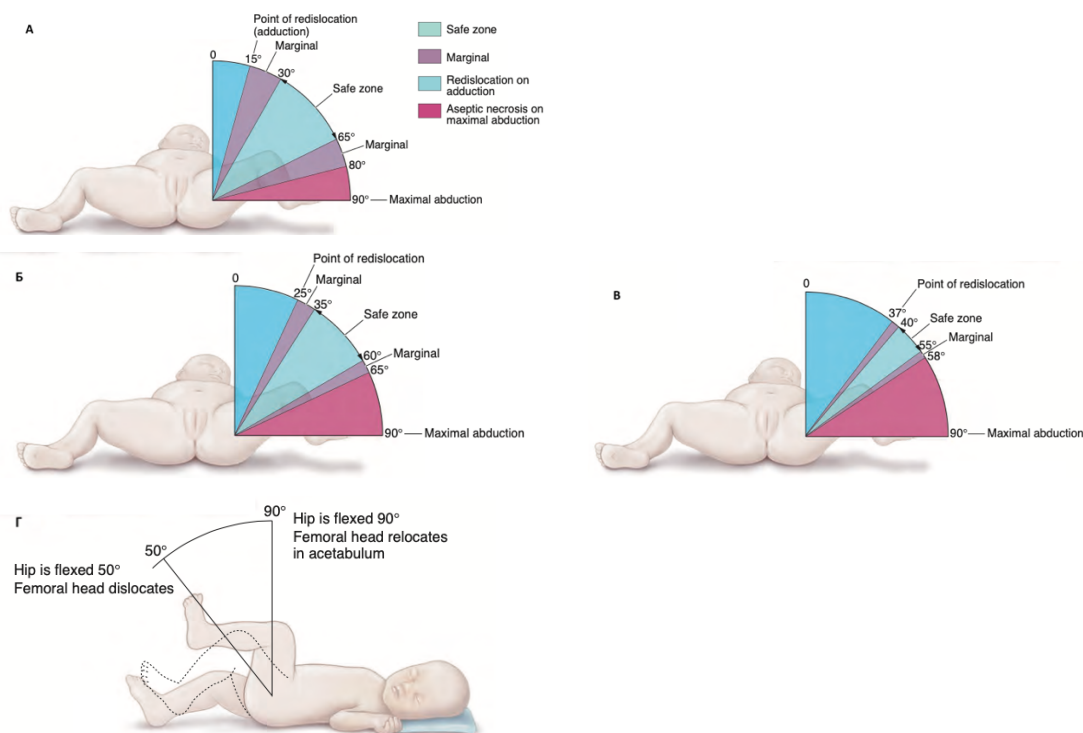
Денес, можеби е подобро да се размислува за позиционирање на колкот, наместо за негово репонирање, бидејќи не треба да се изведуваат вистински манипулации. Колкот се репонира со поставување во флексија поголема од 90°

степен, по што постепено се абдуцира, додека нежно се подигнува големиот трохантер, како што се прави при Ortolani маневарот. Треба да се примени минимална сила. Откако ќе се почувствува палпабилна репозиција, колкот се движи за да се утврди опсегот на движење во кој останува репониран. Колкот се аддуцира до точката на повторна дислокација, а таа позиција се бележи (72). Потоа колкот повторно се репонира и се екстендира додека повторно не се дислоцира, при што се бележи точката на дислокација. Доколку за одржување на репозицијата е потребна внатрешна ротација, и тоа се забележува (71).

Опсегот на движење во кој колкот останува репониран се споредува со максималниот опсег на движење. Врз основа на овие податоци се конструира т.н. „безбедна зона“ (safe zone), како што ја опишале Ramsey и соработниците. Доколку оваа зона е релативно широка, репозицијата се смета за стабилна (72). Спротивно на тоа, ако за одржување на репозицијата е потребна широка абдукција или повеќе од 10–15 степени внатрешна ротација, репозицијата се смета за нестабилна (слика 11).

Понекогаш аддукторна тенотомија може да ја зголеми безбедната зона со тоа што овозможува поголем опсег на абдукција. Сепак, екстремна абдукција никогаш не треба да се користи, бидејќи е докажано дека може да предизвика АВН. Прекумерната внатрешна ротација исто така е познат причинител на АВН и затоа мора да се избегнува.

Релативно конзервативниот пристап, широкиот дијапазон на возраст во која може да се примени и добрите резултати ја прават некрвавата репозиција на колкот терапевтски златен стандард во третманот на РДК (73).



Слика 11: Зони на безбедност. А. Широка зона на безбедност. Б. Умерена зона на безбедност. В. Тесна зона на безбедност. Г. Дислокација на феморалната глава при екстензија на колкот. (преземено од Herring) (71)

1.5.3 Евалуација на успешноста на некрвавата репозиција на колкот

Евалуацијата на успешноста на некрвавата репозиција се базира на клиничкиот наод-обемот на безбедната зона, постигнувањето на самата репозиција и ретенцијата на колкот. За контрола на истата интраоперативно се прави радиографија. Многу автори препорачуваат да се изведе артрографија интраоперативно, бидејќи кај децата главата на фемурот не се визуализира во целост. По клиничката сигурност дека репозицијата и ретенцијата задоволуваат се поставува гипсена имобилизација на колковите, т. н. кокситис гипс кој се протега од умбиликусот до глуждовите, понекогаш до колената.

Поставувањето на гипсот е поврзано со префрлање на пациентот на специјален кревет за поставување на гипс, со повторна репозиција и држење на колковите во посакуваната позиција. Во текот на овие манипулации, се случува изместување на главата, особено кај оние со двојбена ретенција. Затоа, неопходно е

постоперативно да се добие слика со која што би се осигурале дека ретенцијата е задоволителна. Традиционално, за таа цел се прави нативна радиографија на колковите (71, 74, 75).

Наодите на Yong et al. покажуваат дека радиографиите на карлицата направени по затворена репозиција и имобилизација со гипс често погрешно се интерпретираат, без оглед на нивото на искуство, супспецијалистичката обука или географското потекло на оценувачот. Па така, просечната вкупна стапка на погрешна проценка изнесувала 29,3% (опсег 16,7–46,7%). Дополнително, ниската сензитивност и умерената специфичност на постоперативната радиографска проценка ја поддржуваат идејата дека само нативна радиографија на карлицата, направена по имобилизација со гипс, веројатно не е доволна за сигурна проценка дали колкот е правилно репониран или не (76).

1.5.3.1 Компјутеризирана томографија во тесен прозорец за евалуација на успешноста на некривата репозиција на колкот

Докажано е дека компјутеризираната томографија е многу прецизна во проценката на адекватноста на репозицијата кај РДК, дури и кога пациентите се во гипсена имобилизација. Аксијалното снимање што го обезбедува КТ овозможува прецизна локализација на феморалната глава во однос на ацетабулумот. Кај доенчиња кај кои епифизата на феморалната глава сè уште не е осифицирана, позицијата на феморалната глава може индиректно да се процени според положбата на осифицираниот метафизарен дел на проксималниот фемур. Дополнително, КТ снимките даваат информации и за други анатомски односи, како што се аголот на ацетабуларна антерверзија и степенот на абдукција на колкот по репозицијата кај пациенти со гипс. Морфолошките неправилности на ацетабулумот кај деца исто така неодамна се проценувани со помош на КТ. Мерењата на ацетабуларната структура на КТ снимки се користени и за проценка на нестабилноста на колкот кај деца со РДК, spina bifida и церебрална парализа, во споредба со нормални контроли (7, 8, 9, 10, 11, 77, 78).

Smith за првпат ги обединува сите до тогаш познати параметри и ја презентира модифицираната Шентон-Менардова линија (вкупно 10 параметри) и спроведува студии за интра и интеропсерверска сигурност, нивната употреба при

проценка на успешноста на репозицијата, додека во вториот дел од студијата ја спомнува и нивната предвидувачка вредност за резидуална дисплазија, потреба од натамошен третман и нивна поврзаност со АВН. Притоа се задржува и на техничките околности при изведувањето на КТ на колкот, објаснувајќи дека имобилизацијата на детето во гипс ја исклучува потребата од анестезија, како и тоа дека зрачењето е минимизирано со фактот дека се прават 4-10 пресеци на ниво на тријадијатната 'рскавица (9, 10).

Воведувањето на линијата на задниот дел од вратот, posterior neck line од страна на Соорег претставува обид да се создаде поедноставен и понадежен метод за постоперативна проценка на репозиција на колкот кај РДК. Во споредба со традиционалните мерења, овој параметар покажува подобра интеропсерверска сигурност и поголема дијагностичка точност, што го прави корисен инструмент за потврдување на успешна репозиција и за рано откривање на резидуална дислокација (11).

Пострепозиционата компјутеризирана томографија (КТ) претставува значаен дијагностички метод за проценка на адекватноста на репозицијата кај развојната дисплазија на колкот. За разлика од конвенционалната радиографија, која често е ограничена поради присуството на кокситис гипс и неосификацијата на феморалната глава, КТ овозможува попрецизна визуализација на односот меѓу проксималниот фемур и ацетабулумот. Дополнително, КТ овозможува мерење на важни параметри како што се аголот на абдукција, позицијата на феморалната метафиза и ацетабуларната анатомија, што може да помогне во раното откривање на неадекватна репозиција или потенцијални компликации. Новите методи, како проценката преку posterior neck line, дополнително ја подобруваат дијагностичката сигурност и репродукцибилноста на проценката. Оттука, пострепозиционото КТ претставува важен инструмент во постоперативната евалуација и може да придонесе за подобро планирање на понатамошниот третман и прогнозата кај пациенти со развојна дисплазија на колкот.

1.5.3.2 ALARA принцип при КТ на колковите кај деца со развојна дисплазија на колкот

Принципот ALARA (As Low As Reasonably Achievable) претставува фундаментален концепт во радиолошката заштита, според кој изложеноста на јонизирачко зрачење треба да се одржува на најниско можно ниво без да се компромитира дијагностичката вредност на испитувањето. Концептот започнал да се развива во 1950-тите години во рамките на препораките на International Commission on Radiological Protection (ICRP), а неговата современа формулација е официјално дефинирана во публикацијата ICRP Publication 26 од 1977 година, каде оптимизацијата на радијациската доза е поставена како еден од основните принципи на радиолошката заштита. Денес ALARA принципот претставува клучен елемент во медицинската радиологија, особено кај педијатриската популација, каде што поради поголемата радиосензитивност на ткивата и подолгиот очекуван животен век е неопходно строго ограничување на дозата на зрачење. Во контекст на дијагностиката на развојната дисплазија на колкот, примената на ALARA принципот се реализира преку ограничување на бројот на КТ пресечни слоеви, употреба на нискодозни протоколи и насочување на снимањето исклучиво кон анатомскиот регион од интерес (79, 80, 81, 82).

При користење на компјутерска томографија (КТ) во пострепозиционата проценка на развојната дисплазија на колкот (РДК) кај доенчиња и мали деца, особено значење има примената на ALARA принципот (As Low As Reasonably Achievable) (83, 84). Овој принцип претставува основно правило во радиолошката заштита и подразбира дека изложеноста на јонизирачко зрачење треба да се намали на најниско можно ниво, без притоа да се компромитира дијагностичката вредност на испитувањето. Кај педијатриската популација, каде ткивата се почувствителни на радијација и постои подолг животен период во кој може да се манифестираат потенцијалните ефекти од зрачењето, примената на ALARA принципот е од особено значење.

Во контекст на пострепозиционата евалуација на колкот кај РДК, КТ испитувањето обично се изведува со ограничен број на аксијални пресечни слоеви, со цел да се минимизира дозата на зрачење. Наместо целосно скенирање на карлицата, се снимаат само неколку таргетирани пресечни слоеви, најчесто помеѓу

две и шест слики, со дебелина на пресек од околу 3–5 mm. Овие пресечни слоеви се позиционираат на ниво на ацетабулумот и проксималниот фемур, каде што може најдобро да се процени конгруентноста помеѓу феморалната глава и ацетабулумот. Ваквиот пристап значително ја намалува радијациската експозиција, додека сепак овозможува доволно анатомски информации за проценка на адекватноста на репозицијата.

Дополнителен фактор што придонесува за намалување на изложеноста на зрачење е гипсената имобилизација, која делумно делува како физичка бариера и обезбедува одредено апсорбирање и расејување на зраците. Иако гипсот не претставува примарен радиолошки заштитен материјал, неговата дебелина и густина можат да придонесат за делумно намалување на расеаното зрачење, што дополнително ја намалува ефективната доза што ја примаат околните ткива. Императив е оловната заштита на гениталната регија на пациентите (12).

Примената на ALARA принципот вклучува и оптимизација на техничките параметри на КТ апаратот, како што се намалување на напонот на цевката (kVp), намалување на струјата (mA) и користење на педијатриски протоколи за снимање. Во многу случаи, поради стабилната имобилизација со кокситис гипс, не е потребна анестезија или седација, што дополнително го поедноставува испитувањето и го намалува ризикот за пациентот. Ограничувањето на скенираното поле само на регијата од интерес исто така е важен елемент на ALARA принципот, бидејќи се избегнува непотребно зрачење на другите делови од телото.

Примената на овие принципи овозможува КТ да се користи како прецизен и релативно безбеден метод за проценка на позицијата на феморалната глава по репозиција, особено во ситуации кога конвенционалната радиографија не може со сигурност да ја прикаже позицијата на колкот поради преклопување со гипсениот материјал или поради неосификацијата на феморалната глава. На тој начин, ALARA принципот овозможува оптимален баланс помеѓу дијагностичката точност и радиолошката безбедност, што е особено важно при третманот и следењето на пациенти со развојна дисплазија на колкот.

1.6 Компликации на некрвавата репозиција на колкот

Некрвавата, односно затворената репозиција претставува стандардна метода на лекување кај пациенти со РДК кај кои конзервативниот третман со ортози не довел до стабилна репозиција. Иако оваа метода има висока стапка на успех, таа може да биде поврзана со различни компликации, кои можат да се поделат на непосредни (ранопостоперативни) и доцни компликации, кои се јавуваат во текот на понатамошниот раст и развој на колкот.

1.6.1 Непосредни компликации

Една од најчестите непосредни компликации е неуспешна репозиција, односно состојба во која феморалната глава не се позиционира концентрично во ацетабулумот. Ова може да се должи на интерпозиција на меки ткива, како што се инвертиран лимбус, хипертрофичен *pulvinar*, задебелена капсула или тетивата на *m. psoas*, кои механички го попречуваат влегувањето на феморалната глава во ацетабулумот. Во вакви случаи, репозицијата може да биде нестабилна или невозможна, што доведува до перзистентна дислокација на колкот и потреба од повторна затворена или отворена репозиција. Затоа, Weinstein потенцира дека е пожелно хирургот што ја изведува некрвавата репозиција да е спремен веднаш да прејде кон отворена репозиција доколку интраоперативниот наод не задоволува (75).

Друга рана компликација е нестабилна репозиција, при која колкот може да остане во сублуксирана позиција и покрај иницијалната успешна репозиција. Нестабилноста може да се должи на недоволна ацетабуларна покриеност, лабавост на капсулата или неправилна позиција на колкот во гипс. Во овие случаи постои ризик од повторна дислокација или постепено развивање на сублуксација на колкот. Сепак, Северин во неговите рани дела укажува дека при неидеална позиција на главата на фемурот во ацетабулумот, со континуирана абдукција, можно е со тек на време да атрофира *ligamentum teres* и главата постепено да го оформи ацетабулумот за да се добие уредна репозиција, односно дека: совршена анатомска позиција веднаш по репозиција не е секогаш неопходна и постепеното биолошко

ремоделирање на ацетабулумот и меките ткива може да доведе до подобра централизација на колкот (85).

1.6.2 Доцни компликации

1.6.2.1 Авскуларна некроза на феморалната глава

Најсериозната компликација по затворена репозиција е авскуларната некроза (AVN) на феморалната глава. Оваа состојба настанува како резултат на нарушување на васкуларната циркулација во епифизата на феморалната глава. Ризикот од AVN е поврзан со прекумерна абдукција на колкот, висок притисок на феморалната глава врз ацетабулумот, како и со напнатост на меките ткива, особено ако не е извршена аддукторна тенотомија. Клинички и радиолошки, AVN може да се манифестира со забавена или неправилна осификација, фрагментација на епифизата или деформација на феморалната глава, што подоцна може да доведе до трајна деформација на проксималниот фемур и нарушена биомеханика на колкот (86).

1.6.2.2 Резидуална ацетабуларна дисплазија

Меѓу најважните доцни компликации е резидуалната ацетабуларна дисплазија, која се карактеризира со недоволен развој на ацетабулумот и намалена покриеност на феморалната глава. И покрај успешната иницијална репозиција, ацетабулумот понекогаш не се развива адекватно, што може да резултира со перзистентна сублуксација или нестабилност на колкот. Оваа состојба често бара дополнителен хируршки третман, најчесто во форма на пелвични остеотомии (Salter, Pemberton, Dega или периацетабуларна остеотомија), со цел да се подобри ацетабуларната покриеност.

Друга можност е развој на резидуална сублуксација, при што феморалната глава останува делумно латерализирана во однос на ацетабулумот. Оваа состојба може да доведе до абнормална распределба на оптоварувањето во зглобот и постепено оштетување на зглобната 'рскавица.

Во долгорочна перспектива, овие нарушувања можат да резултираат со рано развивање на дегенеративни промени на колкот, односно секундарна коксартроза, која може да се појави во адолесценција или во раната зрелост. Поради тоа, пациентите третирани со затворена репозиција бараат долгорочно клиничко и радиографско следење за рано откривање на потенцијалните компликации и навремено планирање на дополнителен третман.

Иако затворената репозиција претставува ефикасна и широко применувана метода во третманот на развојната дисплазија на колкот, таа може да биде придружена со различни непосредни и доцни компликации. Најзначајни меѓу нив се неуспешна или нестабилна репозиција, сублуксација, авскуларна некроза на феморалната глава и резидуална ацетабуларна дисплазија. Поради тоа, внимателната техника на репозиција, правилната позиција во гипс, уредната евалуација и долгорочното радиолошко следење се од суштинско значење за оптимален исход на третманот (87-90).

2. Мотив за изработка на студијата

Употребата на нативна радиографија за проценка на успешноста на некрвавата репозиција на колкот кај РДК во многу клинички контексти се покажува како недоволна и ограничена дијагностичка метода. Иако се користи како стандардна пострепозициска процедура во многу ортопедски центри, нејзината дијагностичка вредност е значително ограничена поради неколку фактори.

Компјутеризираната томографија (КТ) се наметнува како значително посензитивна и попрецизна дијагностичка метода за проценка на пострепозициската позиција на колкот. Благодарение на можноста за мултипланарна и тродимензионална реконструкција, КТ овозможува значително подобра визуелизација на односот помеѓу феморалната глава и ацетабулумот, дури и во услови на гипсена имобилизација. Во современите здравствени системи, компјутеризираната томографија е широко достапна, а повеќето центри кои се занимаваат со третман на оваа патологија имаат брз и лесен пристап до оваа дијагностичка метода.

Со оглед на наведените дијагностички ограничувања на нативната радиографија и предностите на компјутеризираната томографија, мотивот на оваа дисертација е одредување на оптималниот дијагностички пристап во пострепозициската радиолошка евалуација на колкот, особено воведувањето на КТ како рутинска метода за потврда на успешноста на некрвавата репозиција, со цел рано откривање на неадекватната позиција на колкот и превенција на потенцијалните компликации.

3. Работни хипотези и цели

Хипотеза: Компјутеризираната томографија во тесен прозорец на ниво на трирадијатната 'рскавица на ацетабулумот е поефикасен метод за проценка на успешноста на некрвавата репозиција на колкот при вродена дисплазија на овој зглоб, во споредба со до сега користената нативна радиографија.

Целта на оваа дисертација е да се процени улогата на компјутеризираната томографија во тесен прозорец за евалуација на успешноста на некрвавата репозиција на колкот при развојна дисплазија на овој зглоб, со минимална можна изложеност на зрачење на детето. Подетално, би ја анализирале употребата на оваа метода во следните главни цели:

- предвидување на постоење на перзистентна сублуксација, резидуална дисплазија и лош клинички исход,
- идентификување на можност за настанување на потенцијални компликации како аваскуларна некроза на главата на фемурот и нивна поврзаност со предоперативните и непосредните постоперативни радиолошки и КТ параметри,

Понатаму, при обработка на податоците како споредни цели се востановија:

- проценка на успешноста на некрвавата репозиција како метода,
- предвидување на потреба од натамошни интервенции (остеотомии на ацетабулумот и/или фемурот),
- очекувани вредности на anterioren ацетабуларен индекс, posterioren ацетабуларен индекс, ацетабуларен индекс, ацетабуларна верзија, ширина на зглобен простор и агол на абдукција, како КТ параметри
- интраопсерверска сигурност на параметрите мерени во два различни временски интервали,
- утврдување на поврзаноста на демографските податоци со клиничкиот исход од интервенцијата и потребата од дополнителни интервенции,

- утврдување на поврзаноста на клиничкиот интраоперативен наод (репониран/нерепониран) со клиничкиот исход од интервенцијата и потребата од дополнителни интервенции,
- утврдување на поврзаноста на карактеристиките на имиџинг техниките (предоперативна радиографија и непосредно постоперативна компјутеризирана томографија) со клиничкиот исход од интервенцијата (McKay и Tönnis-Kuhlmann) и потребата од дополнителни интервенции (остеотомии на ацетабулумот и/или фемурот),
- утврдување на поврзаноста на подоцното дијагностицирање на пациентите (деца поголеми од една година) со очекуваниот исход.

4. Материјал и методи

4.1 Дизајн на студијата

Студијата претставува проспективна клиничка студија која се спроведе на Клиниката за ортопедски болести, кај пациенти избрани согласно инклузивните и ексклузивните критериуми. Кај сите испитаници беше спроведена оперативна интервенција - некрвава репозиција на колкот на Клиниката за ортопедски болести, а последователните испитувања, радиографија и компјутеризирана томографија во текот на истиот ден на интервенцијата или наредниот ден на Институтот за радиологија. Родителите/старателите на пациентите доброволно се согласија нивните деца да учествуваат во студијата со претходно потпишана информирана согласност.

4.2 Селекција на пациенти

Во студијата се вклучени вкупно 44 пациенти, кај кои беше спроведена некрвава репозиција на колкот поради РДК. Инклузиони критериуми беа следните:

- деца од новороденечка до четири годишна возраст
- клинички, сонографски и/или радиографски потврдена РДК, односно луксација или сублуксација на колкот
- според сонографски инклузиони критериуми, пациенти со колкови тип 3 и 4 по Граф се вклучени во студијата
- пациенти со радиографски наод по IHDI II-IV
- пациенти кај кои е спроведена некрвава репозиција како примарен модалитет за третман
- пациенти чиито родители беа согласни да се изведе методата и ја потпишаа информираната согласност според етичките стандарди за добивање на информации и нивно користење за научни цели

Ексклузиони критериуми се следните:

- пациенти кои имаат придружно заболување како

- невромускулни заболувања,
- тератолошка дислокација (поради генетски заболувања, артрогрипоза) и
- пациенти кои имале претходна оперативна интервенција на колкот
- пациенти со некомплетна документација.

Претходен третман со ортоза (Павлик, Хилгенрајнер, Тубинген) не беше критериум за ексклузија на пациентите.

Кај сите пациенти после интервенцијата се направи КТ во тесен прозорец според предодреден протокол за евалуација на успешноста на репозицијата со укажување за оловна заштита на гениталната регија на испитаникот. Селекцијата на пациентите кај кои се направи оваа метода беше оператор-врзана (по дефиниција, оператор врзана селекција на метод се однесува на процес каде изборот на метод за истражување во студија е под влијание на склоностите, пристрасностите, искуствата и позадината на истражувачот, наместо да биде директно диктиран од барањето на прашањето на истражувањето или материјата на предметот, во нашиот случај поради запознаеност со методата или етички прашања).

Кај истите пациенти, во истиот акт се направи и нативна радиографија како дел од моменталната стандардна оперативна процедура, која се побарува исто така со укажување за оловна заштита на гениталната регија на испитаникот.

Најкраток период на следење на пациентите беше една година по интервенцијата, сите пациенти кои поради различни причини нема да се јават на контрола во текот на годината, беа исклучени од студијата.

На контролните прегледи кои се одвиваа секој трет месец се спроведуваа клинички и ултразвучен преглед на колкот, а на шест месечните контроли се правеа контролни рендгенски слики кај пациентите во двете групи со укажување за оловна заштита на гениталната регија на испитаникот.

Минималниот период на следење на пациентите по интервенцијата беше дефиниран на една година. Сите пациенти кои поради различни причини не се јавија на контрола во текот на годината, беа исклучени од студијата.

За секој пациент се пополнуваше формулар со општи податоци и податоци од прегледите.

Контролните прегледи се изведуваше во точките:

- 3 месеци по интервенцијата кога се изведуваше клинички и ултразвучен преглед на колкот,

- 6 месеци по интервенцијата кога се правеше контролна рендгенска слика кај пациентите во двете групи со укажување за оловна заштита на гениталната регија на испитаникот,

- 9 месеци по интервенцијата кога се изведуваше клинички и ултразвучен преглед на колкот и

- 12 месеци по интервенцијата кога се правеше клинички преглед и контролна рендгенска слика кај пациентите со укажување за оловна заштита на гениталната регија на испитаникот.

