



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA**

NICOLE RIBEIRO ASBEG

**AVALIAÇÃO MORFOMÉTRICA DO QUADRIL DE CRIANÇAS E
ADOLESCENTES COM DOENÇA FALCIFORME**

Salvador, Bahia
2024

NICOLE RIBEIRO ASBEG

**AVALIAÇÃO MORFOMÉTRICA DO QUADRIL DE CRIANÇAS E
ADOLESCENTES COM DOENÇA FALCIFORME**

Dissertação de mestrado apresentada à banca examinadora do Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, da Universidade Federal da Bahia, como requisito para obtenção do título de Mestre em Biotecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Gildásio de Cerqueira Daltro

Salvador, Bahia
2024

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Universitário de Bibliotecas (SIBI/UFBA), pelo Bibliotecário Rafael Matos Nunes- CRB 5/1938, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

A799 Asbeg, Nicole Ribeiro
Avaliação morfológica do quadril de crianças e adolescentes com
Doença Falciforme/ Nicole Ribeiro Asbeg. – Salvador, 2024.
42 f. : il.

Orientadora: Prof. Dr. Gildásio de Cerqueira Daltro
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia, Instituto de
Ciências da Saúde/Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, 2024.

1. Doença Falciforme. 2. Osteonecrose do quadril. 3. Crianças. 4.
Adolescentes. 5. Medidas radiográficas. 6. Morfometria do quadril.
I. Daltro, Gildásio de Cerqueira. II. Universidade Federal da Bahia. III.
Título.

CDU 616.15

NICOLE RIBEIRO ASBEG

AVALIAÇÃO MORFOMÉTRICA DO QUADRIL DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES COM DOENÇA FALCIFORME

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do grau de Mestre em Biotecnologia pelo Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Bahia.

Aprovada em 26 de agosto de 2024.

BANCA EXAMINADORA:

Documento assinado digitalmente
 GILDASIO DE CERQUEIRA DALTRO
Data: 24/09/2024 17:22:52-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Gildásio de Cerqueira Daltro – Orientador _____
Doutor em Cirurgia pela Universidade Federal da Bahia
UFBA, Brasil.
Universidade Federal da Bahia.

Documento assinado digitalmente
 ROBERTO JOSE MEYER NASCIMENTO
Data: 24/09/2024 10:44:25-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Roberto José Meyer Nascimento _____
Doutor em Imunologia pela Universidade Federal da Bahia,
UFBA, Brasil.
Universidade Federal da Bahia.

Documento assinado digitalmente
 PAULA BRAGA DALTRO
Data: 23/09/2024 10:30:58-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Paula Braga Daltro _____
Doutora em Imunologia pela Universidade Federal da Bahia,
UFBA, Brasil.
Laboratório Central de Saúde Pública Profº Gonçalo Moniz – LACEN/BA..

ASBEG, Nicole Ribeiro. Avaliação morfométrica do quadril de crianças e adolescentes com Doença Falciforme. 2024. Orientador: Gildásio de Cerqueira Daltro. 36 f. il. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2024.

RESUMO

A Doença Falciforme (DF) é uma hemoglobinopatia prevalente na população de descendentes africanos e frequentemente associada a complicações osteoarticulares como a osteonecrose (ON) da cabeça do fêmur. Este estudo transversal descreve a morfometria do quadril em crianças e adolescentes com ON secundária à DF, utilizando os índices radiográficos: índice acetabular (IA), ângulo de Sharp, ângulo de Wiberg e ângulo cervicodiafisário. A força muscular dos participantes foi avaliada utilizando a escala MRC. Treze participantes com idades entre 8 e 14 anos foram incluídos no estudo, resultando na avaliação de 17 quadris. A maioria dos quadris apresentou IA dentro de valores satisfatórios, com apenas um caso classificado como “bom”. Tanto o ângulo de Sharp quanto o ângulo cervicodiafisário demonstraram valores alterados que sugerem displasia de quadril e coxa valga. A maioria dos quadris apresentou valores satisfatórios para o ângulo de Wiberg, com um quadril sendo considerado insatisfatório. A força muscular foi simétrica e satisfatória, sem correlação com os parâmetros radiográficos ou outras variáveis. Este estudo enfatiza a importância da avaliação precoce e contínua da morfometria do quadril em jovens pacientes com DF para o diagnóstico e manejo eficaz da ON.

Palavras-chave: Doença Falciforme, Osteonecrose do quadril, Crianças e adolescentes, Medidas radiográficas e Morfometria do quadril.

ASBEG, Nicole Ribeiro. Morphometric Evaluation of the Hip in Children and Adolescents with Sickle Cell Disease. 2024. Orientador: Gildásio de Cerqueira Daltro. 36 f. il. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2024.

ABSTRACT

Sickle Cell Disease (SCD) is a hemoglobinopathy prevalent among individuals of African descent and is frequently associated with osteoarticular complications such as osteonecrosis (ON) of the femoral head. This cross-sectional study describes the hip morphology in children and adolescents with ON secondary to SCD, using radiographic indices: acetabular index (AI), Sharp angle, Wiberg angle, and cervicodiaphyseal angle. The muscle strength of participants was assessed using the MRC scale. Thirteen participants aged between 8 and 14 years were included in the study, resulting in the evaluation of 17 hips. Most hips showed AI within satisfactory values, with only one case classified as good. Both the Sharp angle and the cervicodiaphyseal angle demonstrated altered values suggesting hip dysplasia and coxa valga. Most hips showed satisfactory values for the Wiberg angle, with one hip considered unsatisfactory. Muscle strength was symmetrical and satisfactory, with no correlation to radiographic parameters or other variables. This study emphasizes the importance of early and continuous evaluation of hip morphology in young patients with SCD for the effective diagnosis and management of ON.

Keywords: Sickle Cell Disease, Hip Osteonecrosis, Children and Adolescents, Radiographic Measurements and Hip Morphometry.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DF	Doença Falciforme
ON	Osteonecrose ou necrose avascular
OMS	Organização Mundial de Saúde
DATASUS	Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde
ARCO	Association Research Circulation Osseus
JIC	Japanese Investigation Commitee
IA	Índice Acetabular
MRC	Medical Research Council
HUPES	Hospital Universitário Professor Edgard Santos
UFBA	Universidade Federal da Bahia
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	7
2. OBJETIVOS.....	9
2.1. OBJETIVO GERAL	9
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
3. REFERENCIAL TEÓRICO	10
3.1. ANATOMIA DO QUADRIL	10
3.2. DOENÇA FALCIFORME	12
3.2.1. Etiologia	13
3.2.2. Fisiopatologia	13
3.3. OSTEONECROSE	14
3.3.1. Etiologia	14
3.3.2. Epidemiologia	15
3.3.3. Crianças e adolescentes	15
3.3.4. Fisiopatologia	15
3.3.5. Classificação das lesões.....	16
3.4. AVALIAÇÃO MORFOMÉTRICA E MUSCULAR DO QUADRIL	17
4. METODOLOGIA.....	20
4.1. SELEÇÃO DE PARTICIPANTES	20
4.2. CONSIDERAÇÕES ÉTICAS.....	20
4.3. AQUISIÇÃO DAS IMAGENS.....	20
4.4. MENSURAÇÃO DOS PARÂMETROS RADIOGRÁFICOS	21
4.5. AVALIAÇÃO DA FORÇA MUSCULAR.....	24
5. RESULTADOS	25
5.1. ÍNDICE ACETABULAR.....	31
5.2. ÂNGULO DE SHARP	31
5.3. ÂNGULO DE WIBERG	31
5.4. ÂNGULO CERVICODIAFISÁRIO	32
6. DISCUSSÃO.....	33
7. CONCLUSÃO.....	37
REFERÊNCIAS	33

1. INTRODUÇÃO

A Doença Falciforme (DF) é uma hemoglobinopatia autossômica recessiva com distribuição global, caracterizada pela mutação de um gene, que origina a hemoglobina S (1). A DF apresenta diversos padrões genéticos em homozigose (HbSS) e em heterozigose (HbSC, HbSD, HbSE, HbS betatalassemia, HbS alfatalassemia ou HbS mutação rara), e variações nas manifestações clínicas. No Brasil, a incidência de portadores da hemoglobina S (HbS) varia de 6% a 15,7% em diversos grupos populacionais (2).