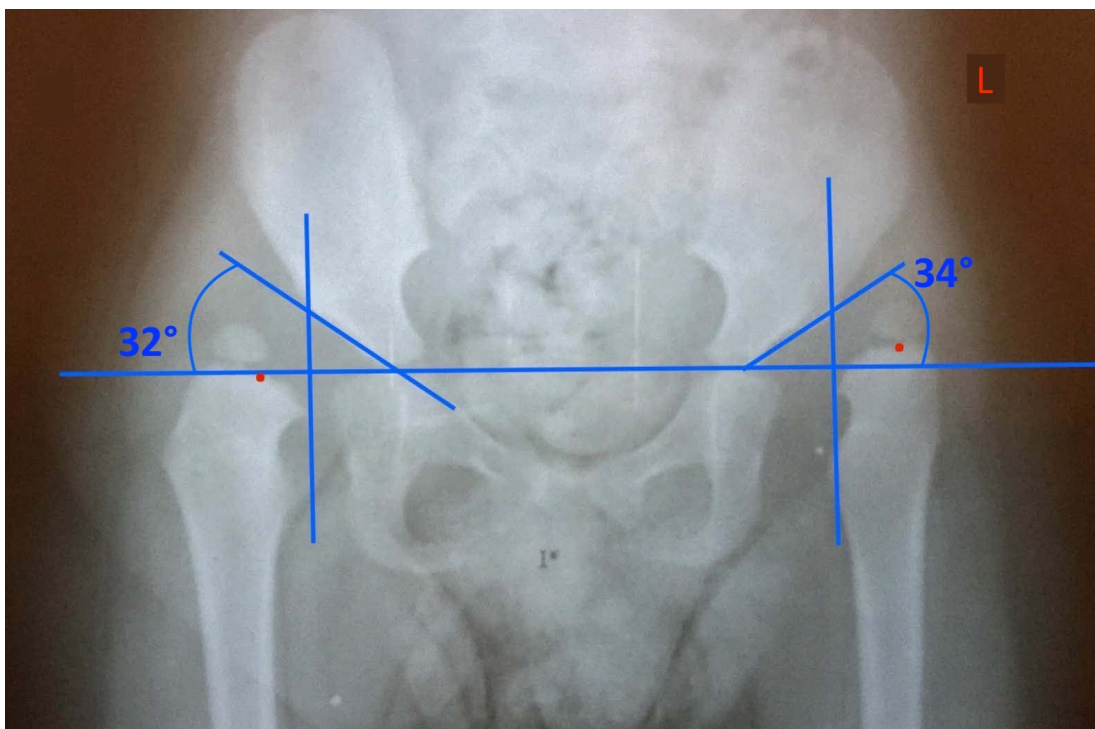
За анализа на податоците беа земени две пресечни точки, периодот пред и за време на интервенцијата и финалната контрола по една година.

4.3 Метод

Во нашата држава постои скрининг програма за постоење на РДК кај сите новороденчиња и доенчиња. Прегледот се состои од клинички и ултрасонографски преглед на доенечкиот колк. Притоа, кај пациентите кај кои ќе бидат утврдени отстапувања од нормалата, се отвара формулар за клиничко, ултрасонографско и радиографско следење на пациентите.

Повеќето пациенти со утврдена патологија ќе имаат добар резултат со поставување на ортоза – Павлик, Тубинген или Хилгенрајнер. Кај околу 10 пациенти годишно, кај кои ќе биде проценето постоење на сонографски тип 3 или 4 на колк по Граф, ќе има потреба од некрвава репозиција на колкот.

По поставувањето на дијагнозата кај сите пациенти беше направена нативна радиографија на карлицата, доколку немале. Предоперативно, се анализираше IHDI скорот, како и ацетабуларниот индекс. Притоа, пациентите беа класифицирани во група II – лесна латерализација, III - сублуксација и IV - луксација по IHDI скорот, додека ацетабуларниот индекс $>30^\circ$ се сметаше за изразена дисплазија, а над 35° тешка дисплазија (слика 12).



Слика 12: Измерени ацетабуларни индекси билатерално 32° десно, 34° лево. IHDI десно група III, лево група IV

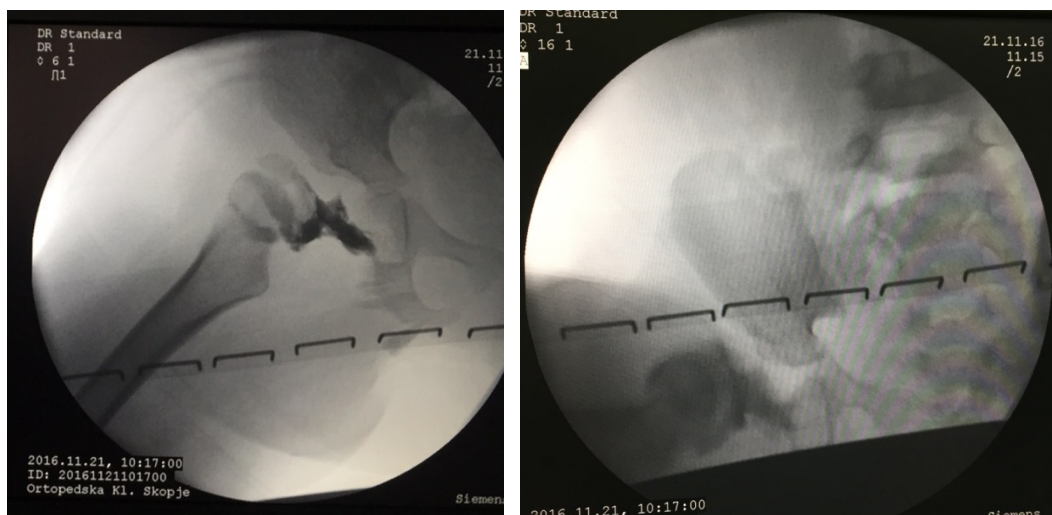
На родителите/старателите на пациентите им беше детално објаснета процедурата усно, со нагласување на потребата од користење на јонизирачки зраци при евалуација на успешноста на репозицијата. Исто така беа информирани дека податоците на детето, како и фотографии од детето, фотографии од УЗ, КТ или РТГ ќе се користат во научни цели. Потоа, доколку се согласуваат со истото, им беше дадена информирана согласност со детално објаснување на процедурата, која ја потпишаа (прилог 2).

Некрвавата репозиција е процедура на затворено (без употреба на хируршки рез) местење на главата на фемурот во ацетабулумот со посебен маневар. Интервенцијата се изведува во операциона сала, на следниот начин:

- пациентот е во општа анестезија и поставен на специјален кревет при што се спроведува репозицијата,
- репозицијата се одвива со внимателна абдукција, елевација и флексија на фемурот,

- по добивањето на феноменот на репозиција по Ортолани, се оценува стабилноста на истата и се проценува аголот на аддукција и екстензија на колкот при кој истиот повторно ќе се дислоцира,
- обемот при кој репозицијата е стабилна се нарекува “безбедна зона по Ремзи”.

Прекумерна абдукција и флексија се избегнува поради можна појава на аваскуларна некроза на главата на фемурот (АВН). Покрај клинички, позицијата интраоперативно се евалуира и со нативна радиографија и/или артрографија (слика 13).



Слика 13: Артрографија пред и по репозиција на колкот.

Кај некои пациенти, доколку безбедната зона на Ремзи е тесна, се спроведува и тенотомија на аддукторите на колкот, која се изведува перкутано, со тенотом или скалпел бр. 15. Доколку позицијата задоволува и во смисла на задржување на позицијата, се продолжува со поставување на гипсена имобилизација која се протега од умбиликусот до глуждовите на обете нозе, без разлика дали луксацијата е унилатерална или билатерална (слика 14).



Слика 14: Пациент непосредно по поставување на гипсена имобилизација на специјален кревет за поставување на гипс

По будење на пациентот од анестезија и стабилизација на гипсениот материјал, се прави пострепозициска евалуација на колкот со употреба на компјутеризирана томографија и нативна радиографија. Кај некои од пациентите се спроведува предоперативна екстензија на екстремитетите, според проценка и преференција на операторот.

Компјутеризираната томографија во тесен прозорец се изведува кај пациенти во гипсена имобилизација. Имобилизацијата и краткото траење на испитувањето ја исклучува потребата од употреба на анестезија кај овие пациенти.

Во соработка со радиолозите и радиолошките техничари самото снимање се изведува по следниот протокол (Прилог 3):

- пациентот се поставува во позиција легнат на грб, во кранио-каудален правец, со главата горе,
- бидејќи нозете се во абдукција, неопходно е истите да се постават на ниво на најширокиот дел од влезот во скенирачкиот дел,
- се поставува оловна заштита на гениталната регија,
- со цел да се минимизира зрачењето, на томограмот се маркира само делот на ниво на трирадијатната ‘рскавица,
- ширината се протега до ниво на суптрохантерната линија билатерално (91, 92).

И тука, за разлика од стандардниот протокол за скенирање на колкот, се прават пресеци со ширина од 10 mm (1 cm) само во аксијална (трансферзална, напречна) рамнина. На тој начин се добива ограничен број на пресеци (до 10) на томографот кои ќе бидат користени за анализа.

За пациентите од контролната група, кај кои ќе се спроведува нативна радиографија, истата ќе биде стандардна AP радиографија на карлица преку гипсена имобилизација, со назнака за оловна заштита на гениталната регија.

Идеално, радиографските процедури се изведуваат на денот на репозиција или најдоцна 24 часа по репозицијата.

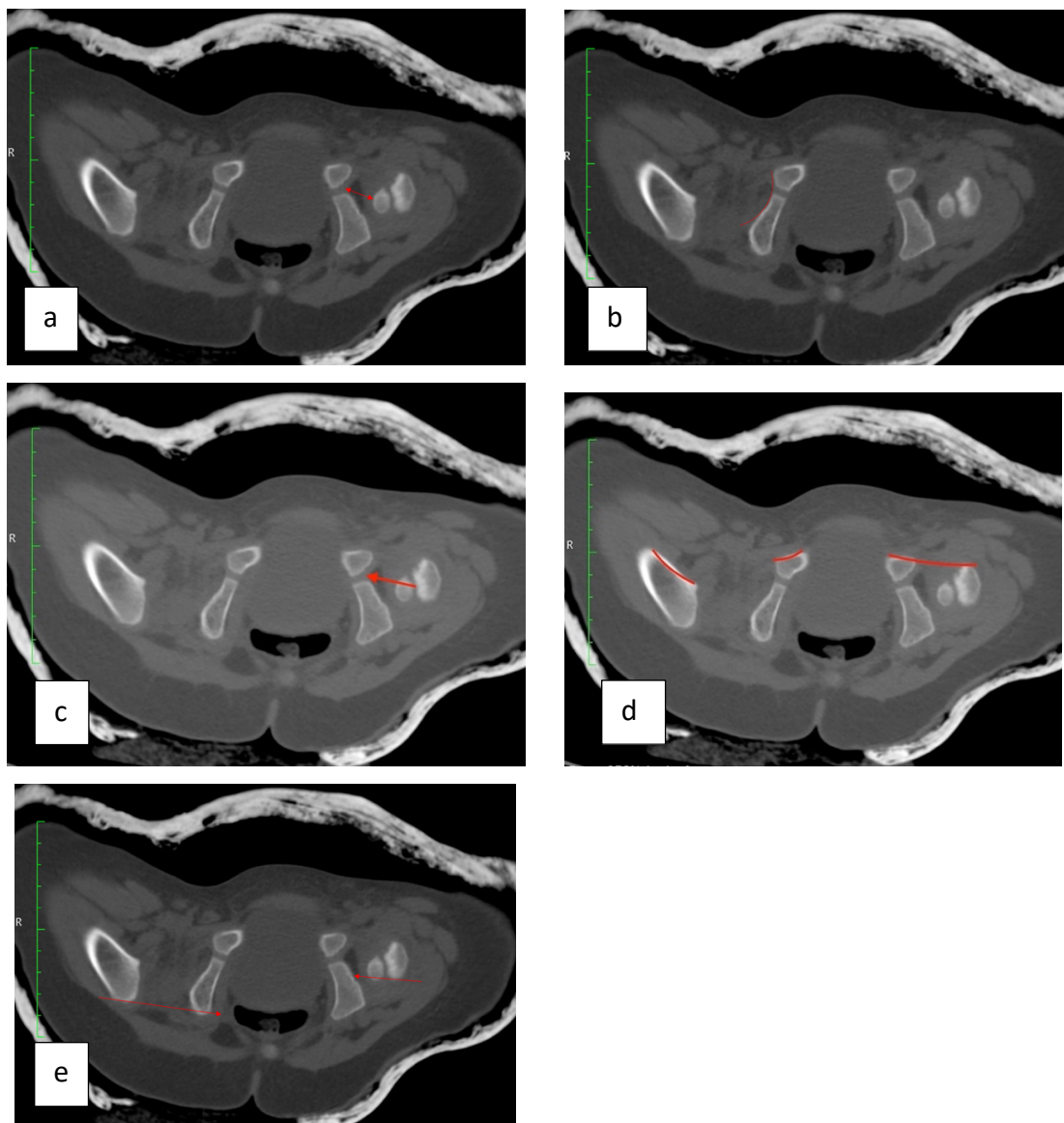
4.4 Варијабли – квалитет на репозиција

На добиениот пресек би се барале следните параметри кои даваат податок за квалитетот на репозицијата (слика 15):

- Контакт помеѓу главата на фемурот и трирадијатната рскавица на ацетабулумот
- Морфологија на ацетабулумите
- Ширина на зглобен простор
- Модифицирана Шентонова линија
- Постериорна линија на вратот на фемурот

Толкувањето на овие параметри е следното: при непостоење на контакт помеѓу главата на фемурот и трирадијатната рскавица на ацетабулумот станува збор за латерална/постериорна дислокација (слика 15 а, нема контакт десно, има контакт лево), нормалната морфологија на ацетабулумите наликува на длабока буква С, додека при дисплазија истите се плитки или затапени во постериорниот дел (слика 15 b - диспластични се и обата ацетабулума, десно плиток, лево затапен). Ширината на зглобниот простор се изразува во cm и се протега од средината на метафизата на вратот на фемурот до трирадијатната 'рскавица (слика 15 c, десно нема контакт и е немерливо, а лево изнесува 1,9 cm). Модифицирана Шентон-Менард линија според Farber се протега од предниот аспект на вратот на фемурот до предниот дел на

пубичната коска на ацетабулумот (93). Кај репониран колк истата е интактна, додека кај дислоциран е прекината (слика 15 d -десно прекината, лево нормална). Постериорната линија на вратот на фемурот, опишана од Соорег е параметар кој преставува линија која е всушност продолжување на задниот раб на вратот на фемурот (11). При репониран колк таа влегува во ацетабулумот, при нерепониран не влегува (слика 15 e, десно не влегува, лево влегува).



Слика 15: Параметри за евалуација (нерепониран колк десно): контакт помеѓу главата на фемурот и трирадијатната рскавица на ацетабулумот—латерална/постериорна дислокација – стрелка со два краја (a), морфологија на ацетабулумите—плитки и диспластични (b), широк зглобен простор (c), нарушена модифицирана Шентонова линија (d), постериорна линија на вратот на фемурот која не влегува во ацетабулумот (десно) и која влегува во ацетабулумот (лево) (e)

Освен ширината на зглобниот простор која е квантитативна, останатите варијабли во оваа категорија се квалитативни.

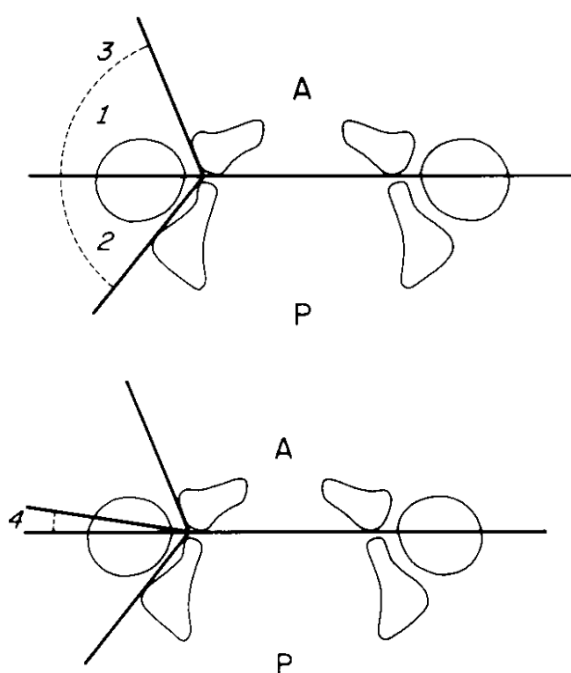
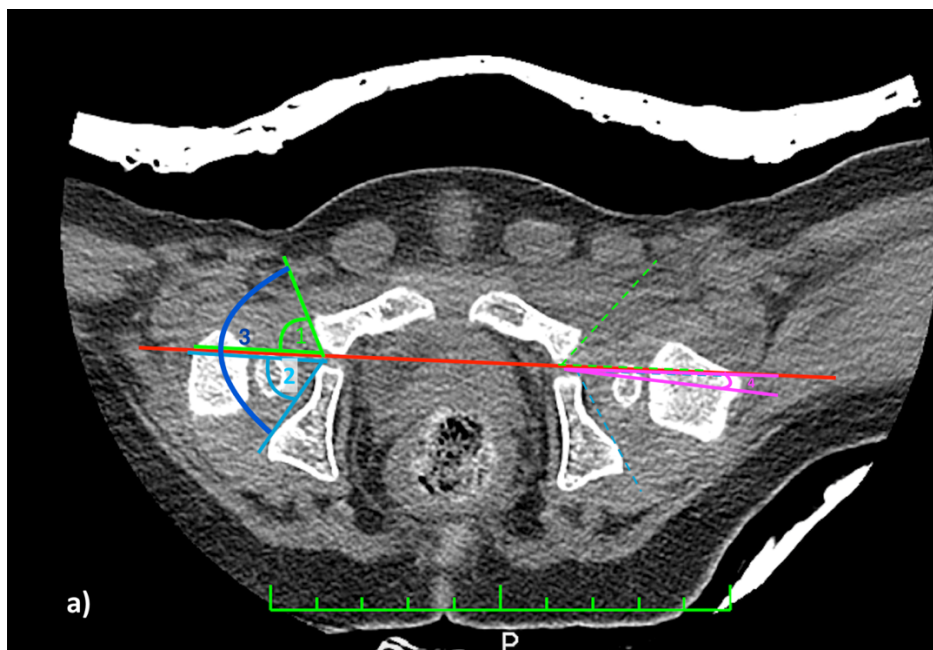
4.5 Варијабли – ацетабуларна анатомија/проценка на потреба од понатамошна интервенција

Втора група на параметри кои ќе се евидентираат, се тие со кои би добиле предвидувачка вредност за постоење, како и за опсегот на резидуалната дисплазија, а со тоа и проценка за натамошната потреба од реконструктивни процедури на ацетабулумот или проксималниот фемур. Тука се вбројуваат следните параметри (слика 16):

- Антериорен ацетабуларен индекс (AAI)
- Постериорен ацетабуларен индекс (PAI)
- Аксијален ацетабуларен индекс (AxAI)
- Ацетабуларна антеверзија (AV)

Аглите се мерат на ниво на модифицираната Хилгенрајнерова линија која ги спојува двете трирадијатни рскавици, тоа ја претставува базалната линија на која се исцртуваат сите параметри. Првиот агол е формиран од линија повлечена низ предниот дел на двете трирадијални рскавици и линија повлечена од оваа трирадијална базна линија долж предниот сид на ацетабулумот (слика 16, зелен агол). Овој агол го претставува предниот ацетабуларен индекс. Вториот агол е формиран од истата трирадијална базна линија и линија повлечена од оваа линија до задниот раб на ацетабулумот (слика 16, светло син агол). Овој агол го претставува задниот ацетабуларен индекс. Третиот агол, аксијалниот ацетабуларен индекс, претставува збир од претходните два агли и ја одразува длабочината на ацетабулумот (слика 16, виолетов агол). Вредностите за овој параметар се внесуваат по формула $\angle 3 = \angle 1 + \angle 2$. Поголемата вредност на овој агол укажува на поплаток ацетабулум. Четвртиот агол е формиран од трирадијатната базна линија и линијата која го дели третиот агол на два еднакви дела (слика 16, розов агол). Вредностите за овој агол се пресметуваат по формулата $\angle 4 = \angle 1 - \frac{\angle 1 + \angle 2}{2}$. Овој агол ја претставува ацетабуларната верзија, при што позитивна вредност означува антеверзија, а негативна вредност означува ретроверзија.

Варијаблите во оваа категорија се квантитативни.

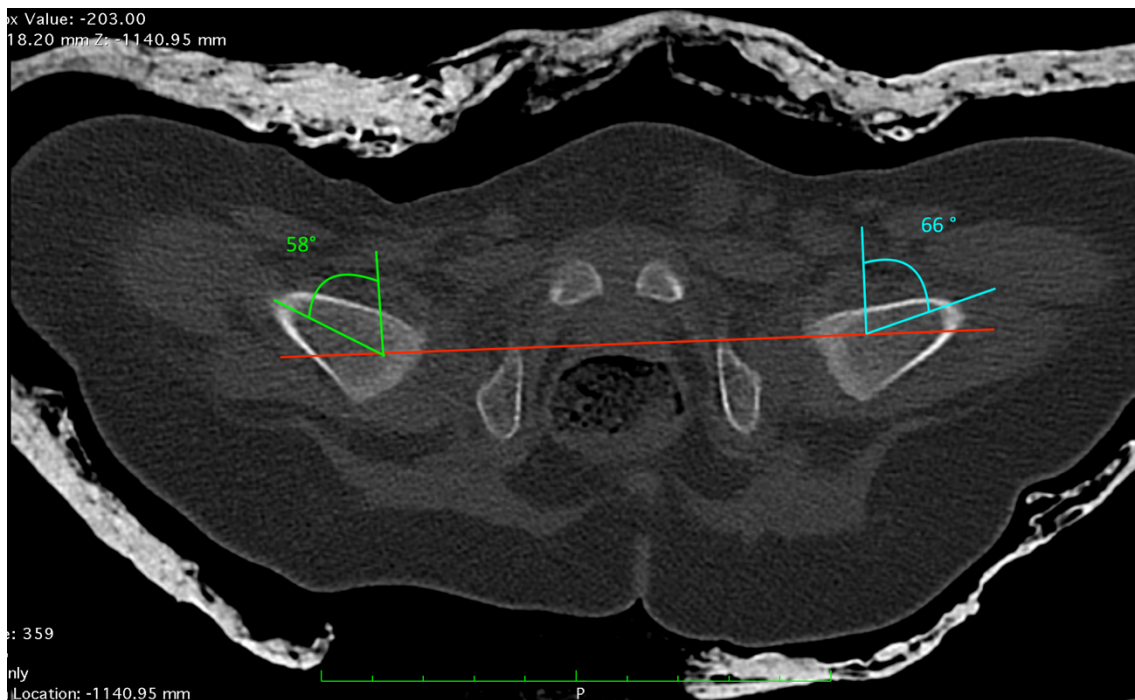


b)

Слика 16: а) КТ параметри за проценка на ацетабуларна дисплазија: црвена линија-модифицирана Хилгенрајнерова линија, 1. anteriорен ацетабуларен индекс - зелено, 2. постериорен ацетабуларен индекс - сино, 3. аксијален ацетабуларен индекс ($\angle 1 + \angle 2$) - виолетово, 4. ацетабуларна антеверзија (меѓу трирадијадната линија и линијата која го дели на два еднакви делови ацетабуларниот индекс)-розово; б) шематски приказ на истите параметри (преземено од Buckley et al) (77)

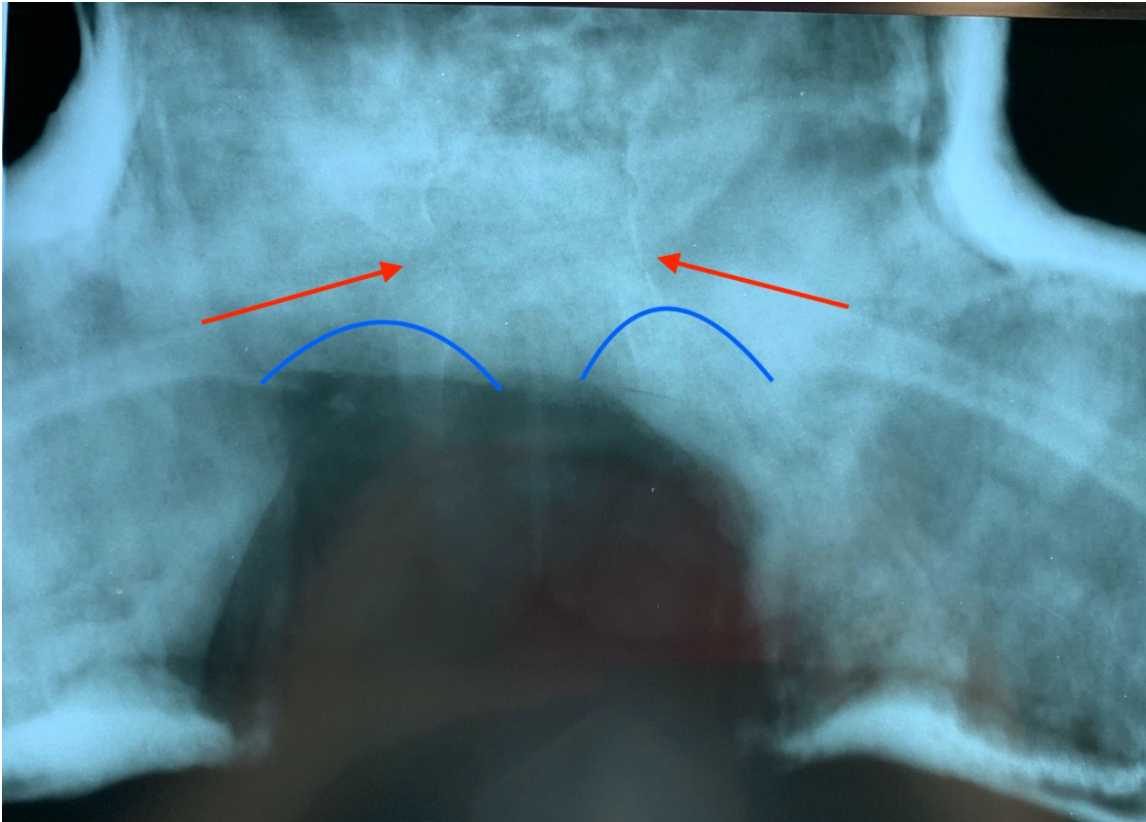
4.6 Проценка на веројатност од настанување на АВН - агол на абдукција на колкот

Аголот на абдукција (AbdA) на колкот ќе се мери меѓу линијата која се протега вдоль фемурот и линијата која е напречна на основната трирадијатна (Хилгенрајнер) линија (слика 17). Оваа варијабла е исто така квантитативна.



Слика 17: Билатерално измерени агли на абдукција на колкот (десно 58, лево 66)

Кај истите пациенти направена е и нативна радиографија на колковите преку гипсена имобилизација. Параметри кои вообичаено се анализираат кај контролната/компаративната група се контакт на супериорната линија на вратот на фемурот со ацетабуларната празнина/трирадијатната рскавица и интактност на Шентоновата линија (доколку се визуелизираат) (слика 18). Овие варијабли се квалитативни.



Слика 18: Пострепозициска радиографија на карлицата преку гипс. Тешко се визуализираат модифицираната Шентон-Менардова линија (сини полукружни линии) и супериорната линија на вратот на фемурот (црвени стрелки)

4.6 Мерење на исходот

Кај сите пациенти на шест месечните контроли се правеа контролни клинички и радиографски прегледи кај пациентите во двете групи. Најкраток период на следење беше една година.

Клинички исходот се проценуваше според критериумите на МсКау, и тоа следните (табела 1):

- болка
- стабилност на колкот
- накривување
- присуство на Тренделенбургов знак (94)

Табела 1: Критериуми на МсКау за клиничка евалуација на резултатите

Степен	Рејтинг	Опис
I	Одличен	Безболен, стабилен колк; повеќе од 15 степени внатрешна ротација
II	Добар	Безболен, стабилен колк; благо накривување или намалено движење, негативен Тренделенбург
III	Задоволитен	Минимална болка, средна вкочанетост; позитивен знак на Тренделенбург
IV	Лош	Сигнификантна болка

На нативните радиографии се анализираа знаци за аваскуларна некроза на главата на колкот според класификацијата на Tönnis и Kuhlmann 0-IV (табела 2) (60) и остаточна дисплазија и дислокација преку:

- мерење на ацетабуларниот индекс и
- група по IHDI

Табела 2. Критериуми по Tönnis и Kuhlmann за АВН на главата на фемурот

Степен	Критериум
I	Осифицирачкиот нуклеус е благо гранулиран и ирегуларен, само-лимитирачки и без секвестри
II	Рабовите на осифицирачкиот нуклеус се ирегуларни, постои поголема гранулација отколку во првиот степен, може да постојат цистички промени во осифицирачкиот нуклеус, самолимитирачки во поголем дел од времето и понекогаш со сплеснување на главата
III	Осифицирачкиот нуклеус е комплетно фрагментиран и изгледа како сплеснување. Оваа промена може да се појави откога ќе се појави осифицирачкиот нуклеус. Деформитетот се повлекува доколку не е оштетена физата
IV	Оштетувањето на физата води до нарушување на растот. Ирегуларностите се забележуваат на двата рабови на физата, но во некои случаи не се забележува инволвирањето на метафизата се додека клинички не станат очигледни абнормалностите, како варус/валгус деформитет и деформитет на феморалниот врат и скратување

5. Статистичка обработка на податоците

Статистичката анализа беше спроведена со користење на софтверите IBM SPSS Statistics (верзија 31) и jamovi (верзија 2.3), базиран на програмскиот јазик R (95).

Континуираните варијабли беа прикажани како средна вредност и стандардна девијација и медијана, додека категоријските варијабли беа прикажани како апсолутни и релативни фреквенции.

Дијагностичката точност на радиографијата беше проценета со пресметка на сензитивност, специфичност, позитивна и негативна предвидувачка вредност, како и вкупна ефикасност, при што компјутеризираната томографија (КТ) беше користена како златен стандард. За овие параметри беа пресметани 95% CI.

За проценка на разликата помеѓу радиографијата и КТ кај истите испитаници беше применет McNemar тест, со цел да се утврди постоење на статистички значајна разлика помеѓу двата дијагностички метода.

Согласноста помеѓу радиографските и КТ наодите беше проценета со Cohen's карпа коефициент, при што вредностите беа интерпретирани според стандардните критериуми.

Дискриминативната способност на радиографијата беше дополнително проценета со ROC анализа, со пресметка на површината под кривата (AUC).

Клиничката применливост на тестот беше анализирана преку likelihood ratio (LR+ и LR-) и визуелизирана со Fagan номограм, со цел проценка на пост-тест веројатноста.

Интраопсерверската веродостојност на мерењата на параметрите на КТ по интервенција беше проценета со ICC (intraclass correlation coefficient). Мерењето беше извршено од ист испитувач во 2025 и 2026 година. За проценка на апсолутната согласност беше применет two-way random effect model со апсолутна согласност. ICC вредностите беа интерпретирани согласно стандардните критериуми, при што вредностите >0.90 се сметаа за одлична веродостојност. Дополнително, согласноста помеѓу мерењата беше анализирана со Bland–Altman анализа, со пресметка на bias и граници на согласност.

Статистичката значајност беше дефинирана при вредност на $p < 0.05$.

За опис на податоците беа применети дескриптивни статистики (средна вредност, стандардна девијација, медијана и довербени интервали). За споредба помеѓу две независни групи беа користени параметрискиот t-тест за независни примероци и непараметрискиот Mann–Whitney U тест.

6. Резултати

Во оваа студија беа вклучени вкупно 44 пациенти, со анализа на 60 диспластични колкови. Поради фактот што развојната дисплазија на колкот може да биде билатерална состојба, секој колк беше разгледуван како независна аналитичка единица (*per hip analysis*), со цел да се овозможи попрецизна проценка на дијагностичката точност и морфолошките параметри.

Примената на *per hip analysis* овозможува поголема статистичка моќ и подетална евалуација на радиолошките наоди, бидејќи секој колк може да покаже различен степен на зафатеност и различен исход од третманот. Со тоа се избегнува потенцијалната загуба на информации што би настанала при анализа по пациент (*per patient analysis*), особено кај билатерални случаи. Од друга страна, *per patient* анализата ги третира пациентите како единствени единици, при што билатералните случаи се интегрираат во една опсервација што особено важи за демографските податоци.

Сепак, в предвид беше земена можноста за зависност помеѓу колковите кај ист пациент при интерпретацијата на резултатите.

6.1 Демографски карактеристики

Демографските карактеристики покажаа одредени разлики во зависност од применетиот аналитички пристап (*per patient* наспроти *per hip*).

Половата дистрибуција остана конзистентна во двата пристапи, со доминација на женскиот пол. Сепак, при *per patient* анализата се избегнува дуплирање на податоците кај пациенти со билатерална зафатеност, што овозможува попрецизна репрезентација на популацијата.

Средната возраст изнесуваше 14.4 ± 10.1 месеци (опсег 3–49 месеци). Најголем дел од пациентите беа од женски пол (93.2%). Во однос на сезоната на раѓање, најголем број од пациентите беа родени во есен (52.3%), следено со зима (29.5%). Поголемиот дел од пациентите потекнуваа од рурална средина (65.9%). Унилатералната зафатеност беше почеста (63.6%) во споредба со билатералната (36.4%) (табела 3 и слика 19). Со иста фреквенција беа зафатени и десниот и левиот колк (по 50%).

Табела 3: Демографски карактеристики на испитуваната популација

Варијабла	Категорија	n (%) / Средна вредност $\pm$ SD
Возраст (месеци)	Средна вредност $\pm$ SD	14.4 $\pm$ 10.1
	Опсег	3 – 49
Пол	Женски	41 (93.2%)
	Машки	3 (6.8%)
Сезона на раѓање	Есен	23 (52.3%)
	Зима	13 (29.5%)
	Лето	6 (13.6%)
	Пролет	2 (4.5%)
Средина на живеење	Рурална	29 (65.9%)
	Урбана	15 (34.1%)
Латералност	Унилатерална	28 (63.6%)
	Билатерална	16 (36.4%)
Страна (по колк)	Десен	30 (50.0%)
	Лев	30 (50.0%)



Слика 19: Графички приказ на демографските карактеристики

Тракција беше извршена кај 4 (6.67%) колкови, тенотомија кај 7 (11.67%) колкови, интраоперативно кај 50 (83.33%) колкови беше процената задоволителна ретенција, кај 6 (10%) двојбена ретенција. КТ наодот презентираше репониран колк кај 51 (85%) колк. Рана интервенција беше направена кај 9 (15%) колкови, доцна интервенција кај 11 (18.33%) (табела 4).

Табела 4: Табеларен преглед на предоперативните и постоперативните процедури и карактеристики на анализираните колкови

варијабла		n (%)
тракција	да	4 (6.67)
	не	56 (93.33)
тенотомија	да	7 (11.67)
	не	53 (88.33)
ретенција	да	50 (83.33)
	не	4 (6.67)
	двојбена	6 (10)
КТ репониран	да	51 (85)
	не	9 (15)
рана интервенција	RNS	5 (8.33)
	RS	4 (6.67)
	не	51 (85)
доцна интервенција	не	49 (81.67)
	Salter	3 (5)
	osteotomia femoris derotativa	1 (1.67)
	не-планирана интервенција	6 (10)
	osteotomia femoris derotativa + shortening	1 (1.67)

Предоперативно, најголем дел од колковите имаа Rtg IHDI скор IV, односно целосно луксација – 32 (53.33%), следено со скор III, односно сублуксација – 23 (38.33%) колкови, и скор II, односно лесна латерализација, најдена кај 5 (8.33%) колкови.

Ацетабуларниот индекс просечно изнесуваше $36.8 \pm 6.5^\circ$, со најниска вредност од 23° , највисока вредност 58° (табела 5).

Табела 5: Вредности на скорот по IHDI и ацетабуларниот индекс во предоперативниот период

Предоперативно РТГ		n (%)
IHDI	II лесна латерализација n (%)	5 (8.33)
	III сублуксација n (%)	23 (38.33)
	IV целосна луксација n (%)	32 (53.33)
Ацетабуларен индекс (°)	(mean $\pm$ SD)(min – max)	(36.8 ± 6.5)(23 – 58)

Постоперативните резултати од нативната радиографија презентираа најчесто нормален колк според IHDI скорот – 46 (76.67%), скор II или лесна латерализација кај 12 (20%) колкови, скор III или сублуксација кај 2 (3.33%) колкови. Вредноста на ацетабуларниот индекс постоперативно се движеше во ранг од 7 до 40°, просечно $26.8 \pm 6.5^\circ$. Кај 26 (43.33%) колкови постоеше контакт со супериорен раб фемур/ацетабулум и Шентон-Менард линија, кај 3 (5%), колкови овие параметри не беа видени, кај 31 (51.67%) колк не се визуелизираа (табела 6).

Табела 6: Вредности на скорот по IHDI и ацетабуларниот индекс во постоперативниот период

Постоперативно РТГ		n (%)
IHDI	I нормален колк n (%)	46 (76.67)
	II лесна латерализација n (%)	12 (20)
	III сублуксација n (%)	2 (3.33)
Ацетабуларен индекс (°) контакт со супериорен раб фемур/ацетабулум Шентон-Менард линија	(mean $\pm$ SD)(min – max)	(26.8 $\pm$ 6.5)(7 – 40)
	да n (%)	26 (43.33)
	не n (%)	3 (5)
	не се визуелизира n (%)	31 (51.67)
	да n (%)	26 (43.33)
	не n (%)	3 (5)
	не се визуелизира n (%)	31 (51.67)

Компјутеризираната томографија направена по интервенцијата презентираше постоење на контакт глава-У рскавица кај 47 (78.33%) колкови, кај 1(1.67%) без визуелиизација. Во однос на морфологијата на ацетабулумот, на КТ истиот беше плиток кај 28 (46.67%) колкови, длабок кај 8 (13.33%) колкови, затапен кај 24 (40%) колкови. Најчесто измерена ширина на зглобниот простор беше 1.5 см – 14 (23.33%) колкови, следено со ширина од 1.3 см кај 7 (11.67%) колкови, ширината беше немерлива кај 8 (13.33%) колкови, истите беа нерепонирани. КТ наодот кај најголем дел колкови покажа нормална модифицирана Шентон Менардова линија – 51 (85%), прекината кај 9 (15%) колкови; линија на постериорен раб на вратот кај 51 (85%) колкови (табела 7).

Табела 7: Параметри за успешност на репозицијата на непосредното постоперативно КТ

КТ непосредно по интервенција	n (%)	
контакт глава-У рскавица	да	47 (78.33)
	не	9 (15)
	не се визуализира	1 (1.67)
	недостасува	3 (5)
морфологија на ацетабулум	плиток	28 (46.67)
	длабок	8 (13.33)
	затапен	24 (40)
ширина на зглобен простор	0.9	1 (1.67)
	1.1	2 (3.33)
	1.2	4 (6.67)
	1.3	7 (11.67)
	1.4	5 (8.33)
	1.5	14 (23.33)
	1.6	12 (20)
	1.7	2 (3.33)
	1.8	1 (1.67)
	1.9	1 (1.67)
	2.1	2 (3.33)
	2.3	1 (1.67)
	немерливо	8 (13.33)
модифицирана Шентон Менардова линија линија на постериорен раб на вратот	прекината	9 (15)
	нормална	51 (85)
	да	51 (85)
	не	9 (15)

Во табела 8 прикажани се вредностите на КТ параметрите: антериорен ацетабуларен индекс, постериорен ацетабуларен индекс, аксијален ацетабуларен индекс и ацетабуларната верзија, измерени во две временски точки непосредно по интервенцијата.

Табела 8: Вредности на мерените агли на постоперативниот КТ преглед

КТ непосредно по интервенција	статистички параметри	
	mean ± SD	min – max
антериорен ацетабуларен индекс (AAI) прво мерење, ноември 2025	56.03 ± 11.1	32 – 76
антериорен ацетабуларен индекс (AAI) второ мерење март 2026	56.45 ± 10.6	34 – 77
постериорен ацетабуларен индекс (PAI) прво мерење, ноември 2025	54.63 ± 7.2	41 – 80
постериорен ацетабуларен индекс (PAI) второ мерење март 2026	55.55 ± 6.7	38 – 76
аксијален ацетабуларен индекс (AAI) прво мерење, ноември 2025	110.67 ± 13.4	78 – 134
аксијален ацетабуларен индекс (AAI) второ мерење март 2026	112.0 ± 12.9	81 – 133
ацетабуларна верзија прво мерење, ноември 2025	0.70 ± 6.5	17 – 13.5
ацетабуларна верзија	0.45 ± 0.61	13 – 14.5

второ мерење, март 2026
агол на абдукција
прво мерење, ноември 2025
агол на абдукција
второ мерење март 2026

64.55 ± 10.7	45 – 99
65.64 ± 10.1	50 – 96

Клиничкиот исход по една година од интервенцијата беше проценуван според критериумите на МсКау, согласно кои клиничкиот исход кај 50 (83.33%) колкови беше одличен (безболен, стабилен колк, повеќе од од 15 степени внатрешна ротација), кај 3 (5%) колкови беше добар (безболен, стабилен колк, благо накривување или намалено движење, негативен Тренделенбург), кај 7 (11.67%) колкови беше задоволителен (минимална болка, средна вкочанетост; позитивен знак на Тренделенбург) (табела 9).

Табела 9: Клинички исход по МсКау по една година по некрвавата репозиција

По 1 година		n (%)
МсКау (рејтинг)	одличен	50 (83.33)
	добар	3 (5)
	задоволителен	7 (11.67)

На нативната радиографија по една година од интервенцијата, знаци за аваскуларна некроза на главата на колкот според класификацијата на Tönnis и Collman беа детектирани кај 11 (18.33%) колкови (табела 10).

Табела 10: Појава на аваскуларна некроза на главата на фемурот, една година по некрвавата репозиција, по класификацијата на Tönnis Kuhlman

По една година		n (%)
Tönnis Kuhlman ABH-аваскуларна некроза	реверзибилна ABH	4 (6.67)
	почетна ABH	6 (10)
	ABH	1 (1.67)
	нема некроза	49 (81.67)

6.2 Проценка на супериорноста на КТ наспроти РТГ за проценка на успешноста на НРК-докажување на хипотезата

Со цел да се евалуира дијагностичката точност и клиничката вредност на компјутеризираната томографија (КТ) во однос на конвенционалната радиографија (РТГ) при проценка на успешноста на некрвавата репозиција на колкот, беше

спроведена анализа на сензитивност и специфичност. Овие параметри овозможуваат објективна проценка на способноста на РТГ да ги детектира вистински позитивните и вистински негативните случаи во споредба со КТ како референтен метод, со што се утврдува степенот на нејзината дијагностичка сигурност. Во случаите каде не можеше да се визуелизираат анатомските компоненти на радиографијата беа внесени како “не се визуелизира”, додека за пресметувањата беа внесени како лажно позитивни за вистински негативните случаи на КТ и лажно негативни за вистински позитивните случаи на КТ.

Според компјутеризираната томографија (КТ) како златен стандард, 8 (13.3%) случаи беа класифицирани како позитивни, а 52 (86.7%) како негативни (табела 11).

Табела 11. Податоци за специфичност/сензитивност/точност на РТГ наспроти КТ (златен стандард) – табела 2x2

	Позитивни (КТ)	Негативни (КТ)	Вкупно
Позитивни (РТГ)	4	1	5
Негативни (КТ)	4	51	55
Вкупно	8	52	60

Во анализата на дијагностичката точност на конвенционалната радиографија (РТГ) во споредба со компјутеризирана томографија (КТ) како референтен метод, беше утврдено дека РТГ има умерена сензитивност и висока специфичност.

Сензитивноста на РТГ изнесуваше 50.0% (95% CI: 15.7–84.3%), што укажува на ограничена способност на методата да ги детектира вистински позитивните случаи, односно нерепонираните колкови. Од друга страна, специфичноста беше значително повисока и изнесуваше 98.1% (95% CI: 89.7–100.0%), што укажува на висока способност на РТГ да ги идентификува вистински негативните случаи, односно успешно репонираниите колкови.

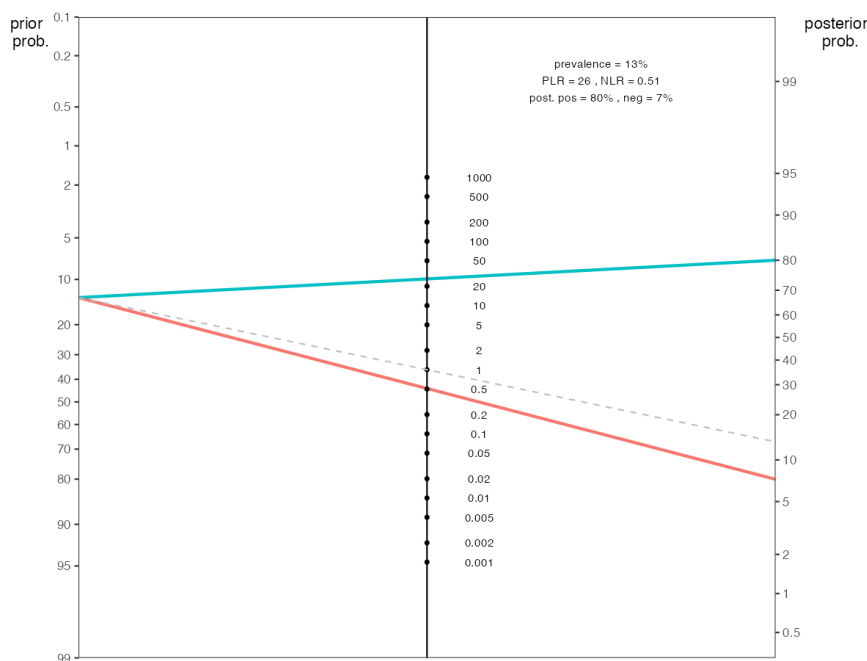
Вкупната дијагностичка точност на РТГ изнесуваше 91.7% (95% CI: 81.6–97.2%). Позитивната предвидувачка вредност беше 80.0% (95% CI: 28.4–99.5%), додека негативната предвидувачка вредност изнесуваше 92.7% (95% CI: 82.4–98.0%).

Дополнително, позитивниот likelihood ratio (LR+) изнесуваше 26.0, што укажува на значително зголемување на веројатноста за присуство на нерепониран колк при позитивен РТГ наод, додека негативниот likelihood ratio (LR–) изнесуваше 0.51, што укажува на ограничена способност на негативниот РТГ наод да исклучи нерепониран колк (табела 12).

Табела 12: Дијагностички параметри на РТГ во споредба со КТ

Параметар	Вредност (%)	95% CI
Сензитивност	50.0	15.7 – 84.3
Специфичност	98.1	89.7 – 100.0
Дијагностичка точност	91.7	81.6 – 97.2
Преваленца (вистинска)	13.3	5.9 – 24.6
Позитивна предвидувачка вредност (PPV)	80.0	28.4 – 99.5
Негативна предвидувачка вредност (NPV)	92.7	82.4 – 98.0
Стапка на лажно позитивни (FDR)	20.0	0.5 – 71.6
Стапка на лажно негативни (FOR)	7.3	2.0 – 17.6
Јуденов индекс	0.481	0.055 – 0.843
Дијагностички odds однос (DOR)	51.0	4.55 – 571.3
Однос на веројатност за позитивен тест (LR+)	26.0	3.31 – 204.2
Однос на веројатност за негативен тест (LR–)	0.51	0.25 – 1.02
Број потребен за дијагноза (NND)	2.08	1.19 – 18.36

Фаган номограмот покажа дека позитивен радиографски наод ја зголемува веројатноста за нерепонираност од 13% на приближно 80%, додека негативен наод ја намалува веројатноста на околу 7% (слика 20).



Слика 20: Фаганов номограм

McNemar тестот покажа статистички значајна разлика помеѓу RTG и КТ ($\chi^2 = 15.1$, $p < 0.001$), со значително поголем број на лажно позитивни ($n = 27$) во споредба со лажно негативни случаи ($n = 5$), што укажува дека радиографијата систематски се разликува од референтниот метод, со тенденција за погрешна класификација на дел од случаите.

Согласноста помеѓу двата метода, проценета со Cohen's kappa, беше многу ниска ($\kappa \approx -0.06$), што укажува на отсуство на согласност надвор од случајноста.

6.3 Предвидувачка вредност на КТ параметрите за постоење на перзистентна латерализација/сублуксација, резидуална дисплазија и лош клинички исход

Во овој дел, параметрите на исход се дефинирани врз основа на постоперативните радиографски и клинички резултати. INDI класификацијата беше користена како маркер за присуство на резидуална латерализација или сублуксација на колкот, додека постоперативниот ацетабуларен индекс (AI) беше третиран како индикатор за перзистентна ацетабуларна дисплазија. Дополнително, МсКау критериумот беше применет за проценка на клиничкиот исход, со цел да се обезбеди функционална евалуација на третманот.

6.3.1 Предвидувачка вредност на КТ параметрите за постоење на перзистентна латерализација/сублуксација

Пациентите беа поделени во две групи според IHDI класификацијата: група I (добар исход) и комбинирана група II и III (латерализација/сублуксација).

Mann–Whitney U тестот покажа статистички значајни разлики помеѓу групите за AAI ($U = 180$, $p = 0.013$) и ацетабуларната верзија (AV) ($U = 150$, $p = 0.003$).

Медијаната на AAI беше повисока кај групата со неповолен исход (64.3) во споредба со групата со добар исход (55.3), што укажува на поизразена ацетабуларна дисплазија кај овие пациенти. Слично, вредностите на ацетабуларната верзија беа повисоки кај групата со латерализација/сублуксација (4.25 наспроти -0.75), што укажува на изменета ориентација на ацетабулумот.

За останатите параметри вклучувајќи ги PAI ($U = 248$, $p = 0.199$), AxAI ($U = 255$, $p = 0.241$), AbdA ($U = 245$, $p = 0.558$) и ширината на зглобниот простор ($U = 125$, $p = 0.193$) не беа утврдени статистички значајни разлики (сите $p > 0.05$), и покрај присуството на одредени варијации во медијаните (табела 13).

Табела 13. Споредба на КТ параметрите според IHDI исходот (Mann–Whitney U тест)

Параметар	Група I (добар исход) Median	Група II/III (латерализација/сублуксација) Median	U	p
AAI	55.3	64.3	180	0.013
PAI	55.8	53.8	248	0.199
AxAI	112	114	255	0.241
AV	-0.75	4.25	150	0.003
AbdA	63.0	61.3	245	0.558
Ширина на зглобен простор	1.50	1.35	125	0.193

Податоците се прикажани како медијана.

Mann–Whitney U тест е користен за споредба помеѓу групите.

Статистички значајни вредности се болдирани ($p < 0.05$).

Овие резултати укажуваат дека AAI и ацетабуларната верзија имаат потенцијална улога во разликување на пациенти со добар наспроти неповолен радиографски исход.

6.3.2 Предвидувачка вредност на КТ параметрите за постоење на резидуална дисплазија

Корелациската анализа покажа дека ацетабуларниот индекс (AI) има различен степен на поврзаност со испитуваните КТ параметри.

Според Spearman корелацијата, беше утврдена статистички значајна слаба позитивна корелација помеѓу AI и AAI ($\rho = 0.265$, $p = 0.041$), што укажува дека со зголемување на AI постои тенденција за зголемување и на антериорниот ацетабуларен индекс. Овој наод беше потврден и со Pearson анализа ($r = 0.299$, $p = 0.020$), што укажува на конзистентност на резултатите.

Најсилна поврзаност беше забележана помеѓу AI и ацетабуларната верзија (AV), каде Spearman анализата покажа многу силна позитивна корелација ($\rho = 0.871$, $p < 0.001$), а Pearson анализата исто така потврди силна врска ($r = 0.837$, $p < 0.001$). Scatter plot анализата дополнително го визуелизира овој однос, покажувајќи јасен тренд на зголемување на AV со зголемување на AI.

За разлика од овие параметри, не беше утврдена статистички значајна корелација помеѓу AI и PAI ($\rho = 0.051$, $p = 0.697$), ниту пак со AbdA ($\rho = -0.111$, $p = 0.408$) и ширината на зглобниот простор ($\rho = -0.040$, $p = 0.781$). Овие резултати укажуваат дека овие параметри не се директно поврзани со радиографскиот ацетабуларен индекс (табела 14).