Predominantemente entre negros e pardos, a DF afeta cerca de sete milhões de pessoas no mundo, e ainda é considerada estigmatizada e negligenciada (3). No Brasil estima-se que 25.000 a 30.000 indivíduos sejam portadores da doença (4,5). Na Bahia, a cada 650 nascidos vivos, um deles é diagnosticado com DF (6).

A prevalência de doenças ósseas, como a osteonecrose (ON), e outras complicações como crises vaso-oclusivas, osteopenia, infarto ósseo, osteoporose, osteomielite etc., varia de 3,2% a 39,4% em crianças e adultos. Aproximadamente 80% das crianças afetadas pela DF apresentam como complicação mais comum a osteonecrose da cabeça femoral (7).

A ON da cabeça femoral inicia-se muitas vezes de maneira assintomática e evolui para uma dor que limita a movimentação do membro (8,9). A progressão da doença é rápida e, em até 87% dos pacientes, evolui para coxartrose avançada nos cinco anos seguintes ao diagnóstico. Além disso, é comumente observado o colapso da cabeça femoral, afetando 77% dos casos (9,10), e a destruição da cartilagem (11). A incidência da doença varia consideravelmente com base no genótipo e na gravidade da condição. A prevalência varia de 3% (12) a 10% (13) em indivíduos com menos de 15 anos. Já em pacientes a partir dos 35 anos, a prevalência pode atingir até 50%, demonstrando um aumento significativo com o avanço da idade (13).

A progressão da doença traz consequências como a perda duradoura do arco de movimento, discrepâncias entre os membros inferiores e anormalidades na marcha (14), além de dor e limitação nos movimentos, que levam a um impacto na qualidade de vida do indivíduo. Em países em desenvolvimento, como o Brasil, o tratamento da DF é limitado, resumindo-se, muitas vezes, ao uso de hidroxiureia, transfusões de sangue e analgésicos (7).

As variações na morfologia do quadril podem ser utilizadas para diagnosticar diversas condições relacionadas a essa articulação e os exames de diagnóstico por imagem, como a radiografia convencional, são utilizados para este fim (15). Para avaliação da região do acetábulo e fêmur algumas medições incluem a inclinação acetabular, índice acetabular, ângulo da borda central lateral, ângulo cefalodiafisário, esfericidade da cabeça femoral, congruência da articulação, versão do acetábulo, profundidade do acetábulo e lateralização da cabeça femoral (16,17). A avaliação da força muscular através de movimentos como flexão, extensão, abdução, adução, rotação interna e externa do quadril, não só auxilia na compreensão da morfologia estrutural, como também a identificar possíveis desequilíbrios musculares que podem influenciar diretamente a biomecânica e a estabilidade da articulação coxofemoral (18,19).

A detecção precoce da ON torna-se fundamental e deve ser realizada antes de qualquer crise vaso-oclusiva anormalmente prolongada de membros inferiores. A análise periódica e acompanhamento das crianças é muito importante – qualquer claudicação e dor podem indicar acometimento da articulação do quadril, e deve-se procurar limitação de mobilidade, especialmente rotação interna (20).