Табела 14. Корелација помеѓу ацетабуларниот индекс (AI) и КТ параметрите

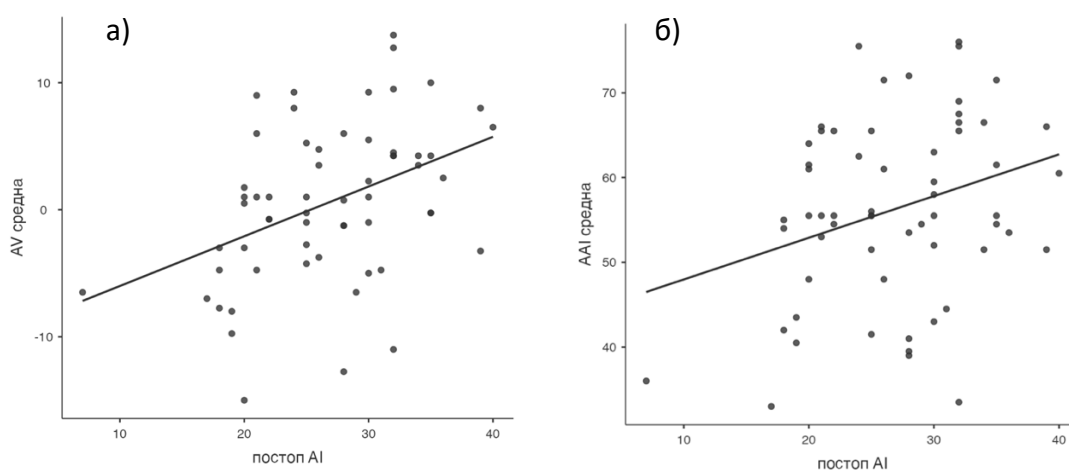
Параметар	Spearman ρ	p-вредност
AAI	0.265	0.041
PAI	0.051	0.697
AxAI	0.809	<0.001
AV	0.871	<0.001
AbdA	-0.111	0.408
Ширина на зглобен простор	-0.040	0.781

Spearman корелациски коефициент (ρ) е користен поради ненормална распределба на податоците.

Статистички значајни вредности се болдирани ($p < 0.05$).

Интересно, AxAI покажа силна поврзаност со AAI и PAI, но не и со AI директно, што сугерира дека аксијалниот ацетабуларен индекс претставува независен параметар кој ја одразува тридимензионалната морфологија на ацетабулумот.

Визуелната анализа преку scatter plot графициите дополнително ги потврдува овие наоди. Графикот за AI и AV покажува јасна позитивна линеарна врска, додека графикот за AI и AAI покажува послаб, но сепак присутен тренд (слика 21).



Слика 21: (а) график за AI и AV со јасна позитивна линеарна врска, (б) график за AI и AAI со послаб, но сепак присутен тренд.

6.3.3 Предвидувачка вредност на КТ параметрите за неповолен клинички исход

Биваријатната анализа на КТ параметрите во однос на исходот од лекувањето според МсКау критериумот беше спроведена со еднофакторска ANOVA анализа. Поради утврдена нееднаквост на варијансите кај одредени параметри, беше применета Welch ANOVA.

Истата не покажа статистички значајни разлики во вредностите на КТ параметрите (AAI, PAI, AxAI, AV и AbdA) помеѓу групите дефинирани според МсКау критериумот (сите $p > 0.05$) и тоа, не покажа статистички значајни разлики во вредностите на AAI ($p = 0.374$), PAI ($p = 0.460$), AxAI ($p = 0.659$), AV ($p = 0.273$) и AbdA ($p = 0.663$) помеѓу различните МсКау групи (табела 15).

Табела 15: Биваријатна анализа на КТ параметри според МсКау исход

Параметар	McKay I (n=50) Mean $\pm$ SD	McKay II (n=7) Mean $\pm$ SD	McKay III (n=3) Mean $\pm$ SD	p- вредност*
AAI	55.37 $\pm$ 11.01	61.36 $\pm$ 8.95	58.83 $\pm$ 9.46	0.374
PAI	55.37 $\pm$ 6.11	52.57 $\pm$ 4.54	56.33 $\pm$ 18.79	0.460
AxAI	110.74 $\pm$ 13.73	113.93 $\pm$ 9.35	115.17 $\pm$ 9.65	0.659
AV	0.00 $\pm$ 5.67	4.39 $\pm$ 5.34	1.25 $\pm$ 14.07	0.273
AbdA	65.51 $\pm$ 10.78	61.75 $\pm$ 7.54	64.75 $\pm$ 6.72	0.663

*p-вредностите се добиени со Welch ANOVA тест.

Податоците се прикажани како средна вредност $\pm$ стандардна девијација (Mean $\pm$ SD).

Сепак, дескриптивната анализа покажа одредени варијации помеѓу групите. Вредностите на AAI беа повисоки кај МсКау II групата (61.36 $\pm$ 8.95) во споредба со МсКау I (55.37 $\pm$ 11.01) и МсКау III (58.83 $\pm$ 9.46). Слично, AV покажа повисоки вредности кај МсКау II (4.39 $\pm$ 5.34) во однос на другите групи. Но, овие разлики не достигнаа статистичка значајност.

Поради отсуство на статистички значајни разлики во ANOVA анализата, не беа спроведени post hoc тестови.

6.4 Идентификување на можност за настанување на потенцијални компликации како аваскуларна некроза на главата на фемурот и нивна поврзаност со предоперативните и непосредните постоперативни радиолошки и КТ параметри

Пациентите беа поделени во две групи според присуство на аваскуларна некроза (AVN: да/не), а претходно беа стратифицирани според класификацијата на Tönnis-Kuhlmann. Разликите помеѓу групите беа анализирани со Mann–Whitney U тест. Дискриминативната способност на параметрите беше проценета со ROC анализа, додека независната предвидувачка вредност беше анализирана со логистичка регресија.

Анализата на предиктори за појава на аваскуларна некроза (AVN) покажа ограничена поврзаност помеѓу испитуваните параметри и исходот. Според Mann–Whitney U тестот, единствено предоперативниот ацетабуларен индекс (AI) покажа статистички значајна разлика помеѓу групите со и без AVN ($U = 161$, $p = 0.039$), што укажува дека повисоките вредности на AI се асоцирани со зголемен ризик за компликација.

Останатите параметри, вклучувајќи ги возраста, IHDI класификацијата, КТ параметрите (AAI, PAI, AxAI, AV, AbdA) и ширината на зглобниот простор, не покажаа статистички значајни разлики помеѓу групите (сите $p > 0.05$), иако ацетабуларната верзија (AV) покажа тренд кон значајност ($p = 0.100$).

Логистичката регресиона анализа не идентификуваше ниту еден параметар како независен предиктор за AVN (сите $p > 0.05$), а моделот покажа ограничена објаснувачка моќ (McFadden $R^2 = 0.105$) (табела 16).

Табела 16. Анализа на предиктори за аваскуларна некроза (AVN)

Параметар	Mann–Whitney U	p	β	OR	p (logistic)
Возраст	257	0.818	-0.039	0.96	0.553
Предоперативно IHDI	226	0.350	0.159	1.17	0.837
Предоперативен AI	161	0.039	0.019	1.02	0.793
Ширина на зглобен простор	164	0.870	-0.857	0.42	0.665
AAI	190	0.128	—	—	—
PAI	301	0.553	—	—	—
AxAI	234	0.497	0.006	1.01	0.876
AV	183	0.100	0.097	1.10	0.327
AbdA	203	0.446	0.068	1.07	0.143

Модел перформанси

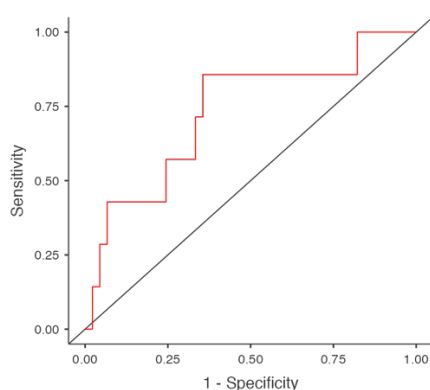
Параметар	Вредност
AUC	0.730
McFadden	0.105
R ²	
AIC	52.8
N	52

*OR = odds ratio.

Статистички значајни вредности се болдирани ($p < 0.05$).

Дел од параметрите не беа вклучени во логистичката регресија поради колинеарност.

Сепак, ROC анализата покажа умерена дискриминативна способност на моделот (AUC = 0.730), што укажува дека комбинацијата на параметри има одреден потенцијал за предвидување на AVN, иако индивидуалните параметри не се доволно силни како независни предиктори (слика 22).



Слика 22: ROC крива за предикција на AVN врз основа на радиолошки и КТ параметри

6.5 Проценка на успешноста на некрвавата репозиција како метод

Ефикасноста на некрвавата репозиција беше проценета преку споредба на предоперативните и постоперативните вредности на ацетабуларниот индекс (AI) и IHI класификацијата.

Анализата покажа статистички значајно намалување на AI по третманот (paired t-test: $t = 11.6$, $df = 59$, $p < 0.001$; Wilcoxon signed-rank тест: $W = 1711$, $p < 0.001$), што укажува на подобрување на ацетабуларната морфологија и покриеноста на феморалната глава

Слично, беше забележано високо статистички значајно подобрување на IHI класификацијата, со преместување кон пониски степени по интервенцијата (paired t-test: $t = 23.3$, $df = 59$, $p < 0.001$; Wilcoxon: $W = 1830$, $p < 0.001$), што укажува на успешна репозиција и стабилизација на колкот (табела 17).

Табела 17: Промени во AI и IHDI по некрвава репозиција

Параметар	Пред (mean ± SD)	По (mean ± SD)	Δ (mean ± SD)	t (df)	Wilcoxon W	p
Ацетабуларен индекс (AI)	38.8 ± 6.52	26.8 ± 6.54	9.97 ± 6.67	11.6 (59)	1711	<0.001
International Hip Dysplasia Institute Score (IHDI)	3.45 ± 0.649	1.27 ± 0.516	2.22 ± 0.69	23.3 (59)	1830	<0.001

*Вредностите се споредени со paired t-test и Wilcoxon signed-rank тест.

p < 0.05 се смета за статистички значајно.

IHDI е анализиран како нумеричка (ordinal) варијабла.

6.6 Влијание на возраста на пациентот врз успешноста на некрвавата репозиција како метода

Пациентите беа поделени во две групи според возраста: <1 година (n = 27; 45%) и ≥1 година (n = 33; 55%).

Анализата на промената во ацетабуларниот индекс (ΔAI) не покажа статистички значајна разлика помеѓу двете групи (Mann–Whitney U = 441, p = 0.952; Student's t = 0.771, p = 0.444). Просечната вредност на ΔAI беше 10.7 ± 8.40 кај пациентите <1 година и 9.36 ± 4.89 кај пациентите ≥1 година.

Во однос на промената на IHDI класификацијата (ΔIHDI), беше утврдена статистички значајна разлика помеѓу групите (Mann–Whitney U = 316, p = 0.035; Student's t = -2.273, p = 0.027). Пациентите <1 година имаа пониски вредности на ΔIHDI (2.00 ± 0.73) во споредба со пациентите ≥1 година (2.39 ± 0.61), што укажува на помало подобрување кај постарите пациенти, имајќи в предвид дека повисоките вредности на IHDI се поврзани со полоша позиција на колкот.

Анализата на асоцијацијата помеѓу возраста и клиничкиот исход (успех/неуспех) со χ^2 тест не покажа статистички значајна поврзаност ($\chi^2 = 0.582$, df = 1, p = 0.445). Процентот на успешен исход беше сличен помеѓу групите (<1 година: 88.9%; ≥1 година: 81.8%), со нешто помал процент кај пациентите поголеми од 1 година (табела 18).

Табела 18. Споредба на Δ AI и Δ IHDI според возраст (<1 vs $\geq$ 1 година)

Параметар	<1 година (n=27)	$\geq$ 1 година (n=33)	Mean difference (95% CI)	Тест	Статистика	p	Effect size (r)
Δ AI	10.7 $\pm$ 8.40	9.36 $\pm$ 4.89	1.34 (-2.14 до 4.82)	Mann–Whitney U	441	0.952	$\approx$ 0.01
Δ IHDI	2.00 $\pm$ 0.73	2.39 $\pm$ 0.61	-0.39 (-0.74 до -0.05)	Mann–Whitney U	316	0.035	$\approx$ 0.30

* Δ = разлика помеѓу предоперативни и постоперативни вредности (Δ = pre – post).

Вредностите се прикажани како mean $\pm$ SD.

Mean difference и 95% confidence interval (CI) се добиени од Student's t-test.

p-вредностите се прикажани од Mann–Whitney U тест.

Големината на ефектот е изразена како rank-biserial correlation (r).

Повисоки вредности на IHDI се поврзани со полош исход.

Големината на ефектот, проценета преку rank-biserial correlation (r), беше занемарлива за Δ AI ($r \approx 0.01$), што укажува на отсуство на суштинска разлика во морфолошкото подобрување помеѓу возрасните групи. Наспроти тоа, за Δ IHDI беше утврдена мала до умерена големина на ефект ($r \approx 0.30$), што укажува на ограничено, но статистички и потенцијално клинички релевантно влијание на возраста врз степенот на подобрување на позицијата на феморалната глава.

6.7 Интраопсерверска веродостојност на испитуваните КТ параметри

Со оглед на тоа што анализираните КТ параметри не претставуваат рутински користени мерки во секојдневната клиничка пракса, беше спроведена анализа на интраопсерверска веродостојност. Целта на оваа анализа е да се процени конзистентноста и репродуцибилноста на мерењата при повторено мерење од ист испитувач, со што се обезбедува сигурност во валидноста на применетите методи.

Примената на интраопсерверска анализа е особено значајна кај морфолошките параметри, како што се ацетабуларните индекси (anterior acetabular index AAI; posterior acetabular index PAI; axial acetabular index AxAI; acetabular version, AV) и аголот на абдукција (abduction angle, AbdA), со цел да се утврди дали

добиените резултати се стабилни и независни од субјективната проценка на испитувачот.

Интраопсерверската сигурност за мерењето на аглиите беше проценета со intraclass correlation coefficient (ICC) користејќи two-way random-effects модел за апсолутна согласност (табела 19).

За предниот ацетабуларен индекс (anterior acetabular index, AAI) ICC анализата покажа одлична репродукцибилност, со вредност од 0.965 (95% CI 0.947–0.977) за единечни мерења. За просечни мерења, ICC изнесуваше 0.982 (95% CI 0.973–0.988), што дополнително ја потврдува високата конзистентност на методата.

За задниот ацетабуларен индекс (posterior acetabular index, PAI) ICC анализата покажа висока репродукцибилност, со вредност од 0.900 (95% CI 0.846–0.935) за единечни мерења. За просечни мерења, ICC изнесуваше 0.948 (95% CI 0.917–0.967), што укажува на дополнително подобрена сигурност при користење на средни вредности.

За аксијалниот ацетабуларен индекс (axial acetabular index, AxAI) ICC анализата покажа одлична репродукцибилност, со вредност од 0.953 (95% CI 0.925–0.971) за единечни мерења. За просечни мерења, ICC изнесуваше 0.976 (95% CI 0.961–0.985), што укажува на многу висока конзистентност на мерењата.

За ацетабуларната верзија (acetabular version, AV) ICC анализата покажа одлична репродукцибилност, со вредност од 0.938 (95% CI 0.907–0.960) за единечни мерења. За просечни мерења, ICC изнесуваше 0.968 (95% CI 0.951–0.979), што укажува на многу висока конзистентност на мерењата.

За аголот на абдукција (abduction angle, AbdA) ICC анализата покажа исклучително висока репродукцибилност, со вредност од 0.973 (95% CI 0.947–0.984) за единечни мерења. За просечни мерења, ICC изнесуваше 0.986 (95% CI 0.973–0.992), што укажува на речиси совршена конзистентност на повторените мерења.

Табела 19: Интраопсерверска веродостојност на КТ параметрите (ICC)

Параметар	ICC (Agreement)	95% CI	ICC (Average measures)	95% CI
AAI	0.965	0.947 – 0.977	0.982	0.973 – 0.988
PAI	0.900	0.850 – 0.934	0.947	0.919 – 0.966
AxAI	0.953	0.929 – 0.969	0.976	0.963 – 0.984
AV	0.938	0.907 – 0.960	0.968	0.951 – 0.979
AbdA	0.973	0.958 – 0.982	0.986	0.978 – 0.991

Bland–Altman анализата за предниот ацетабуларен индекс (AAI) покажа минимален систематски bias, со средна разлика од -0.417° (95% CI -1.16 до 0.322). 95% границите на согласност беа од -6.022° до 5.189° , што укажува на прифатлива варијабилност помеѓу повторените мерења. Поголемиот дел од вредностите на Bland–Altman графикот беа распределени во рамките на овие граници, без очигледен тренд на зголемување на разликата со зголемување на вредноста, што укажува на добра хомогеност на мерењата.

Истата анализа за постериорниот ацетабуларен индекс (PAI) покажа мал, но статистички значаен систематски bias, со средна разлика од -0.917° (95% CI -1.69 до -0.142). 95% границите на согласност беа од -6.794° до 4.961° , што укажува на умерена варијабилност помеѓу повторените мерења. Повеќето од вредностите беа распределени во рамките на овие граници, без јасен тренд на зависност од големината на мерењето.

За аксијалниот индекс пак, покажа мал, но статистички значаен систематски bias, со средна разлика од -1.33° (95% CI -2.33 до -0.341). 95% границите на согласност беа од -8.87° до 6.20° , што укажува на умерена варијабилност помеѓу повторените мерења. Повеќето од вредностите беа во рамките на границите на согласност, без јасен тренд на зависност од големината на мерењето.

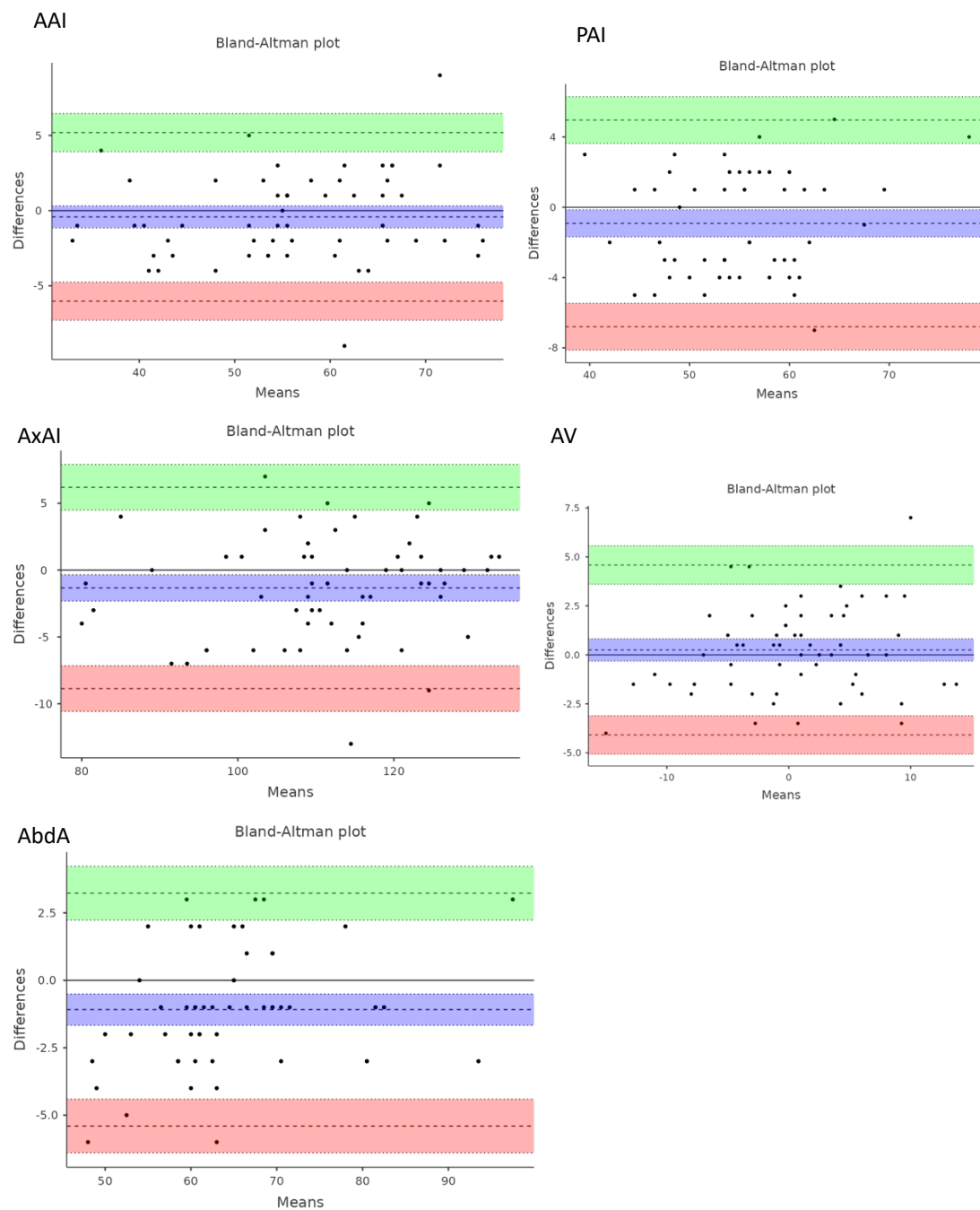
Ацетабуларната верзија (AV) покажа мал и клинички незначаен систематски bias, со средна разлика од 0.25° (95% CI -0.321 до 0.821). 95% границите на согласност беа од -4.086° до 4.586° , што укажува на умерена варијабилност помеѓу

повторените мерења. Повеќето од вредностите беа распределени во рамките на овие граници, без јасен тренд на зависност од големината на мерењето, што укажува на добра согласност и отсуство на пропорционална грешка.

Кај абдукциониот агол беше забележан минимален систематски bias, при што средната разлика помеѓу мерењата беше блиска до нула. 95% границите на согласност беа тесни и клинички прифатливи, при што најголемиот дел од вредностите беа распределени во рамките на овие граници. Не беше забележан јасен тренд на зависност помеѓу разликата и големината на мерењето (табела 20 и слика 23).

Табела 20: Bland–Altman анализа за индексите

Параметар	n	Bias (°)	95% CI на bias	Lower LoA (°)	Upper LoA (°)
AAI	60	-0.417	-1.16 до 0.322	-6.022	5.189
PAI	60	-0.917	-1.69 до -0.142	-6.794	4.961
AxAI	60	-1.33	-2.33 до -0.341	-8.87	6.20
AV	60	0.250	-0.321 до 0.821	-4.086	4.586
AbdA	58	-1.09	-1.67 до -0.507	-5.40	3.23



Слика 23: Bland-Altman дијаграми за интраопсерверска веродостојност на КТ параметрите

Аголот на абдукција претставува најрепродуцибилен параметар, додека ацетабуларните индекси покажуваат нешто поголема варијабилност, особено поради нивната анатомска и методолошка комплексност (табела 21).

Табела 21: Градација на веродостојноста на мерените параметри

параметар	ICC	веродостојност
AbdA	0.973	најдобар
AAI	0.965	одличен
AxAI	0.953	одличен
AV	0.938	одличен
PAI	0.900	добар

6.8 Референтни вредности на здравите и патолошки променетите колкови на аглиите измерени на КТ

Средните вредности на анализираните параметри беа споредени помеѓу здрави ($n=24$) и патолошки колкови ($n=60$). Најизразена разлика беше забележана кај ацетабуларната верзија (AV), која беше повисока кај патолошките колкови (0.575 ± 6.19) во споредба со здравите (0.458 ± 5.83). Останатите параметри (AAI, PAI, AxAI и AbdA) покажаа минимални разлики со значително преклопување на довербените интервали (табела 22).

Табела 22: Непараметарска Mann–Whitney U анализа на различните вредности на здравите и патолошките колкови

параметар	здрави (mean $\pm$ SD)	патолошки (mean $\pm$ SD)
AAI	55.8 $\pm$ 7.75	56.2 $\pm$ 10.8
PAI	57.7 $\pm$ 6.22	55.1 $\pm$ 6.78
AxAI	113 $\pm$ 7.97	111 $\pm$ 13.1
AV	0.458 $\pm$ 5.83	0.575 $\pm$ 6.19
AbdA	65.8 $\pm$ 7.32	65.1 $\pm$ 10.3

Непараметарската Mann–Whitney U анализа не покажа статистички значајни разлики помеѓу здравите и патолошките колкови за ниту еден од анализираните параметри (AAI, PAI, AxAI, AV и AbdA; сите $p > 0.05$). Дополнително, вредностите

на rank-biserial correlation беа ниски, што укажува на минимален ефект на групната припадност врз измерените параметри.

И параметарските (t-test) и непараметарските (Mann–Whitney U) анализи не покажаа статистички значајни разлики помеѓу здравите и патолошките колкови за ниту еден од испитуваните параметри (сите $p > 0.05$), што укажува на конзистентност на резултатите независно од статистичкиот пристап.

ROC анализата беше спроведена за проценка на дискриминативната способност на анализираните КТ параметри (AAI, PAI, AxAI, AV и AbdA) во разликување помеѓу здрави и патолошки колкови.

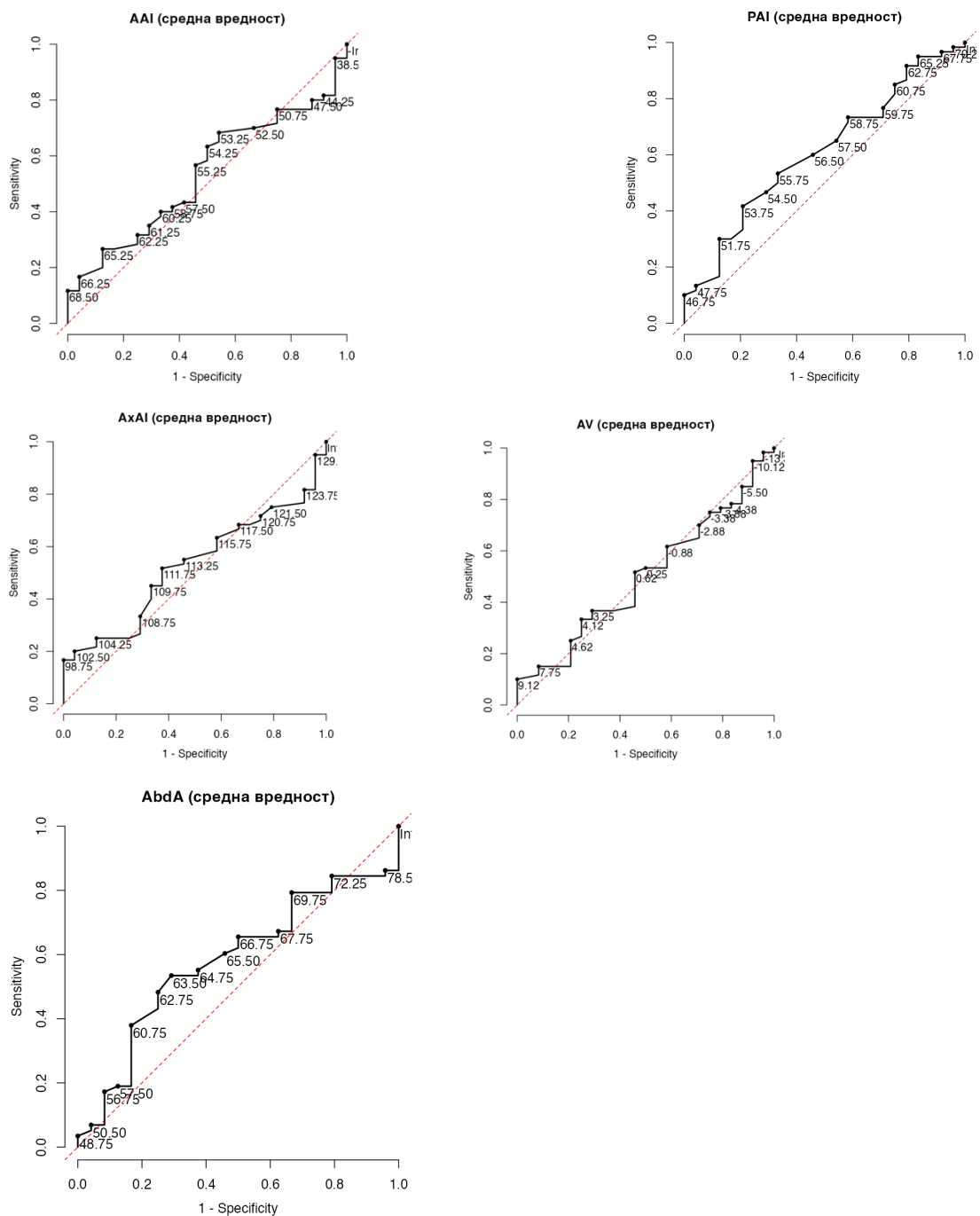
AAI покажа слаба дискриминативна способност со AUC од 0.534 (95% CI 0.404–0.664; $p = 0.304$).

PAI имаше највисока AUC вредност (0.610; 95% CI 0.478–0.742), но без статистичка значајност ($p = 0.051$).

AxAI (AUC = 0.525; 95% CI 0.397–0.653; $p = 0.349$) и AV (AUC = 0.501; 95% CI 0.367–0.636; $p = 0.492$) покажаа вредности блиски до 0.5, што укажува на отсуство на дискриминативна способност.

AbdA покажа умерено повисока вредност (AUC = 0.579; 95% CI 0.447–0.711), но без статистичка значајност ($p = 0.121$).

Ниту еден од анализираните параметри не достигна статистички значајна дискриминативна способност (сите $p > 0.05$) (слика 24 и табела 23).



Слика 24. ROC криви за анализираните КТ параметри (AAI, PAI, AxAI, AV и AbdA). Повеќето криви се блиску до дијагоналата, што укажува на слаба или отсутна дискриминативна способност на параметрите во разликување помеѓу здрави и патолошки колкови. PAI покажува највисока, но сепак ограничена дискриминација (табела 23).

Табела 23. ROC анализа на КТ параметрите за дискриминација помеѓу здрави и патолошки колкови

Параметар	AUC	95% CI	p
AAI	0.534	0.404–0.664	0.304
PAI	0.610	0.478–0.742	0.051
AxAI	0.525	0.397–0.653	0.349
AV	0.501	0.367–0.636	0.492
AbdA	0.579	0.447–0.711	0.121

6.9 Поврзаност на епидемиолошките карактеристики со раниот исход на некрвавата репозиција и појавата на несоодветна репозиција и резидуална дисплазија

Во овој дел, направивме анализа на епидемиолошките карактеристики на пациентите со контекст на клиничкиот исход. Притоа се добија информации за социјалниот ефект на состојбата, биолошкиот/сезонскиот фактор, дали има сезонска варијација и дали има доцнење во дијагнозата.

6.9.1 Влијание на потеклото на пациентите врз раниот исход на некрвавата репозиција и појавата на несоодветна репозиција и резидуална дисплазија

Анализата на разликата во возраста на започнување на третманот помеѓу пациентите од урбана и рурална средина не покажа статистички значајна разлика (Mann–Whitney U = 340, p = 0.539).

Овој резултат укажува дека возраста при започнување на третманот е слична кај децата независно од нивното потекло (табела 24).

Табела 24: Анализа на поврзаноста потекло-возраст на започнување на третман.

Параметар	Тест	Статистика	p
Возраст (урбано vs рурално)	Mann–Whitney U	340	0.539

Анализата на поврзаноста помеѓу потеклото (урбана/рурална средина) и успехот на некрвавата репозиција покажа гранична статистичка значајност ($\chi^2 = 3.86$, df = 1, p = 0.050).

Стапката на успешна репозиција беше висока во двете групи (и кај пациентите од урбана и кај пациентите од рурална средина), со 85.7% (36/42) кај пациентите од рурална средина и 83.3% (15/18) кај пациентите од урбана средина (табела 25).

Табела 25: Сооднос меѓу средината во која живее пациентот со успешноста на третманот.

Потекло	Успешна репозиција n (%)	Неуспешна n (%)	Вкупно
Рурална	36 (85.7%)	6 (14.3%)	42
Урбана	15 (83.3%)	3 (16.7%)	18
Тест	χ^2	df	p
Chi-square	3.86	1	0.050

Анализата на поврзаноста помеѓу промената на ацетабуларниот индекс (ΔAI) и исходот од третманот не покажа статистички значајна разлика (Mann–Whitney U = 263, $p = 0.064$), иако беше забележан тренд кон поголемо подобрување кај пациентите со успешна репозиција кај пациентите од рурално потекло.

Во однос на $\Delta I\text{HDI}$, исто така не беше утврдена статистички значајна разлика помеѓу групите (Mann–Whitney U = 285, $p = 0.101$) (табела 26).

Табела 26: Сооднос меѓу средината во која живее пациентот со текот и исходот од третманот.

Параметар	Тест	U	p
ΔAI (рурално vs урбано)	Mann–Whitney U	263	0.064
$\Delta I\text{HDI}$ (рурално vs урбано)	Mann–Whitney U	285	0.101

Анализата на влијанието на потеклото (урбана наспроти рурална средина) врз текот и исходот од третманот не покажа конзистентни статистички значајни разлики помеѓу групите.

Во однос на возраста при започнување на третманот, не беше утврдена статистички значајна разлика помеѓу пациентите од урбана и рурална средина (Mann–Whitney U = 340, $p = 0.539$), што укажува на сличен тајминг на дијагностика и почеток на терапија во двете групи.

Слично, анализата на степенот на подобрување, изразен преку ΔAI и $\Delta IHDI$, не покажа статистички значајни разлики помеѓу групите (ΔAI : $U = 263$, $p = 0.064$; $\Delta IHDI$: $U = 285$, $p = 0.101$), иако кај ΔAI беше забележан тренд кон поголемо подобрување кај една од групите (кај пациентите од рурална средина).

Во однос на конечниот исход, беше утврдена гранична статистичка значајност во поврзаноста помеѓу потеклото и успехот на некрвавата репозиција ($\chi^2 = 3.86$, $p = 0.050$), при што апсолутните разлики во процентите на успешност беа минимални помеѓу групите.

Севкупно, овие наоди укажуваат дека потеклото не претставува значаен независен фактор во однос на возраста при започнување на третманот и степенот на радиолошко подобрување, додека неговото влијание врз конечниот исход е ограничено и се манифестира само како граничен статистички тренд без јасна клиничка разлика.

6.9.2 Влијание на сезоната на раѓање на пациентите врз раниот исход на некрвавата репозиција и појавата на несоодветна репозиција и резидуална дисплазија

Анализата покажа статистички значајна разлика во возраста при започнување на третманот во зависност од сезоната на раѓање (Welch ANOVA: $F(3, 11.9) = 5.63$, $p = 0.012$).

Пациентите родени во лето имале највисока просечна возраст при започнување на третманот (20.38 ± 21.02) (табела 27), додека најниска возраст е забележана кај пациентите родени во пролет (9.00 ± 1.41). Пациентите родени во есен и зима имале интермедијарни вредности (14.68 ± 8.53 и 15.56 ± 6.26 , соодветно).

Табела 27. Возраст при започнување на третманот според сезоната на раѓање

Сезона	N	Возраст (mean $\pm$ SD)
Пролет	2	9.00 $\pm$ 1.41
Лето	8	20.38 $\pm$ 21.02
Есен	34	14.68 $\pm$ 8.53
Зима	16	15.56 $\pm$ 6.26

Тест	F	df1	df2	p
Welch ANOVA	5.63	3	11.9	0.012

*Вредностите се прикажани како mean $\pm$ SD.

Welch ANOVA е користен поради нееднаквост на варијансите (Levene's test $p < 0.001$).
 $p < 0.05$ се смета за статистички значајно.

Анализата на разликите во степенот на подобрување (ΔAI и $\Delta IHDI$) во зависност од сезоната на раѓање не покажа статистички значајни разлики помеѓу групите (табела 28).

Иако дескриптивните вредности покажуваат варијации помеѓу сезоните, особено пониски вредности кај пациентите родени во лето, овие разлики не можеа да бидат статистички потврдени поради ограничувањата во распределбата на податоците.

Анализата беше ограничена поради малата големина на подгрупите, особено кај пациентите родени во пролет ($n = 2$), што ја ограничува статистичката моќ и применливоста на ANOVA тестот.

Табела 28. Степен на подобрување (ΔAI и $\Delta IHDI$) според сезоната на раѓање

Сезона	N	ΔAI (mean $\pm$ SD)	$\Delta IHDI$ (mean $\pm$ SD)
Есен	34	10.15 $\pm$ 7.91	2.35 $\pm$ 0.65
Зима	16	11.13 $\pm$ 4.32	2.25 $\pm$ 0.68
Лето	8	6.88 $\pm$ 5.14	1.88 $\pm$ 0.64
Пролет	2	10.00 $\pm$ 0.00	1.00 $\pm$ 0.00

*Вредностите се прикажани како mean $\pm$ SD.

Не беше можно да се спроведе валидна ANOVA анализа поради малата големина на подгрупите, особено кај пациентите родени во пролет ($n = 2$), како и

поради недостаток на варијабилност во одредени групи. Затоа резултатите се прикажани дескриптивно.

Мултиваријантната логистичка регресија беше спроведена за да се процени влијанието на потеклото, сезоната на раѓање и возраста врз исходот од третманот. Моделот покажа ограничена објаснувачка моќ (R^2 McFadden = 0.107), што укажува дека вклучените варијабли објаснуваат мал дел од варијабилноста во исходот.

Од сите испитувани фактори, единствено сезоната на раѓање во лето покажа статистички значајна поврзаност со исходот ($\beta = -2.078$, $p = 0.040$), што укажува на намалена веројатност за успешна репозиција кај пациентите родени во лето во однос на референтната категорија (есен) (табела 29).

Потеклото ($p = 0.809$) и возраста ($p = 0.346$) не покажаа статистички значајно влијание врз исходот.

Табела 29: Логистичка регресија на потеклото и сезоната врз исходот на третманот

Предиктор	β (Estimate)	SE	Z	p
Потекло (урбано vs рурално)	0.287	1.188	0.24	0.809
Сезона (зима vs есен)	-0.664	1.189	-0.56	0.576
Сезона (лето vs есен)	-2.078	1.013	-2.05	0.040
Сезона (пролет vs есен)	13.666	1696.735	0.01	0.994
Возраст (>1 vs <1)	-0.788	0.837	-0.94	0.346

*Референтна категорија: есен.

β претставува log odds.

$p < 0.05$ се смета за статистички значајно.

Анализата на сезоната на раѓање покажа статистички значајна разлика во возраста при започнување на третманот (Welch ANOVA: $F(3, 11.9) = 5.63$, $p = 0.012$), при што пациентите родени во лето започнувале терапија на повисока возраст во споредба со останатите сезони.

Во однос на степенот на радиолошко подобрување (ΔAI и $\Delta IHD I$), не беа утврдени статистички значајни разлики помеѓу сезоните, при што анализата беше ограничена поради нерамномерната распределба на примерокот.

6.10 Поврзаност на непосредниот клинички исход (репониран/нерепониран) со клиничкиот исход од интервенција (McKay), појавата на аваскуларна некроза (Tönnis Kuhlmann) и потребата од дополнителни остеотомии

Анализата покажа статистички значајна поврзаност помеѓу интраоперативниот наод (репониран/нерепониран колк) и клиничкиот исход според McKay ($\chi^2 = 5.88$, $df = 1$, $p = 0.015$) (табела 30).

Пациентите кај кои е постигната успешна репозиција имаа значително повисока стапка на добар клинички исход (45/51; 88.2%) во споредба со оние кај кои репозицијата не била успешна (5/9; 55.6%).

Табела 30: Споредба на клиничкиот исход во зависност од успешноста на репозицијата

Репозиција	Добар исход n (%)	Лош исход n (%)	Вкупно
Репониран	45 (88.2%)	6 (11.8%)	51
Нерепониран	5 (55.6%)	4 (44.4%)	9

Тест	χ^2	df	p
Chi-square	5.88	1	0.015

Анализата покажа статистички значајна поврзаност помеѓу интраоперативниот наод (репониран/нерепониран колк) и појавата на аваскуларна некроза според Tönnis–Kuhlmann критериумот ($\chi^2 = 4.82$, $df = 1$, $p = 0.028$).

Аваскуларна некроза беше присутна кај 7 од 51 пациент (13.7%) со успешна репозиција, наспроти 4 од 9 пациенти (44.4%) кај кои репозицијата не била постигната (табела 31).

Табела 31: Присуство на АВН во зависност од интраоперативниот наод

Репозиција	AVN присутна n (%)	AVN отсутна n (%)	Вкупно
Репониран	7 (13.7%)	44 (86.3%)	51
Нерепониран	4 (44.4%)	5 (55.6%)	9
Тест	χ^2	df	p
Chi-square	4.82	1	0.028

Анализата покажа статистички значајна поврзаност помеѓу интраоперативниот наод (репониран/нерепониран колк) и потребата од доцни хируршки интервенции-остеотомии на фемур и/или ацетабулум ($\chi^2 = 7.79$, $df = 2$, $p = 0.020$).

Дополнителни интервенции биле потребни кај 3 од 51 колк (5.9%) со успешна репозиција, наспроти 4 од 9 колкови (44.4%) кај кои репозицијата не била постигната (табела 32).

Табела 32: Проценка на потреба од доцна хируршка интервенција во зависност од успешноста на репозицијата

Репозиција	Без интервенција n (%)	1 интервенција n (%)	≥2 интервенции n (%)	Вкупно
Репониран	44 (86.3%)	6 (11.8%)	1 (2.0%)	51
Нерепониран	5 (55.6%)	2 (22.2%)	2 (22.2%)	9
Тест	χ^2	df	p	
Chi-square	7.79	2	0.020	

6.11 Поврзаност на аглите измерени на КТ со клиничкиот исход од интервенцијата (McКау), појавата на аваскуларна некроза (Tönnis - Kuhlmann) и потребата од дополнителни остеотомии

Анализата на поврзаноста помеѓу КТ параметрите и потребата од доцни хируршки интервенции покажа дека posterior acetabular index (PAI) и acetabular version (AV) се статистички значајно поврзани со исходот. Колковите кај кои била потребна доцна интервенција имаа значајно различни вредности на PAI ($U = 157$, $p = 0.031$) и AV ($U = 140$, $p = 0.013$) во споредба со оние без потреба од дополнителна хирургија.

Другите параметри, вклучувајќи anterior acetabular index (AAI), axial acetabular index (AxAI) и hip abduction angle (AbdA), не покажаа статистички значајна поврзаност со доцните интервенции ($p > 0.05$).

Во однос на клиничкиот исход според Tönnis–Kuhlmann класификацијата, ниту еден од анализираните КТ параметри не покажа статистички значајна поврзаност ($p > 0.05$ за сите варијабли).

Слично, при анализата на МсКау клиничкиот исход, не беа утврдени значајни разлики помеѓу групите во однос на КТ аглите. Сепак, acetabular version (AV) покажа гранична статистичка значајност ($U = 153$, $p = 0.055$), што може да укажува на потенцијална улога во клиничкиот исход.

При анализата на раната интервенција, ниту еден од КТ параметрите не покажа значајна поврзаност со исходот ($p > 0.05$ за сите анализирани варијабли) (табела 33).

Табела 33: Поврзаност на измерените варијабли на КТ со потребата од рана, доцна интервенција, лош клинички исход (МсКау) и појава на АВН (Tönnis–Kuhlmann)

Параметар	Рана интервенција p	МсКау p	ТК (AVN) p	Доцна интервенција p
AAI	0.905	0.254	0.128	0.166
PAI	1.000	0.162	0.553	0.031
AxAI	0.413	0.585	0.497	0.947
AV	0.905	0.055	0.100	0.013
AbdA	0.400	0.752	0.446	0.855

* вредностите на p се добиени со Mann–Whitney U тест.

Статистичка значајност е дефинирана како $p < 0.05$.

ТК – Tönnis–Kuhlmann класификација за аваскуларна некроза.

AAI – anterior acetabular index; PAI – posterior acetabular index; AxAI – axial acetabular index; AV – acetabular version; AbdA – hip abduction angle.

7. Дискусија

Во нашата серија, кај еден пациент дислокацијата на колкот за време на гипсената имобилизација не била детектирана на две последователни радиолошки контроли – по иницијалното поставување и при првата промена на гипсот. Следствено, колкот останал нерепониран и покрај спроведената имобилизација, така што кај пациентот колкот бил нерепониран три месеци, а истиот бил во гипсена имобилизација, што значи дека третманот не бил ефикасен. Во минатото имало и случаи кога поради несигурна репозиција клинички и недефиниран наод на радиографијата беспотребно се правела нова репозиција (изложување на детето на нова анестезија, нова интервенција, ангажирање на персонал во сала), а всушност репозицијата била успешна уште при првиот обид.

И покрај привидно високата специфичност и ефикасност, радиографијата покажува сериозни ограничувања како дијагностички метод. Ниската сензитивност укажува дека секој втор случај со реална малпозиција останува недетектиран, што претставува значаен клинички ризик. Дополнително, статистички значајниот McNemar тест јасно покажува дека радиографијата не функционира во согласност со КТ, туку систематски дава различни резултати. Ова не претставува случајна грешка, туку укажува на структурен недостаток на методата. Иако високата специфичност би можела да сугерира дека позитивните радиографски наоди се доверливи, оваа предност е значително компромитирана со неспособноста на радиографијата да ги идентификува сите релевантни случаи. Клинички, ова значи дека негативен радиографски наод не може да се смета за сигурен доказ за успешна репозиција. Овие резултати укажуваат дека радиографијата не само што има ограничена дијагностичка вредност, туку и може да доведе до погрешна клиничка проценка. Потпирањето исклучиво на радиографија може да резултира со пропуштени случаи или погрешна сигурност за адекватна репозиција.

Yong и сор. (76) прикажуваат слаба усогласеност помеѓу испитувачите при проценката на постоперативните наоди. Тие нагласуваат дека постоперативната радиографија претставува недоволно сигурен и инсуфициентен метод за проценка на квалитетот на репозицијата на колкот. Дополнително, нивото на искуство, супспецијализацијата и географското потекло на оценувачите не влијаат врз

точноста на радиографската интерпретација. Врз основа на добиените резултати, тие препорачуваат употреба на магнетна резонанца наместо антеропостериорна радиографија на карлицата за постоперативна евалуација, бидејќи магнетната резонанца овозможува посигурна и попрецизна проценка, истовремено намалувајќи ја изложеноста на јонизирачко зрачење.

Магнетната резонанца како процедура побарува седација бидејќи и најмало движење на пациентот предизвикува артефакти. Во водечките центри низ светот постои можност за изведување на магнетна резонанца веднаш во операционата сала, со истата анестезија и последно, но не најмалку важно, магнетната резонанца е достапна во било кој момент. Покрај релативната недостапност на магнетната резонанца во наши услови, Jaremko et al. (96) забележуваат дека мерењата често се попредизвикувачки при користење на магнетна резонанца во споредба со радиографија или компјутерска томографија, поради тешкотиите при изборот на оптимални пресечни слики и прецизното идентификување на анатомските структури. Дополнително, тие укажуваат дека колку е помало растојанието врз кое се врши мерењето, толку е помала неговата репродукцибилност и доверливост.

Друг предложен метод за евалуација на пострепозиционата положба на зглобот на колкот е антериорниот пристап на ултразвук по Van Douveren (97). Eberhardt et al. (98) истакнуваат дека трансингвиналниот ултразвук претставува извонреден метод за определување на позицијата на феморалната глава кај пациенти во гипсена имобилизација при третман на развојна дисплазија на колкот. Тие наведуваат дека овој метод овозможува значително подобра визуелизација на позицијата на главата во споредба со радиографијата. За разлика од компјутеризираната томографија, ултразвукот не подразбира изложеност на јонизирачко зрачење, а во однос на магнетната резонанца има предност поради неговата брза достапност и можност за примена со преносливи уреди директно во операциона сала. Врз основа на овие предности, авторите нагласуваат дека во нивната клиничка пракса стандардната радиографска документација повеќе не се користи како рутинска метода, и препорачуваат трансингвиналниот ултразвук како стандардна дијагностичка алатка за проценка на позицијата на феморалната глава кај пациенти во гипсена имобилизација, додека магнетната резонанца и компјутерската томографија се резервираат за специфични индикации. Но, исто

така додаваат дека и ортопедскиот хирург и радиологот имале искуство во третманот на развојна дисплазија на колкот и во изведување на ултразвучен преглед. Студијата не дава податоци за интра-опсерверската репродукцибилност на трансингвиналниот ултразвук. Ултразвукот важи за високо субјективен метод со ниска репродукцибилност, воедно побарувајќи големо искуство при спроведување на прегледот.

Во студијата на Xiao и сор. (99), споредувана е специфичноста и сензитивноста на ултравукот наспроти радиографијата и увидена е супериорна точност на сонографијата, имено ултрасонографијата била со поголема сензитивност (100% наспроти 50%, $p < 0.01$) и позитивна предвидувачка вредност (90.9% vs. 45.5%, $p < 0.01$) компарирано со радиографијата. Mehdizadeh и сор. пак (100), прават аналогија на ефикасноста на ултразвукот наспроти точноста на компјутеризираната томографија, при што добиле дека сензитивноста на ултразвукот во споредба со КТ скенот била 87%, со специфичност од 100%, притоа позитивната предвидувачка вредност била 100%, а негативната предвидувачка вредност 96%, со заклучок дека трансглутеалниот ултразвук може да биде замена за компјутеризираната томографија со висока точност на интерпретирање на резултатите. Yi и сор (101), направиле споредба на индикаторите за репозиција помеѓу ултразвук и магнетна резонанца и увиделе добра конзистенција меѓу параметрите. Слични резултати објавуваат и Guindani и сор, од школата на De Pellegrin, со 100% согласување на наодите на трансингвиналниот ултразвучен пристап и магнетната резонанца.

Добиените резултати јасно демонстрираат дека некрвата репозиција е високо ефективен метод за третман, со значајно подобрување и на морфолошките и на позиционите параметри. Намалувањето на ацетабуларниот индекс укажува на подобрена ацетабуларна покриеност, додека значајното подобрување на IHDI класификацијата рефлектира успешна репозиција на феморалната глава. Особено важно е што промената во IHDI беше поизразена ($t = 23.3$), што сугерира дека методот има силен ефект врз центрирањето и стабилизацијата на колкот, што претставува клучен предуслов за нормален понатамошен развој.

Овие наоди ја потврдуваат клиничката вредност на некрвавата репозиција како иницијален третман, со потенцијал да го намали ризикот од перзистентна дисплазија и потребата од понатамошни хируршки интервенции.

Анализата на промената во параметрите по третманот покажа значајно подобрување и на ацетабуларниот индекс и на позицијата на феморалната глава. Просечната промена на ацетабуларниот индекс (ΔAI) изнесуваше $9.97 \pm 6.67^\circ$, со медијана од 10.0° , што укажува на значајно намалување на индексот по третманот.

Во однос на IHDI класификацијата, просечната промена ($\Delta IHDI$) изнесуваше 2.22 ± 0.69 , со медијана од 2.0, што укажува на значајно подобрување на позицијата на феморалната глава, со преместување кон пониски степени, односно подобра позиција на главата на фемурот.

Минималната вредност за ΔAI беше 0, а максималната 36° , што укажува на варијабилан, но генерално позитивен ефект од третманот. Кај $\Delta IHDI$, вредностите варираа од 1 до 3 степени, што дополнително ја потврдува конзистентноста на подобрувањето.

Просечната промена од приближно 10° во ацетабуларниот индекс и подобрувањето од околу два степени во IHDI класификацијата укажуваат на значајна ефикасност на некрвавата репозиција. Овие резултати потврдуваат дека методот не само што овозможува иницијална репозиција, туку и доведува до релевантно анатомско и функционално подобрување, што е клучно за понатамошниот развој на колкот.