A ON na população infanto-juvenil portadora da doença falciforme constitui um grande desafio para a área da saúde. A precariedade de estudos relacionados a essa população no Brasil, e o início assintomático da doença, torna o diagnóstico precoce e o seu tratamento mais difícil. O objetivo deste estudo foi avaliar a morfologia do quadril por meio da análise de índices radiográficos em crianças e adolescentes com osteonecrose da cabeça femoral induzida pela Doença Falciforme.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Avaliar as alterações morfométricas do quadril de crianças e adolescentes com Doença Falciforme na cidade de Salvador, Bahia, e analisar a relação dessas alterações com a progressão da osteonecrose.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Realizar a mensuração dos ângulos para avaliar a morfometria do quadril através de imagens de raio-x;

Comparar as alterações morfométricas do quadril com os diferentes estágios das lesões de osteonecrose a fim de verificar possíveis padrões;

Analisar a correlação entre as alterações morfométricas do quadril e a força muscular dos indivíduos.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. ANATOMIA DO QUADRIL

A articulação do quadril é formada pela junção da cabeça femoral ao acetábulo. O acetábulo é formado pela união dos três ossos pélvicos: ílio, ísquio e púbis – a cartilagem trirradiada – e começa a se desenvolver na 8ª semana de gestação (21,22). O púbis forma a região anterior, o ílio forma a região póstero-superior e o ísquio forma a região póstero-inferior do acetábulo (23).

O desenvolvimento acetabular continua até a fusão da cartilagem trirradiada, geralmente dos 16 aos 18 anos de idade (22). O crescimento intersticial que acontece dentro da cartilagem trirradiada faz com que a articulação do quadril aumente de diâmetro durante o desenvolvimento (24). Partes moles como músculos e ligamentos auxiliam na sustentação e na realização de movimentos importantes como flexão, extensão, abdução, adução e rotação interna e externa (21).

O acetábulo é revestido por uma cartilagem, que também recobre toda a superfície da cabeça femoral, com exceção da fovea capitis (depressão na cabeça femoral onde emerge o ligamento redondo femoral). No seu centro encontra-se a fossa acetabular, que é uma depressão revestida pela sinóvia e preenchida com tecido cartilaginoso. Na porção superior do acetábulo pode existir uma variação anatômica, conhecida como fossa supra acetabular, que se trata de uma reentrância no teto acetabular que pode conter cartilagem ou tecido fibroso (21). Na porção inferior do acetábulo, encontra-se a incisura do acetábulo.

A borda acetabular é revestida pelo lábio ou labrum acetabular fibrocartilaginoso, encontrado logo abaixo da cápsula articular. O lábio acetabular cobre parte da cabeça femoral, aumentando a profundidade do acetábulo. Além disso, evita o deslocamento de líquido do espaço intra-articular e reduz o atrito, melhorando a lubrificação e aumentando a estabilidade da articulação (22).

Nos neonatos e lactentes jovens, os componentes principais da cabeça e colo do fêmur, bem como os trocânteres maior e menor, consistem principalmente em cartilagem epifisária. A camada superficial dessa cartilagem na superfície articular é comumente denominada de cartilagem articular. Na cabeça femoral, a cartilagem articular recobre as áreas de justaposição com a cartilagem articular do acetábulo, facilitando o deslizamento da cabeça femoral dentro da cavidade acetabular durante vários movimentos da coxa (25).

Nesses indivíduos também se observa a placa de crescimento como uma zona de transição entre a cartilagem do colo femoral e a metáfise femoral, também conhecida como cartilagem fisária (figura 1). Em bebês mais velhos, crianças mais novas, e nas fases iniciais e finais da adolescência, a placa de crescimento, torna-se uma combinação da cartilagem hialina remanescente com a cartilagem fisária (25). No fêmur proximal, a placa epifisária, placa de crescimento do trocânter maior e istmo do colo femoral constituem as principais áreas de crescimento (24) A fise deve possuir uma espessura uniforme em toda sua extensão e o seu fechamento ocorre, geralmente, primeiro na região central e, em seguida, na periferia do osso (26).