Во клучните пораки од својот труд, Walter и сор. (73) укажуваат дека некрвавата репозиција има повисока стапка на успех отколку други процедури за третман на РДК. Импазантна е студијата на Malvitz и Weinstein (90) во која се анализирани 152 дислоцирани колкови лекувани со некрвава репозиција со период на следење од триесет и една година. Увидена е генерално добра функција на последниот преглед, триесет години по спроведената некрвава репозиција.

Во студијата на Zhang и сор. (103), прикажана е слична опсервација дека некрвавата репозиција сеуште е ефективна процедура за третман на РДК кај доенчиња и мали деца, но укажува на потребата од внимателно следење кај пациентите со поголема возраст за да се избегне прогресивна дисфункција на колкот.

Слични се и нашите опсервации, во нашата студија предводена од Божиновски (3), во која кај серија од случаи забележавме оправданост за примената на некрвава репозиција кај деца поголеми од една година преку увидувањето дека оваа процедура не создава морфолошки промени на коскените структури и дава добри резултати.

Демографски, средната возраст на пациентите во оваа дисертација изнесуваше 14.4 ± 10.1 месеци (опсег 3–49 месеци), што се смета за релативно висока возраст за третман со некрвава репозиција. Тоа се должи на воопшто неспроведен скрининг кај повеќето од пациентите и пропуштени случаи кај помал број од пациентите. Така, направивме анализа дали и како возраста делува на непосредниот исход од интервенцијата и морфолошките карактеристики на ацетабулумот. Добиените резултати покажуваат дека возраста не влијае значајно на морфолошкото подобрување на ацетабулумот, со оглед на тоа што не беше утврдена разлика во ΔAI помеѓу групите. Сепак, беше забележана статистички значајна разлика во $\Delta I\text{HDI}$, при што повисоките вредности кај пациентите ≥ 1 година укажуваат на помал степен на подобрување во позицијата на феморалната глава, имајќи предвид дека повисоките $I\text{HDI}$ степени се поврзани со полоша репозиција.

И покрај ова, крајниот заклучок-репониран/нерепониран не се разликуваше значајно помеѓу групите, што укажува дека некрвавата репозиција може да биде ефективна во различни возрасни категории, иако помладите пациенти покажуваат тенденција кон подобра репозиција. Scott и сор. (4), од работната група од Ајова, која веушност е продолжување на претходно опишаната студија од Malvitz и Weinstein (90) е долгорочна лонгитудинална студија со 48 годишно пратење на пациенти детектирани по 18 месеци од кои едната група е третирана со некрвава репозиција, а другата со крвава репозиција и Солтер остеотомија на ацетабулумот. Во нивниот заклучок стои дека остеоартрозата и тоталната артропластика на колкот се поверојатни после некрвава репозија, наспроти крвава репозиција и остеотомија по Солтер, но сепак податоците не индицираат разлика во неприлагодено време на преживување на колкот (без да се земат во обзир други фактори). Кај пациентите со билатерална болест, поголемата возраст при репозиција била асоцирана со поголем ризик за тотална артропластика на колк

после некрвава репозиција отколку после крвава репозиција и остеотомија по Солтер. Обата третмани даваат суштински бенефит во однос на природниот тек на РДК, но тоталната артропластика е очекуван исход во средната возраст. Wicart и сор. (104) објавуваат серија од 83 колкови третирана со постепена некрвава репозиција според техниката на Petit-Morel (105), која е пратена 50 години. Во нивниот заклучок стои дека поради 95% преживувањето на пратењето од 40 години, го сметаат методот за успешен за лечење на пациенти во периодот помеѓу шест месеци и три години со идиопатска РДК.

Во оваа студија, радиографскиот ацетабуларен индекс (AI), заедно со IHDI класификацијата и МсКау клиничкиот исход, беа користени како параметри кои го одразуваат крајниот резултат од третманот, односно присуството на резидуална дисплазија, сублуксација или клинички незадоволителен исход. КТ параметрите, од друга страна, беа анализирани како потенцијални предиктори на овие исходи, со цел да се процени нивната прогностичка вредност.

Корелациската анализа покажа дека ацетабуларната верзија (AV) има најсилна поврзаност со AI, што укажува дека ориентацијата на ацетабулумот може да игра значајна улога во развојот на резидуална дисплазија. Сепак, ROC анализата покажа дека ниту еден од КТ параметрите нема добра дискриминативна способност (AUC вредности блиски до 0.5–0.6), што укажува на ограничена способност за предвидување на патолошки исход само врз основа на поединечен параметар.

Дополнително, споредбата помеѓу групите со добар и лош исход (според IHDI) покажа дека само одредени параметри, како AAI и AV, имаат статистички значајни разлики, додека останатите не покажуваат значајна дискриминација. Ова укажува дека, иако постои одредена асоцијација помеѓу КТ морфологијата и исходот, таа не е доволно силна за да се користи како самостоен предиктивен алат.

Слично, ANOVA анализата според МсКау критериумот не покажа значајни разлики помеѓу групите за ниту еден од параметрите, што дополнително ја потврдува ограничената способност на КТ мерењата да предвидат клинички исход. Овој наод е особено важен, бидејќи клиничкиот исход претставува најрелевантен индикатор за успешноста на третманот.

Овие резултати сугерираат дека иако КТ параметрите обезбедуваат детална морфолошка проценка на ацетабулумот, нивната изолирана употреба има

ограничена вредност во предвидување на долгорочни исходи како што се перзистентна дисплазија или сублуксација. Веројатно, овие параметри треба да се интерпретираат во комбинација со клинички и други радиографски фактори, наместо како независни предиктори.

Оттука, може да се заклучи дека КТ анализата има дополнителна, но не и доволна самостојна прогностичка вредност. Иако одредени параметри, особено ацетабуларната верзија, покажуваат поврзаност со радиографскиот исход, тие не овозможуваат сигурна стратификација на пациентите според ризикот за лош исход. Ова ја нагласува потребата од мултифакторски пристап во проценката и следењето на пациентите со развојна дисплазија на колкот.

Слични наоди имаат и Smith и сop. (9) во студија во која ги споредуваат аглите на компјутеризираната томографија со center-edge аголот. Ниеден од мерените параметри нема предвидувачки способности за резидуална дисплазија, со анализа на десет стандардни параметри. Таков е и наодот на Mandel и сop. (106), без позитивна корелација на ниту еден од параметрите со предвидувачка вредност за ремоделација на ацетабулумот.

Резултатите од оваа анализа укажуваат дека појавата на аваскуларна некроза е сложен, мултифакторски процес кој не може да се објасни со изолирани радиолошки или КТ параметри. Иако предоперативниот ацетабуларен индекс покажа значајна поврзаност во униваријантната анализа, оваа врска не беше потврдена како независна во мултиваријантниот модел.

Отсуството на значајни предиктори во логистичката регресија, заедно со умерената AUC вредност, сугерира дека комбинацијата на повеќе параметри може да има клиничка вредност, но нивната индивидуална употреба е ограничена. Ова ја нагласува потребата од интеграција на радиолошки, клинички и евентуално хируршки фактори при проценка на ризикот за AVN.

Дополнително, во нашата анализа AbdA параметарот покажа најниска p-вредност во однос на останатите КТ параметри, што укажува на потенцијално посилна поврзаност со појавата на аваскуларна некроза. Овој наод е во согласност со резултатите прикажани од Smith и соработниците (9), каде аголот на абдукција исто така бил идентификуван како параметар со поголема релевантност во однос на останатите морфолошки мерки. Иако статистичката значајност не беше

достигната во мултиваријантниот модел, овој тренд сугерира дека AbdA може да има одредена улога во проценката на ризикот, особено во комбинација со други параметри.

Во оваа студија беше утврдена висока интраопсерверска сигурност при мерењето на предниот ацетабуларен индекс (AAI), со ICC вредност од 0.965, што спаѓа во категоријата на одлична репродукцибилност. Ова укажува дека методата на мерење е конзистентна и стабилна, со минимално влијание од субјективноста на испитувачот.

Комбинацијата од висока ICC вредност и поволни Bland–Altman параметри обезбедува силен доказ дека мерењето на предниот ацетабуларен индекс е високо репродукцибилно и доверливо, што ја оправдува неговата употреба во клиничка пракса и научни истражувања.

Мерењето на предниот ацетабуларен индекс претставува високо сигурен параметар со минимална варијабилност, што го прави погоден за рутинска клиничка и истражувачка употреба.

Во оваа студија, мерењето на задниот ацетабуларен индекс (PAI) покажа висока, но нешто пониска интраопсерверска сигурност во споредба со предниот ацетабуларен индекс, со ICC вредност од 0.900. Иако оваа вредност сè уште спаѓа во категоријата на добра до одлична репродукцибилност, укажува на нешто поголема варијабилност во мерењата. Границите на согласност беа нешто пошироки во споредба со оние за предниот ацетабуларен индекс, што укажува на поголема варијабилност на мерењата. Ова може да се објасни со поголемата анатомска комплексност и потешката визуелизација на задниот ацетабуларен раб, што може да доведе до поголема субјективност при мерењето. Интраопсерверската сигурност за задниот ацетабуларен индекс беше нешто пониска во споредба со предниот ацетабуларен индекс, што може да се должи на анатомските и техничките предизвици при неговото мерење.

Мерењето на аксијалниот ацетабуларен индекс (AxAI) покажа одлична интраопсерверска сигурност, со ICC вредност од 0.953, што укажува на висок степен на репродукцибилност. Сепак, во споредба со предниот ацетабуларен индекс, се забележува нешто поголема варијабилност на мерењата. Границите на согласност беа пошироки во споредба со оние за предниот и задниот ацетабуларен

индекс, што укажува на поголема варијабилност. Ова може да се објасни со фактот дека аксијалниот индекс претставува комбинирана мерка (сума од два агли), што природно ја зголемува акумулираната грешка при мерење. Поголемата варијабилност кај аксијалниот индекс најверојатно се должи на неговата композитна природа, што ја зголемува чувствителноста на грешки при индивидуалните мерења.

Аголот на абдукција покажа исклучително висока интраопсерверска сигурност, со ICC вредност од 0.973, што укажува на речиси совршена репродукцибилност. Ова ја потврдува стабилноста и конзистентноста на методата на мерење. Во споредба со ацетабуларните индекси (преден, заден и аксијален), аголот на абдукција покажа највисока репродукцибилност и најмала варијабилност, што може да се објасни со неговата поедноставна геометриска дефиниција и полесна идентификација на анатомските референтни точки. Овие наоди укажуваат дека аголот на абдукција претставува најстабилен и најсигурен параметар меѓу анализираните мерки и може да се користи како доверлив индикатор во клиничката проценка. Во дискусијата на Smith (10) и сор., стои дека повеќето мерки за анатомски соодноси во детскиот колк може да веродостојно да се интерпретираат меѓу различни истражувачи, но тоа не е случај со аглите за ацетабуларната структура, па дури и кај мерење на параметрите од истиот истражувач во два различни интервали. Тие оваа појава ја препишуваат на незрелоста на детскиот колк (околу 7 месеци). Во нашата серија, пациентите се во поголема возраст (14.4 ± 10.1 месеци) и затоа предните и задните анатомски маргини се појасно демаркирани. Во студијата на Buckley и сор. (77), мерените параметри се кај значајно повозрасна група на пациенти, со различна патологија (церебрална парализа, спина бифида и контролна-здрава група) со средна возраст на пациентите од 9,6; 4,7 и 9,1 години во различните групи.

Во ова истражување беше направена детална анализа на КТ параметрите на ацетабуларната морфологија со цел да се процени нивната дијагностичка вредност кај РДК: Иако не беше утврдена статистички значајна разлика помеѓу здравите и патолошките колкови за ниту еден од параметрите (AAI, PAI, AxAI, AV и AbdA), сепак, добиените резултати покажуваат конзистентни морфолошки трендови кои се во согласност со познатата патофизиологија на оваа состојба.

Повисоките вредности на AAI кај патолошките колкови укажуваат на зголемена диспластичност на предниот дел од ацетабулумот, додека пониските вредности на PAI рефлектираат намалена постериорна покриеност на феморалната глава. Оваа комбинација укажува на нарушена антеро-постериорна архитектура на ацетабулумот, што е типична карактеристика на РДК. Слични наоди се опишани и во претходни студии, каде што се нагласува дека диспластичниот ацетабулум не е само плиток, туку и геометриски и ориентациски променет (2, 106, 107, 108).

Аксијалниот ацетабуларен индекс (AAI) покажа тенденција кон пониски вредности кај патолошките колкови, што е во согласност со фактот дека ацетабулумот кај РДК е поплиток и обезбедува помала покриеност. Дополнително, ацетабуларната верзија (AV) беше благо повисока кај патолошките колкови, што може да се поврзе со зголемена антериорна ориентација (антеверзија), феномен кој е добро документиран кај пациенти со дисплазија (2, 106, 107, 108, 109).

ROC анализата покажа дека дијагностичката способност на поединечните параметри е ограничена. Вредностите на AUC беа блиску до 0.5 за повеќето параметри, што укажува на слаба дискриминација помеѓу здрави и патолошки колкови. Единствено PAI покажа гранична дискриминативна вредност ($AUC = 0.610$), но без статистичка значајност. Овие резултати се во согласност со литературата, каде се потенцира дека ниту еден поединечен параметар не е доволен за дијагноза на РДК, туку е потребен мултипараметарски пристап (110).

Од друга страна, анализата на интраопсерверската веродостојност покажа високи ICC вредности за сите параметри ($ICC > 0.90$), што укажува на одлична репродукцибилност. Bland–Altman анализата дополнително потврди дека мерењата имаат минимален систематски bias и прифатливи граници на согласност. Ова е особено важно бидејќи испитуваните параметри не се рутински користени во клиничката пракса, а нивната висока репродукцибилност сугерира дека можат сигурно да се применуваат во понатамошни истражувања.

Изборот на анализа „per hip“ овозможува подетална проценка на морфолошките разлики, но истовремено претставува потенцијално ограничување поради можната зависност помеѓу билатералните случаи. Дополнително, релативно малиот примерок и нееднаквиот број на здрави и патолошки колкови

може да ја намалат статистичката моќ на анализата. Исто така, отсуството на златен стандард за дефинирање на патолошки колк може да влијае на ROC резултатите.

Во иднина, потребни се студии со поголем примерок и комбинирање на повеќе параметри во интегрирани модели, со цел да се подобри дијагностичката точност. Исто така, вклучувањето на клинички параметри и функционални исходи може да обезбеди поцелосна проценка на значењето на овие морфолошки мерења.

Понатаму, беше направена анализа на исходот, базиран врз демографските податоци. Недостигот на статистички значајна разлика во возраста при започнување на третманот помеѓу урбаната и руралната популација сугерира дека пристапот до здравствена грижа и времето на дијагностицирање се релативно изедначени помеѓу овие групи. Овој наод е значаен, бидејќи укажува дека географските фактори, барем во оваа популација, не претставуваат ограничувачки фактор во финалниот третман на дисплазијата на колкот.

Иако беше забележана гранична статистичка значајност во однос на поврзаноста помеѓу потеклото и успехот на некрвавата репозиција, апсолутните разлики во процентите на успешност помеѓу урбаната и руралната популација беа минимални. Ова укажува дека, и покрај можниот тренд, потеклото веројатно нема клинички значајно влијание врз исходот од третманот.

Дополнително, со оглед на релативно малата големина на подгрупите, можно е резултатот да е под влијание на статистичка варијабилност, што бара внимателна интерпретација. Овој наод сепак отвора можност за понатамошни истражувања за потенцијални социо-економски или здравствени фактори кои би можеле индиректно да влијаат на исходот. Во една демографска студија, Ferraro и сор. (111) увидуваат дека социоекономските фактори ја афектираат дијагнозата и последователно третманот, така што пациентите кои живеат во понапредни средини порано се дијагностицираат и поретко има потреба да бидат изложени на оперативен зафат.

Недостигот на статистички значајна разлика во ΔAI и $\Delta I\&D I$ помеѓу урбаната и руралната популација укажува дека потеклото не влијае значајно врз степенот на радиолошко подобрување по третманот. Иако беше забележан тренд кај ΔAI , неговото значење останува ограничено и не може да се интерпретира како сигурен ефект.

Овој наод е во согласност со претходните резултати кои покажаа дека возраста на започнување на третманот не се разликува значајно помеѓу групите, што дополнително ја поддржува тезата дека пристапот до здравствена грижа и ефективността на третманот се релативно независни од социо-географските фактори во оваа популација.

Сезоната на раѓање се покажа како фактор кој влијае на возраста при започнување на третманот, при што децата родени во лето започнувале терапија на повисока возраст во споредба со останатите сезони. Овој наод може да се објасни со потенцијални сезонски разлики во раната детекција, како и со варијации во практиките на нега, вклучително и начинот на повивање и облекување на новороденчињата. Дополнително, културните и социјалните фактори поврзани со сезоната, како и различниот интензитет на здравствени контроли, може да придонесат за ваквите разлики. Сепак, со оглед на нееднаквата распределба на примерокот по сезони, овие резултати треба да се интерпретираат со претпазливост.

Иако не беше утврдена статистички значајна поврзаност помеѓу сезоната на раѓање и степенот на радиолошко подобрување, забележаните варијации во дескриптивните вредности сугерираат потенцијален сезонски ефект. Сепак, нерамномерната распределба на примерокот, особено малата застапеност на одредени сезони, значително ја ограничува статистичката валидност на овие наоди.

Овие резултати укажуваат дека, иако сезонските фактори можат теоретски да влијаат на развојот на колкот, нивното влијание врз исходот од третманот не може сигурно да се потврди во оваа студија. Понатамошни истражувања со поголеми и порамномерно распределени примероци се потребни за да се разјасни оваа поврзаност.

Резултатите од логистичката регресија укажуваат дека сезоната на раѓање може да има независно влијание врз исходот од третманот, при што пациентите родени во лето имаат пониска веројатност за успешна некрвава репозиција. Од друга страна, потеклото и возраста не се покажаа како значајни предиктори, што дополнително ја потврдува комплексната и мултифакторска природа на исходот. Во друга демографска студија, Ferraro и сор (112), имаат спротивен наод дека децата кои живеат во поладни места ($-6,17^{\circ}\text{C}$) имаат поголема веројатност за хируршка интервенција поради РДК во првите пет години од животот.

И покрај статистичката значајност, релативно ниската вредност на R^2 укажува дека голем дел од варијабилноста останува необјаснета, што сугерира дека други анатомски или биолошки фактори играат значајна улога.

Сезоната на раѓање се покажа како фактор поврзан со возраста при започнување на третманот, што може да укажува на потенцијални сезонски варијации во раната детекција или во навиките на нега на новороденчињата. Сепак, оваа разлика не се рефлектираше во степенот на радиолошко подобрување, што сугерира дека сезонските фактори имаат ограничено влијание врз ефективноста на третманот.

Интраоперативната можност за постигнување на стабилна репозиција се покажа како значаен фактор поврзан со клиничкиот исход според МсКау критериумите. Пациентите кај кои е постигната репозиција имаа значително подобри резултати, што укажува дека квалитетот на иницијалната репозиција има клучна улога во понатамошниот тек на лекувањето. Овој наод ја потврдува клиничката важност на интраоперативната проценка и поддржува дека неуспешната репозиција може да биде индикатор за понеповолен исход и потенцијална потреба за дополнителни интервенции.

Интраоперативниот наод се покажа како значаен фактор не само за клиничкиот исход, туку и за појавата на аваскуларна некроза. Пациентите кај кои не била постигната стабилна репозиција имаа значително повисока стапка на AVN, што укажува дека неуспешната репозиција може да биде поврзана со компромитирана васкуларизација на феморалната глава. Овие наоди се конзистентни со резултатите за МсКау критериумот и ја нагласуваат важноста на постигнување на адекватна и стабилна репозиција како клучен чекор во превенцијата на компликации и постигнување поволен исход.

Интраоперативниот наод се покажа како силен предиктор не само за клиничкиот исход и појавата на аваскуларна некроза, туку и за потребата од дополнителни, доцни хируршки интервенции. Пациентите кај кои не била постигната адекватна репозиција имаа значително повисока веројатност за потреба од последователни процедури, што ја нагласува важноста на постигнување стабилна репозиција во иницијалната фаза на третманот.

Овие резултати се конзистентни со претходните наоди за McKay и Tönnis–Kuhlmann критериумите, при што неуспешната репозиција се поврзува со понеповолен клинички тек, повисок ризик од компликации и зголемена потреба за дополнителни интервенции.

Резултатите од оваа анализа укажуваат дека од испитуваните КТ параметри, постериорниот ацетабуларн индекс (PAI) и ацетабуларната верзија (AV) имаат најзначајна улога во предвидувањето на потребата од доцни хируршки интервенции. Овие параметри веројатно ја одразуваат постериорната стабилност и ориентација на ацетабулумот, што може да има клучно значење за долгорочната стабилност на колкот.

Отсуството на значајна поврзаност помеѓу КТ параметрите и клиничките исходи според McKay и Tönnis–Kuhlmann критериумите сугерира дека анатомските параметри измерени со КТ не се директни предиктори на клиничкиот резултат или на појавата на аваскуларна некроза. Ова укажува дека клиничкиот исход е резултат на комплексна интеракција на повеќе фактори, вклучувајќи ја техниката на репозиција, биолошките фактори и постоперативниот третман.

Граничната значајност на ацетабуларната верзија во однос на McKay исходот може да укажува на потенцијална клиничка важност која не достигнува статистичка значајност поради ограничената големина на примерокот.

Недостигот на поврзаност со раната интервенција дополнително сугерира дека КТ параметрите имаат поголемо значење за долгорочните исходи отколку за иницијалниот третман.

Овие наоди ја нагласуваат важноста на внимателна интерпретација на КТ параметрите и нивна употреба во комбинација со клинички и интраоперативни фактори при планирањето на третманот.

8. Заклучоци

Во оваа дисертација беа докажани сериозни ограничувања на радиографијата како дијагностички метод и како досега користена техника наспорти компјутеризираната томографија статистички земена како златен стандард за проценка на успешноста на некрвавата репозиција на колкот при развојна дисплазија на колк. Резултатите укажуваат дека радиографијата не само што има ограничена дијагностичка вредност, туку и може да доведе до погрешна клиничка проценка. Потпирањето исклучиво на радиографија може да резултира со пропуштени случаи или погрешна сигурност за адекватна репозиција. Оттаму, компјутеризираната томографија претставува метод на избор за евалуацијата на процедурата.

КТ анализата има дополнителна, но не и доволна самостојна прогностичка вредност. Иако одредени параметри, особено ацетабуларната верзија, покажуваат поврзаност со радиографскиот исход, тие не овозможуваат сигурна стратификација на пациентите според ризикот за лош исход.

Ова ја нагласува потребата од мултифакторски пристап во проценката и следењето на пациентите со развојна дисплазија на колкот.

Некрвавата репозиција како метод на избор за третман на РДК е исклучително ефективен метод, со значајно подобрување и на морфолошките и на позиционите параметри и тоа се потврди со наодите дека методот има силен ефект врз центрирањето и стабилизацијата на колкот, што претставува клучен предуслов за нормален понатамошен развој, но и во анатомско и морфолошко ремоделирање на засегнатите структури, особено ацетабулумот. Уште поголема вредност на оваа дисертација ѝ дава и анализата на популација на пациенти со доцна презентација-по проодувањето. Кај нив крајниот заклучок-репониран/нерепониран не се разликуваше значајно помеѓу групите, што укажува дека некрвавата репозиција може да биде ефективна во различни возрастни категории, иако помладите пациенти покажуваат тенденција кон подобра репозиција, што уште еднаш ја нагласува потребата од широк скрининг и рано детектирање на заболувањето.

Недостигот на статистички значајна разлика во возраста при започнување на третманот помеѓу урбаната и руралната популација сугерира дека пристапот до

здравствена грижа и времето на дијагностицирање се релативно изедначени помеѓу овие групи. Географските фактори, барем во оваа популација, не претставуваат ограничувачки фактор во конечната достапност на третман на дисплазијата на колкот и исходот. Од друга страна, фактот дека поголем дел од пациентите се од рурална средина укажува на проблеми со пристапноста на скринингот и раната детекција на РДК.

Сезоната на раѓање е фактор кој влијае на возраста при започнување на третманот, при што децата родени во лето започнувале терапија на повисока возраст во споредба со останатите сезони. Овој наод може да се објасни со потенцијални сезонски разлики во раната детекција, како и со варијации во практиките на нега, вклучително и начинот на повивање и облекување на новороденчињата.

КТ резултатите полагаа дека успешноста на некрвавата репозиција на колкот е од клучно значење за натамошниот исход од лекувањето. Во нашата серија пациентите кај кои беше постигната задоволителна репозиција имаа значително подобри резултати, што укажува дека квалитетот на иницијалната репозиција има клучна улога во понатамошниот тек на лекувањето. Интраоперативниот наод, кој е идентичен со резултатите од КТ се покажа како значаен фактор не само за клиничкиот исход, туку и за појавата на аваскуларна некроза. Пациентите кај кои не била постигната стабилна репозиција имаа значително повисока стапка на АВН. КТ е суверена метода во укажувањето дека неуспешната репозиција може да биде поврзана со компромитирана васкуларизација на феморалната глава.

Сепак, отсуството на значајна поврзаност со клиничките исходи укажува дека тие не се самостојни предиктори, туку дел од комплексна мултифакторска интеракција. Затоа, КТ параметрите треба да се интерпретираат внимателно и да се користат заедно со клинички и интраоперативни фактори при донесување терапевтски одлуки.

9. Користена литература

1. Kotlarsky P, Haber R, Bialik V, Eidelman M. Developmental dysplasia of the hip: What has changed in the last 20 years? *World J Orthop*. 2015 Dec 18;6(11):886-901. doi: 10.5312/wjo.v6.i11.886. PMID: 26716085; PMCID: PMC4686436.
2. Tönnis D. Congenital dysplasia and dislocation of the hip in children and adults. Berlin: Springer-Verlag; 1987.
3. Bozinovski Z, Doksevska MB, Tokmakova KP. Closed Reduction in Developmental Dysplasia of the Hip in Patients Older than One Year. *Folia Med (Plovdiv)*. 2020 Jun 30;62(2):276-281. doi: 10.3897/folmed.62.e48212. PMID: 32666761.
4. Scott EJ, Dolan LA, Weinstein SL. Closed Vs. Open Reduction/Salter Innominate Osteotomy for Developmental Hip Dislocation After Age 18 Months: Comparative Survival at 45-Year Follow-up. *J Bone Joint Surg Am*. 2020 Aug 5;102(15):1351-1357. doi: 10.2106/JBJS.19.01278. PMID: 32769602.
5. Atar D, Lehman WB, Grant AD. Pavlik harness pathology. *Isr J Med Sci*. 1991 Jun;27(6):325-30. PMID: 2061019.
6. Ponseti IV. Morphology of the acetabulum in congenital dislocation of the hip. Gross, histological and roentgenographic studies. *J Bone Joint Surg Am*. 1978 Jul;60(5):586-99. PMID: 681377.
7. Mootha AK, Saini R, Dhillon MS, Aggarwal S. Single slice computed tomography in the evaluation of femoral head reduction after closed reduction in developmental dysplasia of hip in children. *Acta Orthop Belg*. 2005;71(6):688-693
8. Hernandez RJ. Concentric reduction of the dislocated hip. Computed-tomographic evaluation. *Radiology*. 1984 Jan;150(1):266-8. doi: 10.1148/radiology.150.1.6689774. PMID: 6689774.
9. Smith BG, Millis MB, Hey LA, Jaramillo D, Kasser JR. Postreduction computed tomography in developmental dislocation of the hip: part II: predictive value for outcome. *J Pediatr Orthop*. 1997 Sep-Oct;17(5):631-6. doi: 10.1097/00004694-199709000-00011. PMID: 9592002.
10. Smith BG, Kasser JR, Hey LA, Jaramillo D, Millis MB. Postreduction computed tomography in developmental dislocation of the hip: part I: analysis of measurement

- reliability. *J Pediatr Orthop*. 1997 Sep-Oct;17(5):626-30. doi: 10.1097/00004694-199709000-00010. PMID: 9592001.
11. Cooper A, Evans O, Ali F, Flowers M. A novel method for assessing postoperative femoral head reduction in developmental dysplasia of the hip. *J Child Orthop*. 2014 Aug;8(4):319-24. doi: 10.1007/s11832-014-0600-5. Epub 2014 Jul 4. PMID: 24993902; PMCID: PMC4128942.
 12. Guyer B, Smith DS, Cady RB, Bassano DA, Levinsohn EM. Dosimetry of computerized tomography in the evaluation of hip dysplasia. *Skeletal Radiol*. 1984;12(2):123-7. doi: 10.1007/BF00360817. PMID: 6484597.
 13. Leonhardt H, Platzer W. Color atlas and textbook of human anatomy. Vol 1. Stuttgart: Thieme; 1986
 14. Paulsen F, Waschke J, editors. Sobotta atlas of human anatomy. Vol. 1, General anatomy and musculoskeletal system. 16th ed. Munich: Elsevier; 2018.
 15. Netter FH. **Atlas of human anatomy**. 7th ed. Philadelphia (PA): Elsevier; 2019.
 16. Watanabe H. Embryology of the human hip. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 1974;98:8–15
 17. Pompe B, Antolič V, Iglič A, Kralj-Iglič V, Mavčič B, Smrke D. Evaluation of biomechanical status of dysplastic human hips. *J Biomech*. 2000;33(4):423–429.
 18. Ippolito E, Tovaglia V, Caterini R. Mechanisms of acetabular growth in the foetus in relation to the pathogenesis and treatment of congenital dislocation of the hip. *Ital J Orthop Traumatol*. 1984;10:501-510.
 19. Ralis ZA, McKibbin B. Changes in shape of the human acetabulum during fetal life and early infancy. *J Bone Joint Surg Br*. 1973.
 20. Portinaro NM, Murray DW, Benson MKD. Microanatomy of the acetabular cavity and its relation to growth. *J Bone Joint Surg Br*. 2001;83:377-383.
 21. Warkany J, Nelson RC. Appearance of malformations in offspring of rats fed a deficient diet. *Science*. 1940;92:383-384.
 22. Warkany J. Congenital malformations caused by maternal nutritional deficiency. *J Pediatr*. 1945;27:321-333.
 23. Warkany J. Congenital malformations: notes and comments. Chicago: Year Book Medical Publishers; 1971.

24. Ogden JA. Development and growth of the hip. In: Katz JF, Siffert RS, editors. Management of hip disorders in children. New York: Springer-Verlag; 1983. p. 1-27.
25. Salter RB, Kostuik J, Dallas S. A new concept of the pathogenesis of congenital dislocation of the hip and its practical implications in the prevention of the condition. *Clin Orthop Relat Res.* 1969;65:234-252.
26. Landa J, Benke M, Feldman DS. The limbus and the neolimbus in developmental dysplasia of the hip. *Clin Orthop Relat Res.* 2008;466:776-781
27. Stanisavljevic S. Tribute to Marino Ortolani. *Clin Orthop Relat Res.* 1976;119:1-5.
28. Ortolani M. Congenital hip dysplasia in the light of early and very early diagnosis. *Clin Orthop Relat Res.* 1976;119:6-10.
29. Herring JA, Tachdjian MO. Tachdjian Pediatric Orthopaedics. 3rd ed. Philadelphia, PA: WB Saunders; 2002:513-654.
30. Weinstein SL. Developmental hip dysplasia and dislocation. In: Morrissy RT, Weinstein SL, eds. Lovell and Winter's Pediatric Orthopaedics. 5th ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins; 2001:905-956.
31. Leveuf J. Results of open reduction of "true" congenital luxation of the hip. *J Bone Joint Surg Am.* 1948;30:875-882.
32. Leveuf J, Bertrand P. Luxations et subluxations congénitales de la hanche. Leur traitement basé sur l'arthrographie. Paris, France: Doin; 1946.
33. Milgram JW, Tachdjian MO. Pathology of the limbus in untreated teratologic congenital dislocation of the hip. A case report of a ten-month-old infant. *Clin Orthop Relat Res.* 1976;119:107-111.
34. Somerville EW. Open reduction in congenital dislocation of the hip. *J Bone Joint Surg Br.* 1953;35:363-371.
35. Hattori T, Ono Y, Kitakoji T, Takashi S, Iwata H. Soft-tissue interposition after closed reduction in developmental dysplasia of the hip. The long-term effect on acetabular development and avascular necrosis. *J Bone Joint Surg Br.* 1999;81:385-391
36. Angliss R, Fujii G, Pickvance E, Wainwright AM, Benson MK. Surgical treatment of late developmental displacement of the hip: results after 33 years. *J Bone Joint Surg Br.* 2005;87:384-394.

37. Tumer Y, Ward WT, Grudziak J. Medial open reduction in the treatment of developmental dislocation of the hip. *J Pediatr Orthop*. 1997;17:176–180.
38. Ishii Y, Weinstein SL, Ponseti IV. Correlation between arthrograms and operative findings in congenital dislocation of the hip. *Clin Orthop Relat Res*. 1980;153:138–145.
39. O'Hara JN. Congenital dislocation of the hip: acetabular deficiency in adolescence (absence of the lateral acetabular epiphysis) after limbectomy in infancy. *J Pediatr Orthop*. 1989;9:640–648.
40. Chmielewski J, Albinana J. Failures of open reduction in developmental dislocation of the hip. *J Pediatr Orthop B*. 2002;11:284–289.
41. Morcuende JA, Meyer MD, Dolan LA, Weinstein SL. Long-term outcome after open reduction through an anteromedial approach for congenital dislocation of the hip. *J Bone Joint Surg Am*. 1997;79:810–817.
42. Morcuende JA, Weinstein SL. Developmental dysplasia of the hip: natural history, results of treatment and controversies. In: Bourne R, ed. *Controversies in Hip Surgery*. Oxford, UK: Oxford University Press: 2003.
43. Landa J, Benke M, Feldman DS. The limbus and the neolimbus in developmental dysplasia of the hip. *Clin Orthop Relat Res*. 2008;466:776–781.
44. Watanabe H. Embryology of the human hip. *Clin Orthop Relat Res*. 1974;98:8–15.
45. Wolff J. *The Law of Bone Remodeling*. Berlin: Springer-Verlag; 1986.
46. Hammer A. Wolff: straight not curved. *Acta Orthop Scand*. 1995;66(6):501–502.
47. Sugano N, Noble PC, Kamaric E, Salama JK, Ochi T, Tullos HS. The morphology of the femur in developmental dysplasia of the hip. *J Bone Joint Surg Br*. 1998;80(4):711–719.
48. Robertson DD, Essinger JR, Imura S, Kubo T, Noble PC, Tullos HS. Femoral deformity in adults with developmental dysplasia of the hip. *Clin Orthop Relat Res*. 1996;327:196–206.
49. Harris MD, Gaffney BMM, Clohisy JC. Femurs in patients with hip dysplasia have fundamental shape differences compared with cam femoroacetabular impingement. *Clin Orthop Relat Res*. 2015;473(4):1472–1479.

50. Mahieu P, Hananouchi T, Watanabe N, Claes P, Li H, Audenaert E. Morphological abnormalities of the femur in the dysplastic hip. Relation between femur en acetabulum. *Acta Orthop Belg.* 2018 Sep;84(3):307-315. PMID: 30840573.
51. Clohisy JC, Nunley RM, Carlisle JC, Schoenecker PL. Incidence and characteristics of femoral deformities in the dysplastic hip. *Clin Orthop Relat Res.* 2009;467(1):128–134.
52. Harris MD, Shepherd MC, Song K, Gaffney BMM, Hillen TJ, Harris-Hayes M, Clohisy JC. The biomechanical disadvantage of dysplastic hips. *J Orthop Res.* 2022;40(2):261–269.
53. Song K, Gaffney BMM, Shelburne KB, Pascual-Garrido C, Clohisy JC, Harris MD. Dysplastic hip anatomy alters muscle moment arm lengths, lines of action, and contributions to joint reaction forces during gait. *J Biomech.* 2020 Sep 18;110:109968. doi: 10.1016/j.jbiomech.2020.109968. Epub 2020 Jul 25. PMID: 32827786; PMCID: PMC7737424.
54. Gala L, Clohisy JC, Beaulé PE. Hip dysplasia in the young adult. *J Bone Joint Surg Am.* 2016;98(1):63–73.
55. Shepherd MC, Gaffney BMM, Song K, Hillen TJ, Harris-Hayes M, Clohisy JC, Harris MD. Femoral version deformities alter joint reaction forces in dysplastic hips during gait. *J Biomech.* 2022;135:111023. doi:10.1016/j.jbiomech.2022.111023.
56. Barlow TG. Early diagnosis and treatment of congenital dislocation of the hip. *Proc R Soc Med.* 1963;56:804–806.
57. Graf R. *Hip Sonography: Diagnosis and Management of Infant Hip Dysplasia.* 2nd ed. Berlin: Springer-Verlag; 2006.
58. Graf R, Scott S, Lercher K, Senn M, Benaroya A. *Hip Sonography: Diagnosis and Management of Infant Hip Dysplasia.* Berlin: Springer-Verlag; 2012.
59. Tönnis D. Normal values of the hip joint for the evaluation of X-rays in children and adults. *Clin Orthop Relat Res.* 1976;119:39–47.
60. Tönnis D. *Congenital hip dislocation.* New York; Thieme-Stratton Inc.; 1982.
61. Narayanan U, Mulpuri K, Sankar WN, Clarke NM, Hosalkar HS, Price CT. Reliability of a new radiographic classification for developmental dysplasia of the hip. *J Pediatr Orthop.* 2015;35(5):478–484.

62. Sand A, Tiderius CJ, D ppe H, Wenger D. The International Hip Dysplasia Institute (IHDI) classification is more informative than the Tönnis classification. *Acta Radiol.* 2023 Mar;64(3):1103-1108. doi: 10.1177/02841851221110447. Epub 2022 Jun 26. PMID: 35758228.
63. Vaquero-Picado A, González-Mor n G, Gil Garay E, Moraleda L. Developmental dysplasia of the hip: update of management. *EFORT Open Rev.* 2019;4(9):548–556. doi:10.1302/2058-5241.4.180019.
64. Pavlik A [translated by Bialik V, Reis ND]. Stirrups as an aid in the treatment of congenital dysplasias of the hip in children. *J. Pediatr. Orthop.* 1989;9:157–159.
65. Pavlik A [translated by Peltier LF]. The functional method of treatment using a harness with stirrups as the primary method of conservative therapy for infants with congenital dislocation of the hip. *Clin Orthop Rel Res.* 1992;281:4–10.
66. Pavlik A [translated by Bialik V]. To the question of originality of treatment of congenital hip dysplasias by active movement in the stirrups. *J Pediatr Orthop B.* 2001;10:165–168.
67. Mubarak SJ, Bialik V. Pavlik: the man and his method. *J Pediatr Orthop.* 2003;23(3):342–346.
68. Salter RB, Kostuik J, Dallas S. Avascular necrosis of the femoral head as a complication of treatment for congenital dislocation of the hip in young children: a clinical and experimental investigation. *Can J Surg.* 1969;12(1):44–61.
69. Scott EJ, Dolan LA, Weinstein SL. Closed vs open reduction/Salter innominate osteotomy for developmental hip dislocation after age 18 months: comparative survival at 45-year follow-up. *J Bone Joint Surg Am.* 2021;103(4):315–322.
70. Prof. Lorenz's Treatment of Congenital Dislocation of the Hips. *Nature* 67, 272–273 (1903). <https://doi.org/10.1038/067272a0>
71. Herring JA. Developmental dysplasia of the hip. In: Herring JA, editor. *Tachdjian's Pediatric Orthopaedics*. 5th ed. Philadelphia: Elsevier Saunders; 2014. p. 513–654.
72. Ramsey PL, Lasser S, MacEwen GD. Congenital dislocation of the hip. Use of the Pavlik harness in the child during the first six months of life. *J Bone Joint Surg.* 1976;58-A(7):1000–1004.

73. Walter SG, Bornemann R, Koob S, Ossendorff R, Placzek R. Closed reduction as therapeutic gold standard for treatment of congenital hip dislocation. *Open Orthop J*. 2018;12:359–368. doi:10.2174/1874325001812010359.
74. Weinstein SL, Mubarak SJ, Wenger DR. Developmental hip dysplasia and dislocation: Part I. *Instr Course Lect*. 2004;53:523-30. PMID: 15116641.
75. Weinstein SL, Mubarak SJ, Wenger DR. Developmental hip dysplasia and dislocation: Part II. *Instr Course Lect*. 2004;53:531-42. PMID: 15116642.
76. Yong B, Li Y, Li J, Andreacchio A, Pavone V, Pereria B, Xu H, Canavese F. Post-operative radiograph assessment of children undergoing closed reduction and spica cast immobilization for developmental dysplasia of the hip: does experience matter?
77. Buckley SL, Sponseller PD, Olney BW, Anderson DJ. The acetabulum in congenital and neuromuscular hip instability. *J Pediatr Orthop*. 1991;11(4):495–499.
78. Toby EB, Koman LA, Bechtold RE, Nicastro JN. Postoperative computed tomographic evaluation of congenital hip dislocation. *J Pediatr Orthop*. 1987 Nov-Dec;7(6):667-70. PMID: 3429651.
79. Arnaudova Danevska I, Arnaudov D, Jakjovska T, Boshkovska K, Momchilovikj S, Gjinojska Tasevska E. Ethical aspects in clinical trials in children. *Mak Med Pregled*. 2021;75(1):1–5.
80. Mendonça RP, Estrela C, Bueno MR, Carvalho TCASG, Estrela LRA, Chilvarquer I. Principles of radiological protection and application of ALARA, ALADA, and ALADAIP: a critical review. *Braz Oral Res*. 2025 Feb 7;39:e14. doi: 10.1590/1807-3107bor-2025.vol39.014. PMID: 39936713; PMCID: PMC11808696.
81. Kaplan DJ, Patel JN, Liporace FA, Yoon RS. Intraoperative radiation safety in orthopaedics: a review of the ALARA (As low as reasonably achievable) principle. *Patient Saf Surg*. 2016 Dec 12;10:27. doi: 10.1186/s13037-016-0115-8. PMID: 27999617; PMCID: PMC5154084.
82. Frane N, Megas A, Stapleton E, Ganz M, Bitterman AD. Radiation Exposure in Orthopaedics. *JBJS Rev*. 2020 Jan;8(1):e0060. doi: 10.2106/JBJS.RVW.19.00060. PMID: 31899700.
83. Ömeroğlu H. Hip imaging and the ALARA principle. Lecture presented at: 9th EPOS BAT Instructional Course; 2025 Nov 26–28; Vienna, Austria.

84. Sarwar ZU, DeFlorio R, Catanzano TM. Imaging of nontraumatic acute hip pain in children: multimodality approach with attention to the reduction of medical radiation exposure. *Semin Ultrasound CT MR*. 2014 Aug;35(4):394-408. doi: 10.1053/j.sult.2014.05.001. Epub 2014 May 14. PMID: 25129216.
 85. Severin E. Arthrography in congenital dislocation of the hip. *J Bone Joint Surg Am*. 1939;21(2):304-313.
 86. Schur MD, Lee C, Arkader A, Catalano A, Choi PD. Risk factors for avascular necrosis after closed reduction for developmental dysplasia of the hip. *J Pediatr Orthop*. 2016;36(2):e21–e26.
 87. Larwood JPJ, Idowu O, Elliott KGB, Lindisfarne EA, Aarvold A. Follow-up after successful treatment for developmental dysplasia of the hip using a Pavlik harness : is two years enough? *Bone Joint J*. 2025 Apr 1;107-B(4):495-500. doi: 10.1302/0301-620X.107B4.BJJ-2023-1213.R2. PMID: 40164190.
 88. Modaressi K, Erschbamer M, Exner GU. Dysplasia of the hip in adolescent patients successfully treated for developmental dysplasia of the hip. *J Child Orthop*. 2011 Aug;5(4):261-6. doi: 10.1007/s11832-011-0356-0. Epub 2011 Jul 2. PMID: 22852032; PMCID: PMC3234894.
 89. van Kouswijk HW, Bus MPA, Gademan MGJ, Nelissen RGHH, de Witte PB. Total Hip Arthroplasty in Children: A Dutch Arthroplasty Register Study with Data from 283 Hips. *J Bone Joint Surg Am*. 2025 Apr 16;107(8):811-818. doi: 10.2106/JBJS.24.00657. Epub 2025 Feb 13. PMID: 39946439.
 90. Malvitz TA, Weinstein SL. Closed reduction for congenital dysplasia of the hip. Functional and radiographic results after an average of thirty years. *J Bone Joint Surg Am*. 1994;76(12):1777–1792.
-
91. Антонио Глигориевски. Компјутеризирана томографија за радиолошки техничари. ISBN 978-608-65859-2-1
 92. Ramesh A, Di Laura A, Henckel J, Hart A. The variability of CT scan protocols for total hip arthroplasty: a call for harmonisation. *EFORT Open Rev*. 2023 Nov 1;8(11):809-817. doi: 10.1530/EOR-22-0141. PMID: 37909704; PMCID: PMC10646515.
 93. Farber JM. A helpful radiographic sign in CDH. *Orthopedics*. 1992 Sep;15(9):1072–1074. doi:10.3928/0147-7447-19920901-15.

94. McKay DW. A comparison of the innominate and the pericapsular osteotomy in the treatment of congenital dislocation of the hip. *Clin Orthop Relat Res.* 1974 Jan-Feb;(98):124-32. doi: 10.1097/00003086-197401000-00013. PMID: 4817221.
95. The jamovi project. jamovi (Version 2.3) [Computer Software]. Sydney, Australia; 2023. Available from: <https://www.jamovi.org>
96. Jaremko JL, Wang CC, Dulai S. Reliability of indices measured on infant hip MRI at time of spica cast application for dysplasia. *Hip Int.* 2014 Jul-Aug;24(4):405-16. doi: 10.5301/hipint.5000143. Epub 2014 May 30. PMID: 24970320.
97. van Douveren FQ, Pruijs HE, Sakkers RJ, Nievelstein RA, Beek FJ. Ultrasound in the management of the position of the femoral head during treatment in a spica cast after reduction of hip dislocation in developmental dysplasia of the hip. *J Bone Joint Surg Br.* 2003 Jan;85(1):117-20. doi: 10.1302/0301-620x.85b1.12665. PMID: 12585589.
98. Eberhardt O, Zieger M, Langendoerfer M, Wirth T, Fernandez FF. Determination of hip reduction in spica cast treatment for DDH: a comparison of radiography and ultrasound. *J Child Orthop.* 2009 Aug;3(4):313-8. doi: 10.1007/s11832-009-0194-5. Epub 2009 Aug 6. PMID: 19657686; PMCID: PMC2726876.
99. Xiao H, Tang Y, Su Y. Transgluteal Ultrasonography in Spica Cast in the Post-reduction Assessment of Hip Developmental Dysplasia. *Ultrasound Med Biol.* 2024 Feb;50(2):237-242. doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2023.10.007. Epub 2023 Nov 10. PMID: 37949763.
100. Mehdizadeh M, Dehnavi M, Tahmasebi A, Mahlisha Kazemi Shishvan SA, Babakhan Kondori N, Shahnazari R. Transgluteal ultrasonography in spica cast in postreduction assessment of developmental dysplasia of the hip. *J Ultrasound.* 2020 Dec;23(4):509-514. doi: 10.1007/s40477-019-00408-y. Epub 2019 Oct 19. PMID: 31630380; PMCID: PMC7588562
101. Yu J, Duan F, Guo W, Wang D, Qin X, Fu G, Chen T. Consistency of Indices Obtained via Hip Medial Ultrasound and Magnetic Resonance Imaging in Reduction and Spica Cast Treatment for Developmental Dysplasia of the Hip. *Ultrasound Med Biol.* 2021 Jan;47(1):58-67. doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2020.08.010. Epub 2020 Oct 8. PMID: 33039172.

102. Zhang G, Li M, Qu X, Cao Y, Liu X, Luo C, Zhang Y. Efficacy of closed reduction for developmental dysplasia of the hip: midterm outcomes and risk factors associated with treatment failure and avascular necrosis. *J Orthop Surg Res.* 2020 Dec 2;15(1):579. doi: 10.1186/s13018-020-02098-3. PMID: 33267908; PMCID: PMC7709328.
103. Wicart P, Seringe R, Glorion C, Brassac A, Rampal V. Closed reduction in late-detected developmental dysplasia of the hip: indications, results and complications. *J Child Orthop.* 2018 Aug 1;12(4):317-322. doi: 10.1302/1863-2548.12.180088. PMID: 30154921; PMCID: PMC6090199.
104. Rampal V, Sabourin M, Erdeneshoo E, Koureas G, Seringe R, Wicart P. Closed reduction with traction for developmental dysplasia of the hip in children aged between one and five years. *J Bone Joint Surg Br.* 2008 Jul;90(7):858-63. doi: 10.1302/0301-620X.90B7.20041. PMID: 18591592.
105. Mandel DM, Loder RT, Hensinger RN. The predictive value of computed tomography in the treatment of developmental dysplasia of the hip. *J Pediatr Orthop.* 1998 Nov-Dec;18(6):794-8. PMID: 9821138.
106. Li PL, Ganz R. Morphologic features of congenital acetabular dysplasia: one in six is retroverted. *Clin Orthop Relat Res.* 2003 Nov;(416):245-53. doi: 10.1097/01.blo.0000081934.75404.36. PMID: 14646767.
107. Beaulé PE, Allen DJ, Clohisey JC, Schoenecker P, Leunig M. The young adult with hip impingement: deciding on the optimal intervention. *J Bone Joint Surg Am.* 2009 Jan;91(1):210-21. doi: 10.2106/JBJS.210. PMID: 19122097; PMCID: PMC7004471.
108. Liu HJ, Chen IH, Wang TM, Lee CC, Lin SC, Kuo KN, Wu KW. Morphological differences between residual childhood hip dysplasia with previous osteotomy and adolescent-onset hip dysplasia. *J Orthop Surg Res.* 2025 Mar 13;20(1):271. doi: 10.1186/s13018-025-05655-w. PMID: 40075506; PMCID: PMC11905704.
109. Badrinath R, Jeffords ME, Bomar JD, Ahmed SI, Pennock AT, Upasani VV. 3D Characterization of Acetabular Deficiency in Children with Developmental Dysplasia of the Hip. *Indian J Orthop.* 2021 Jul 23;55(6):1576-1582. doi: 10.1007/s43465-021-00458-7. PMID: 34987728; PMCID: PMC8688665.

110. Nepple JJ, Wells J, Ross JR, Bedi A, Schoenecker PL, Clohisy JC. Three Patterns of Acetabular Deficiency Are Common in Young Adult Patients With Acetabular Dysplasia. *Clin Orthop Relat Res*. 2017 Apr;475(4):1037-1044. doi: 10.1007/s11999-016-5150-3. PMID: 27830486; PMCID: PMC5339139.
111. Ferraro SL, Dance S, Rajabi D, Elabd A, Tabaie S. Equity in the Developmental Dysplasia of the Hip (DDH) Diagnosis and Treatment: A Retrospective Cohort Study to Unravel the Effect of Area Deprivation and the Insurance Type. *Cureus*. 2024 Mar 26;16(3):e56956. doi: 10.7759/cureus.56956. PMID: 38533323; PMCID: PMC10964837.
112. Ferraro SL, Chiu AK, Seibold BT, Gu A, Agarwal AR, Dance S, Thakkar SC, Tabaie S. A National Database Analysis: Does Cold Weather Affect the Surgical Intervention Rate for Developmental Dysplasia of the Hip in Children Under Five Years? *Cureus*. 2024 Apr 10;16(4):e57998. doi: 10.7759/cureus.57998. PMID: 38606022; PMCID: PMC11006625.