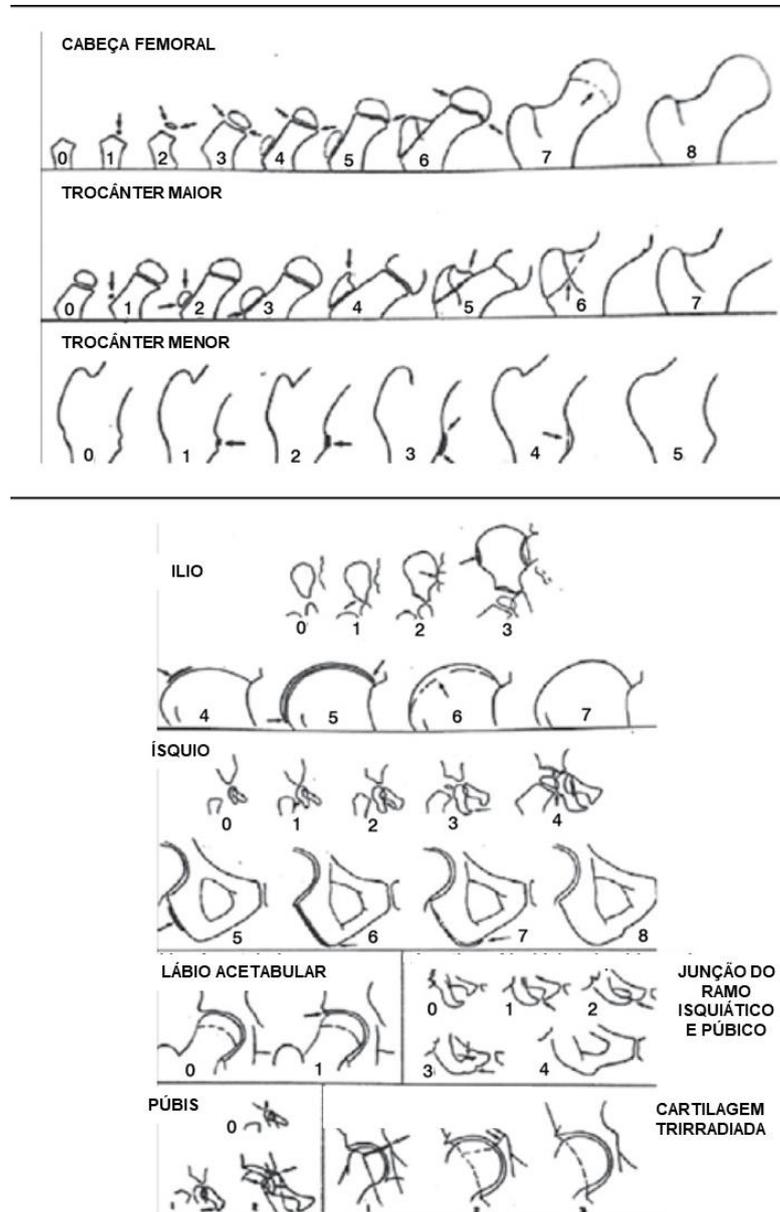
As fises de crescimento são regiões que se caracterizam por uma alta atividade metabólica, regulados por hormônios e outros compostos. Quando o processo de regulação sofre qualquer tipo de interferência, alterações e distúrbios do crescimento são mais prováveis de acontecer. Durante a infância, a largura da placa de crescimento diminui progressivamente e a cartilagem é substituída por osso maduro, resultando na cicatriz epifisária. O fechamento das fises de crescimento representa o fim do crescimento longitudinal do osso (27).

Os ligamentos iliofemoral, isquiofemoral e pubofemoral constituem espessamentos da cápsula articular, e oferecem reforço e estabilidade à articulação do quadril (21). O ligamento iliofemoral relaciona-se com os movimentos de hiperextensão (22) e rotação externa (21). O ligamento isquiofemoral impede a rotação interna e a translação posterior. O ligamento pubofemoral, por sua vez, relaciona-se com o movimento de hiperabdução (22) e restringe os movimentos translacionais e rotacionais (21).