10. Прилози

ЈЗУ УК ТОАРЛИУЦ - СКОПЕ
Клиника за ортопедски болести



Сонографија на колкови
Име на пациентот: _____
Раѓање: _____
Пол: _____ машки, _____ женски
Претходно третман од друг лекар: _____ да
_____ не

Фамилијарна анамнеза: _____ негативна _____ позитивна

Ризични фактори при раѓање:
_____ карлична положба _____ Останати малформации _____ torticollis
_____ sectio caesarea _____ Pes adductus _____ деф. на грбет
_____ преран пород во _____ месец _____ Pes equinovarus _____ др. малформации
_____ тежок пород
_____ повеќеплодна бременост

Клинички наод:
Асиметрија на бразди _____ да _____ не Нестабилност: десно _____ лево _____
Ограничена абдукција _____ десно _____ лево _____
_____ обострано _____
_____ Ортолани
_____ Palmen
_____ крикање

Датум на прв преглед: _____
(ден, месец, година)
Возраст: _____ денови _____

RTG иследување десно _____ лево _____
- б. о. _____
- дисплазија _____
- сублуксација _____
- луксација _____
Месеци: _____ Години: _____

Сонографски наод:

1. Коскено обликување десно _____ лево _____	4. Јадра на главата: десно _____ лево _____
- добро _____	- присутни _____
- задоволува _____	- не се присутни _____
- непотполно _____	5. Положба на главата: _____
- лошо _____	- центрирана _____
2. Коскен агол _____	- гранична вредност _____
- аглест _____	- децентрирана _____
- заоблен _____	6. Агли по Граф. _____
- тркалезен _____	- алфа степени _____
- сплеснат _____	- бета степени _____
3. Рскавичен кров: _____	Тип по Граф: _____
- тесен, зашилен _____	1a/1b _____
- широка база _____	2a+/2a-/2b/2r _____
- широк, поместен _____	Д _____
- згуснат _____	3a/3b _____
	4 _____

Терапија:
1. Без терапија _____ 5. Хилгенрајнеров апарат _____ 9. Отворена репозиција _____
2. Широко повивање _____ 6. Екстензиона репозиција _____ 10. Крај на третманот _____
3. Абдукциони гајчици _____ 7. Вертикална екстензија _____
4. Павликова ортоза _____ 8. Некрвава репозиција _____
Друго _____
Доктор _____

Прилог 1: Листа за следење на пациенти со РДК на Клиниката за ортопедски болести

ИНФОРМИРАНА СОГЛАСНОСТ

1. КЛУЧНИ ИНФОРМАЦИИ ЗА СТУДИЈАТА И ИСТРАЖУВАЧИТЕ

Наслов на студијата: Компјутеризирана томографија во тесен прозорец за постоперативна евалуација на успешноста на некрвавата репозиција на колк при развојна дисплазија на колкот

Главен истражувач: ас. др. Милена Богојевска Доксевска

Ментор : проф. др. Милан Самарџиски, ЈЗУ Универзитетска Клиника за ортопедски болести

Поканети сте Вашето дете да учествува во студијата за компјутеризирана томографија (понатаму КТ) во тенок прозорец по некрвава репозиција на развојна дисплазија на колкот (понатаму РДК) кај бебиња/деца

2. ЦЕЛ НА СТУДИЈАТА

Целта на спроведувањето на компјутеризирана томографија во тесен е да се процени постоперативниот исход од процедурата на некрвава репозиција за развојна дисплазија на колкот (РДК). Скенот ќе обезбеди детални слики од колкот за да се оцени позицијата на компонентите на колкот и да се идентификуваат можни компликации.

3. КОЈ МОЖЕ ДА УЧЕСТВУВА ВО СТУДИЈАТА

3.1. Кој може да учествува во студијата?

Во студијата може да учествуваат деца од 0 до 3 години со развојна дисплазија на колкот (исчашување на колкот), кај кои претходно не била изведена оперативна интервенција. Од студијата ќе бидат исклучени деца кои дополнително имаат невромускулни заболувања, генетски заболувања и кои имале претходна оперативна интервенција на колкот

3.2. Колку испитаници се очекува да учествуваат во оваа студија и како ќе се регрутираат?

Во оваа студија ќе учествуваат 50 бебиња со вродена дисплазија на колк кои на Клиниката за ортопедски болести се примиле за некрвава (затворена) репозиција на колкот.

4. ИНФОРМАЦИИ ЗА УЧЕСТВО ВО СТУДИЈАТА

4.1. Кои процедури ќе се применат во испитувањето?

Испитувањето ќе се одвива на Клиниката за ортопедски болести. По спроведување на некрвавата репозиција половина од пациентите ќе бидат подложени на скенирање во тесен прозорец (кое за првпат ќе се спроведува во нашата држава, а стандардно се прави во САД и европските земји), а кај другата половина ќе се спроведе стандардно радиолошко испитување-нативна радиографија. Во која група ќе припадне Вашето дете зависи од методот што го користи вашиот доктор. Скенирањето со тесен прозорец претставува добивање на пресечни слики на колкот користејќи рендгенски зраци. Процедурата е брза и безболна, и обезбедува детални информации за анатомијата и положбата на компонентите на колкот, а има и предвидувачка моќ за можни компликации.

Процедурата вклучува изложеност на јонизирачки зраци. Иако дозата е минимизирана во педијатриските процедури, постои мал поврзан ризик.

Податоците ќе бидат собирани на CD (compact disc) со сликите од КТ испитувањето, или CD, односно радиографски филм од обичната радиографија на колкот.

Понатаму пратењето на пациентите е стандардно и еднакво во двете групи, во првата година се прават контроли на три месеци со клинички преглед и ултразвук, додека на шест месеци ќе се направат и радиографски контроли.

4.2. Колку време ќе трае учеството во студијата?

По завршување на некрвавата репозиција и направеното радиографско иследување лекувањето се спроведува на таков начин што на шест недели се менува гипсената имобилизација. Истото се случува еднаш до двапати во зависност од возраста на пациентот и од успешноста на методот. Компјутеризираната томографија се изведува по првата некрвава репозиција, во избрани случаи и по втората. Доколку се процени дека репозицијата не е успешна, по повторната репозиција ќе се повтори компјутеризираната томографија.

4.3. Кога ќе заврши учеството во студијата?

Учеството во студијата ќе биде по една година од првата некрвава репозиција.

4.4. Ако потенцијалниот учесник одлучи да не учествува во испитувањето, кои други опции ги има?

Како алтернативни методи за евалуација, може да се разгледаат ултразвук, рендген или магнетна резонанца. Сепак, скенот во тесен прозорец во овој случај е препорачан поради способноста да обезбеди детални информации за колкот и да ја намали потребата од повторно сликање, што е случај со радиографиите. Притоа, не се користи анестезија и не се чека, со што се губи драгоцено време доколку положбата не задоволува (што е случај со МРИ).

5. ИНФОРМАЦИИ ЗА РИЗИЦИТЕ И КОРИСТА ОД УЧЕСТВОТО ВО СТУДИЈАТА

5.1. Дали, со учеството во оваа студија, учесникот ќе биде изложен на ризик? Како тој ќе биде заштитен од овие ризици?

Компликациите од скенирањето се ретки, но може да вклучат алергиски реакции на контрастен материјал (ако се користи, но не е планиран за овие испитувања) и изложеност на радијација. Дозата на радијација ќе се задржи на минимумот кој е разумно постиглив.

5.2. Што ќе се случи ако учесникот биде повреден, ако се разболи или ако му се појават други здравствени проблеми за време на учеството во студијата?

При појава на било какви несакани реакции од процедурата, пациентот ќе биде згрижен на Клиниката за ортопедски болести каде ќе бидат преземени сите достапни мерки за справување со таа состојба, вклучувајќи и итен третман кој ќе биде покриен од осигурителната компанија на учесникот, од него самиот или од фондовите наменети за тоа од установата каде што се врши истражувањето. Со потпишувањето на оваа согласност, учесникот не се откажува од можноста да бара отштета ако несаканото збиднување е директно поврзано со испитувањето..

5.3. Каква корист директно ќе има учесникот од учеството во оваа студија? Каква корист може тоа да донесе за другите?

Скенот ќе обезбеди детални слики од колкот за да се оцени позицијата на компонентите на колкот и да се идентификуваат можни компликации. Сликата која се добива е многу појасна отколку онаа при нативна радиографија, бидејќи се избегнуваат пречките што ги предизвикува гипсот. Воедно има и предвидувачки ефект за евентуална појава на компликации, како и проценка за потреба од дополнителни процедури.

5.4. Дали истражувачот ќе го извести учесникот ако добие нова информација од истражувањето која би можела да ја промени неговата желба да учествува и понатаму во студијата?

Да, истражувачот ќе Ве извести ако добие нова информација која може да ја промени Вашата желба да останете во студијата.

6. КРАЈ НА СТУДИЈАТА

6.1. Ако сака да престане со своето учество во студијата, што треба да направи учесникот?

Учесникот е слободен и има право да ја напушти студијата кога сака, без да даде какво било образложение и поради тоа нема да има никакви последици во смисла на третманот и односот кон него од страна на докторот, медицинскиот персонал или болницата. Но, ако се одлучи да ја напушти студијата, се моли да ја извести личноста за контакт ставена во секцијата 9 (главниот истражувач). Ако случајно се одлучи да ја каже причината за прекин, причините ќе се чуваат заедно со другите негови документи.

Од друга страна, пак, студијата може да биде прекината и од страна на главниот истражувач и/или институцијата (спонзор), ако е тоа неопходно.

7. ФИНАНСИСКИ ИНФОРМАЦИИ

7.1. Дали на учесникот ќе му се плаќа за учеството во студијата?

За учеството во студијата не се предвидени какви било финансиски надоместоци.

7.2. Дали учесникот треба да плати што било како дел од оваа студија?

Учесникот нема дополнителни трошоци.

8. ЗАШТИТА И СПОДЕЛУВАЊЕ НА ИНФОРМАЦИИТЕ ОД СТУДИЈАТА

8.1. Како истражувачите ќе ги заштитат информациите на учесникот?

Информациите за пациентите ги има исклучиво главниот истражувач. Главниот истражувач има потпишано изјава за доверливост ако такво нешто е од него барано од друга страна. Тоа значи дека не може да ги открие податоците од студијата кои ќе го идентификуваат без согласност на учесникот.

8.2. Кој ќе има дозвола за приод до истражувачките документи?

Постојат ситуации кога информациите во врска со учесникот може да бидат дадени на увид за време на студијата, и тоа:

- ако е тоа побарано од Универзитетот, државните органи кои со закон го имаат тоа право (Државниот завод за ревизија), мониторинзите и/или Етичката комисија, со цел да се добијат гаранции дека студијата се изведува во услови на безбедност и соодветност за учесниците

8.3. Што ќе се случува со информациите добиени во оваа студија?

Сите информации поврзани со учесникот кои ќе бидат собрани во текот на истражувањето ќе бидат тргнати на страна и единствено членовите на истражувачкиот тим ќе можат да ги видат. Овие информации ќе служат и за понатамошно следење на учесниците на студијата со тек на време. Резултатите што ќе се добијат со истражувањето ќе бидат објавени во научни списанија или

ќе бидат презентирани на научни собири, но никогаш нема да бидат дадени информации за учесникот во истражувањето кои би го откриле неговиот идентитет без негова дозвола.

8.4. Дали информациите на учесникот ќе се користат за идни испитувања или ќе се споделуваат со други?

Доколку главниот истражувач одлучи да ги сподели информациите од истражувањето за идни студии или да ги сподели Вашите информации со други истражувачи, информациите нема да го содржат името на учесникот или какви било други информации кои би укажале на Вашиот идентитет (ќе се направи деидентификација). Во тој случај, истражувачкиот тим нема да има обврска да бара од учесникот повторно да потпишува информирана согласност.

9. ИНФОРМАЦИИ ЗА КОНТАКТ

9.1. Кого учесникот може да контактира во случај на потреба додека учествува во оваа студија?

За време на траењето на студијата, во случај да имате какви било прашања, можете да ги контактирате следниве лица:

Одговорен истражувач (име и презиме): др. Милена Богојевска Доксеска

Тел. број: 070/339963

Е-адреса: milena.bogojevska@gmail.com

Институција: ЈЗУ Универзитетска клиника за ортопедски болести

Тел. број: 02/3147626

Е-адреса: ktoariluc@zdravstvo.gov.mk

10. СОГЛАСНОСТ НА УЧЕСНИКОТ ДА УЧЕСТВУВА ВО СТУДИЈАТА

Со потпишувањето на овој документ, Вие се сложувате да учествувате во студијата. Осигурете се дека добро разбравте за што се работи во студијата пред да потпишете.

Ќе добиете копија од овој документ за Вас лично, а оригиналната потпишана форма ќе се чува во Вашето досие на оваа студија. Ако имате какво било прашање за студијата откако го потпишавте овој документ, можете да ги контактирате лицата дадени погоре во секцијата 9.

Внимателно ги прочитајте сите горенаведени информации и ја разбираам целта на истражувањето на кое се однесува. Имав можност да поставувам прашања и на сите прашања што ги поставив добив задоволителни одговори. Доброволно се согласувам да учествувам во ова истражување.

Со потпишувањето на овој документ, Вие се сложувате Вашето да учествува во студијата. Бидете уверени дека добро разбравте за што се работи во студијата пред да потпишете.

Ќе добиете копија од овој документ за Вас лично, а оригиналната потпишана форма ќе се чува во Вашето досие на оваа студија. Ако имате какво било прашање за студијата откако го потпишавте овој документ, можете да ги контактирате лицата дадени погоре во секцијата 9.

Внимателно ги прочитајте сите горенаведени информации и ја разбираам целта на истражувањето. Имав можност да поставувам прашања и на сите прашања што ги поставив добив задоволителни одговори. Јас се согласувам моето да учествува во ова истражување.

11. УСЛОВНА СОГЛАСНОСТ

11.1. Согласност за користење на видео- и/или аудиоснимки и/или фотографии за потребите на студијата, како и медицинска документација

Студијата вклучува користење на видео- и/или аудиоснимки и/или фотографии. Ако не се согласувате да бидете видео- и/или аудиоснимани и/или фотографирани, Вие и натаму можете да учествувате во студијата, како и медицинска документација.

Х Да, јас се сложувам да бидам видео- и/или аудиосниман и/или фотографиран, како и тоа мојата медицинска документација да биде искористена за овој труд.

_____ Не, јас не се сложувам да бидам видео- и/или аудиосниман и/или фотографиран, како и тоа мојата медицинска документација да биде искористена за овој труд.

11.2. Согласност за користење на видео- и/или аудиоснимки и/или фотографии за публикување, презентација и за едукативни цели

Студијата вклучува користење на видео- и/или аудиоснимки и/или фотографии за публикување и презентација во едукативни цели.

х Да, јас се сложувам моите видео- и/или аудиоснимки и/или фотографии кои се дел од оваа студија да бидат публикувани, презентирани или користени за едукативни цели.

_____ Не, јас не се сложувам моите видео- и/или аудиоснимки и/или фотографии кои се дел од оваа студија да бидат публикувани, презентирани или користени за едукативни цели.

Име и презиме на испитаник: _____

Име и презиме на родител/старател: _____

Потпис: _____

Датум на потпис (ден/месец/година): _____

12. ИЗЈАВА НА ИСТРАЖУВАЧОТ КОЈ ЈА ЗЕМА СОГЛАСНОСТА

Потврдувам дека целосно и соодветно го прочитав информативниот документ на потенцијалниот учесник во истражувањето и се потрудив тој/таа точно да ги разбере дадените информации. Потврдувам дека на учесникот му беше дадена можност да поставува прашања за истражувањето и дека на сите прашања одговорив најдобро што можев. Потврдувам дека не извршив никаков притисок за потпишување на согласноста и дека согласноста е дадена слободно и доброволно.

Изјавувам дека копија од овој документ е дадена на учесникот во истражувањето.

Име и презиме: _____

Потпис: _____

Датум на потпис (ден/месец/година): _____

Прилог 2: Информирана согласност

Прирачник

Компјутеризирана томографија (СТ) на колкот на доенче на ниво на трирадијатната рскавица со дебелина на пресек од 1 cm

Цел:

Овој прирачник дава објаснување чекор по чекор како водич за радиолошки техничари при вршење на компјутеризирана томографија (СТ) во тесен прозорец на колкот на доенче, конкретно на ниво на **трирадијатната рскавица** (местото каде се среќаваат илиумот, ишиумот и пубисот во карлицата – дното на ацетабулумот). Прегледот ќе се изврши со **дебелина на пресек од 1 cm**, што обезбедува баланс помеѓу резолуцијата и радијационата експозиција за педијатриски пациенти.

Подготовка

1. **Потврдување на упатот:**
 - Потврдете го упатот за **СТ на колкот на доенче на ниво на трирадијатната рскавица**.
 - Прегледајте ги релевантните клинички податоци (на пр. развојна дисплазија на колкот, траума или вродени деформации), најчесто тоа ќе биде дете во гипсена имобилизација после некрвава репозиција на колк поради развојна дисплазија на колк.
2. **Објаснување на постапката на родителите:**
 - Објаснете ја постапката на родителите или старателите, осигурувајќи се дека ја разбираат процедурите и што да очекуваат. Ова е важно за намалување на анксиозноста на и доенчето и на родителите.
 - Напоменете дека процедурата ќе биде кратка, но дека доенчето треба да остане мирно за време на снимањето за добри слики.
3. **Безбедност при радијација:**
 - **Поставете оловна заштита на гениталиите на детето.**
 - Осигурајте се дека се користи **најниско можно ниво на радијација** според педијатрискиот протокол, земајќи ја предвид помалата големина на доенчето и зголемената осетливост на радијација.
 - Потврдете дека СТ поставките се прилагодени за педијатриско снимање за да се минимизира непотребната експозиција.

Позиционирање на доенчето

1. **Подготовка на СТ масата:**
 - Осигурајте се дека СТ масата е чиста и поставена на удобна висина за извршување на постапката. Поставете чист чаршаф на масата за хигиена.
 - Поставете го доенчето на грб (на лежење), со центрирање на областа на интерес — **колкот на ниво на трирадијатната рскавица** — во поле на скенирање, симетрично, двата колка треба да се гледаат на исто ниво на напречните пресеци.
2. **Позиционирање на ногата:**
 - **Целна област:** Поставете ја карлицата на доенчето така што трирадијатната рскавица ќе биде во централниот дел на полето за скенирање. **Трирадијатната рскавица** се наоѓа во дното на ацетабулумот
 - **Ограничувања:** За да се спречи движење, користете нежни ограничувачи за да ги задржиш мирни ногата и карлицата на доенчето. Осигурајте се дека ограничувачите се безбедни, но не премногу тесни за да не предизвикаат непријатност. Се препорачува родител да биде присутен каудално при снимањето за снимање на детето, со соодветна оловна мантил заштита.
3. **Проверка на правилното порамнување:**
 - Осигурајте се дека **двата колка** се во правилно порамнување со областа на скенирање.

- Ако имате било какви сомнежи за позиционирањето, проверете го повторно за да се осигурите дека трирадијатната рскавица е во посакуваната област.

Подесување на СТ скенерот

1. **Позиционирање на гентри:**
 - Поставете го СТ скенерот така што карлицата и колкот на доенчето ќе бидат во центарот на полето за скенирање.
 - **Пресекот треба да ја вклучува трирадијатната рскавица**, која се наоѓа на дното на ацетабулумот на спојот на пубисот, илиумот и ишиумот.
2. **Поставување на параметрите за скенирање:**
 - **Дебелина на пресек:** Постави **дебелина на пресек од 1 cm**. Оваа дебелина на пресек обезбедува добар баланс помеѓу квалитетот на сликите и радијационата експозиција за педијатриски пациенти.
 - **Опсег на скенирање:** Осигури се дека скенирањето ја покрива целата област на колкот, од **ацетабулумот до големиот трохатер на фемурот**. Скенирањето треба да ја вклучува **трирадијатната рскавица** без да вклучува непотребни делови од абдоменот или карлицата.
 - **СТ протокол:** Користи соодветен педијатриски протокол за оптимизирање на радијационата доза додека се одржува квалитетот на сликите за дијагностика. Поставките за СТ треба да бидат прилагодени на големината на телото на доенчето.
3. **Колимација:**
 - Осигурајте се дека колимацијата е поставена на соодветен начин за да се ограничи радијационата експозиција на потребната област на интерес. Ова ќе го намали расејаното зрачење и ќе ја подобри јасноста на сликите.

Извршување на скенирањето

1. **Започни го скенирањето:**
 - Потврдете дека доенчето е удобно и правилно поставено.
 - Започнете го скенирањето, осигурувајќи се дека доенчето останува мирно за време на снимањето. Времетраењето на скенирањето обично е кратко (10-20 секунди), но е многу важно доенчето да остане мирно за да се добијат добри слики.
2. **Набљудување на доенчето:**
 - Набљудувајте го доенчето за време на процедурата. Ако доенчето се вознемири, може да се направи пауза и да се повтори позиционирањето. Во некои случаи, родителот или старателот може да помогне со држење на раката или ногата на доенчето, но важно е да се следат правилата за заштита од радијација.
3. **Провери ја квалитетот на сликата:**
 - По завршувањето на скенирањето, проверете ги сликите за евентуални артефакти или заматеност. Ако сликите не се јасни или не го покриваат посакуваното подрачје (трирадијатната рскавица), повторно позиционирајте го доенчето или прилагодете ги поставките и повторете го скенирањето.
 - Осигурајте се дека сликата е јасна, со **трирадијатната рскавица** јасно видлива на ниво на ацетабулумот.

Постапки по скенирањето

1. **Процена на резултатите:**
 - Прегледајте ги сликите за да се осигуриш дека **трирадијатната рскавица** и околната анатомија правилно се покриени.
- Ако скенирањето е задоволително, продолжете со подготовка на доенчето за враќање во чекање просторијата.

2. **Отстранување на ограничувачите:**

- По завршувањето на скенирањето, нежно отстранете ги ограничувачите што се користат за да ја задржат карлицата и нозете на доенчето мирни.
- Потврдете им на родителите или старателите дека процедурата е завршена.

3. **Документирање на постапката:**

- Осигурајте се дека сите релевантни информации се документирани, вклучувајќи ја дебелината на пресекот (1 cm), параметрите за скенирање и забелешките во врска со позиционирањето на доенчето.
- Запишете било какви специјални напомени (на пример, ако е потребно да се користи седација или ако родителот го држел доенчето).

Дополнителни совети:

- **Движење на доенчето:** Доенчињата можат да бидат предизвик за задржување мирни, па бидете трпеливи и користете техники за смирување. Во некои случаи, родителите можат да помогнат со говорење на доенчето или држење на раката (со заштита од радијација).
- **Радијациона доза:** Секогаш користете педијатриски КТ протокол за намалување на радијационата експозиција. Осигурајте се дека скенирањето ги покрива само потребните анатомски области.
- **Комфор на родителите:** Ако доенчето се чувствува вознемирено или неудобно, може да помогне ако родителот остане во собата со детето. Сепак, внимавајте да се почитуваат правилата за заштита од радијација.
- **Протоколи за итни случаи:** Иако КТ снимањето обично е безбедно, секогаш бидете подготвени за евентуални итни случаи и имајте опрема за реанимација на доенчињата и децата, ако е потребно.

Прилог 3. Прирачник за радиолошки техничари

Биографија

Д-р Милена Богојевска Доксевска е родена на 16ти септември 1983 година, во Охрид, Р. Македонија. Основното и средното образование ги завршува со одличен успех во родниот град. Своео високо образование го стекнува на Медицинскиот факултет при Универзитетот „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје, каде што дипломира во 2008 година со просечна оценка 9,38. Уште од почетоките на својата професионална кариера интересот го насочува кон ортопедијата и трауматологијата, особено кон детската ортопедија.

По дипломирањето, своето прво професионално искуство го стекнува како доктор волонтер во Специјалната болница за ортопедија и трауматологија „Св. Еразмо“ во Охрид. Во 2010 година ја започнува специјализацијата по ортопедска хирургија на Универзитетската клиника за ортопедски болести во Скопје, која ја завршува во 2016 година. Од истата година работи како доктор специјалист по ортопедска хирургија на Универзитетската клиника за ортопедски болести, каде што ја продолжува својата клиничка, стручна и научноистражувачка работа.

Во рамките на својата стручна надградба има реализирано повеќе престои во реномирани европски и американски центри. Во 2013 година учествува на EFORT Spring Travelling Fellowship во Белгија. Во 2017 година престојува на Медицинскиот универзитет во Барселона, каде што се усовршува во областа на хирургијата на стапалото и скочниот зглоб под менторство на проф. д-р Цавиер Мартин-Олива. Во 2019 година реализира стручен престој во University of Iowa Stead Family Children's Hospital во Соединетите Американски Држави, каде што се усовршува во третманот на вроденото криво стапало според методот на Понсети, под менторство на проф. д-р Хозе Моркуенде. Од јули 2026 до јуни 2027 ќе работи како клинички соработник по ортопедија во Hospital for Sick Children во Торонто, Канада.

Покрај клиничката работа, д-р Богојевска Доксевска активно е вклучена и во развојот на ткивното банкарство и трансплантацијата. Од 2021 година е болнички координатор за трансплантација при Министерството за здравство. Како дел од својата едукација во оваа област, во октомври 2022 година реализира стручен престој во Банката за крв и ткива во Барселона, Шпанија, посветен на ткивното банкарство. Нејзиниот професионален ангажман е тесно поврзан и со наставно-образовната дејност. Од 2023 година е асистент по предметот „Ортопедски болести“ на Медицинскиот факултет при Универзитетот „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје. Учествува во практичната настава по ортопедија за студентите по општа медицина, како и во наставата за студентите на тригодишните стручни студии за физиотерапевти, вклучително и во областа на ортопедијата во спортската медицина.

Во текот на својата професионална кариера учествува на бројни домашни и меѓународни конгреси, симпозиуми, стручни состаноци и работилници, како автор и коавтор на научни и стручни трудови и како предавач на теми од областа на детската ортопедија, развојната дисплазија на колкот, вроденото криво стапало, трауматологијата и ткивната трансплантација. Таа е и коавтор на стручни публикации и учебни изданија од областа на ортопедијата и коскената трансплантација.

Со својата досегашна клиничка, научноистражувачка и наставна работа, д-р Милена Богојевска Доксевска континуирано го гради својот професионален развој во областа на ортопедската хирургија, со особена посветеност на детската ортопедија, едукацијата на идните медицински кадри и унапредувањето на современите методи на лекување на ортопедските заболувања кај децата.