Os músculos também estão envolvidos nos movimentos da articulação coxofemoral (28). O tipo de movimento é determinado pela sua origem e inserção, além da posição do quadril em relação à pelve e ao joelho. Os músculos iliopsoas, reto femoral e sartório, inervados pelo nervo femoral, e tensor da fáscia lata, inervado pelo nervo glúteo superior, são responsáveis pelo movimento de flexão do quadril. O músculo glúteo máximo e os isquiotibiais (bíceps femoral, semimembranoso e semitendíneo) ao serem contraídos permitem o movimento de extensão da articulação, e são inervados pelo nervo glúteo inferior e ramo tibial do nervo ciático, respectivamente. Os músculos glúteo médio, glúteo mínimo e tensor da fáscia lata, por sua vez, são inervados por ramos do nervo glúteo superior e responsáveis pelos movimentos de abdução e rotação interna (22). O músculo adutor longo é responsável pelos movimentos de adução, rotação lateral e flexionar a coxa. O músculo adutor magno além de permitir

movimentos de adução e rotação lateral, também é responsável pelo movimento de extensão da coxa (região posterior) (28).

Figura 1 – Evolução do fechamento das fises de crescimento



Fonte: Adaptado de Acheson, RM. The Oxford method of assessing skeletal maturity. Clin Orthop. 1957.

3.2. DOENÇA FALCIFORME

A Doença Falciforme é uma hemoglobinopatia autossômica recessiva resultante de uma mutação gênica, que leva a uma nova substituição na posição seis da cadeia β no braço curto do cromossomo 11 e do aminoácido ácido glutâmico pela valina (4,29,30). A mutação genética leva à polimerização da hemoglobina S (HbS), tornando-a insolúvel, e resultando no processo de eritrofalcoformação (hemácias em forma de foice) (31,32).

A detecção da DF pode ocorrer durante o período neonatal, momento em que a intervenção e o acompanhamento do paciente se tornam essenciais. Com o diagnóstico precoce, é possível iniciar a prevenção, mesmo que parcial, das comorbidades associadas à doença falciforme (32,33).

O quadro clínico dessa enfermidade manifesta-se de diversas maneiras e é notadamente marcado pela redução da vida média das hemácias, que passa de 120 para apenas dez dias, resultando em um quadro de anemia crônica intensa (1). Além da hemólise, a carência de folato, a insuficiência renal, as crises aplásticas e a esplenomegalia, podem agravar ou contribuir para a ocorrência da anemia (34).

Além do risco nutricional, fatores como a interrupção do ganho de peso e estatura contribuem para a anemia falciforme. Esses fatores de risco em crianças e adolescentes, podem levar à desnutrição energética e proteica crônica, assim como, o atraso na fusão epifisária de ossos longos, resultado da puberdade tardia, e à menor concentração de hemoglobina circulante (4).

3.2.1. Etiologia

Predominantemente entre negros, a DF afeta cerca de sete milhões de pessoas no mundo, e ainda é considerada estigmatizada e negligenciada (3). Em 2006, a Organização Mundial de Saúde (OMS) declarou a doença como uma prioridade em saúde pública (5,6,35). No Brasil estima-se que 25.000 a 30.000 indivíduos sejam portadores da doença (4,5). Na Bahia, a cada 650 nascidos vivos, um deles é diagnosticado com DF. Pode-se observar uma concentração significativa também nos estados do Rio de Janeiro (1:1200), Pernambuco, Maranhão e Minas Gerais (1:1400) (6).

3.2.2. Fisiopatologia

A presença significativa de HbS é crucial para desencadear a polimerização, levando à falcização da hemácia e aos eventos celulares que resultam em danos nos tecidos. Consequentemente, genótipos que resultam em uma menor concentração de HbS ou um aumento de HbF (que não interage com as moléculas de HbS) diminuem a frequência da polimerização e falcização, diminuindo assim a gravidade e intensidade das manifestações clínicas (34).

A formação de polímeros de HbS dentro das hemácias acarreta diversas alterações celulares, que podem ser manifestadas clinicamente: a) pela intensificação da adesão de

hemácias ao endotélio, desencadeando fenômenos inflamatórios que também afetam granulócitos e plaquetas; b) rigidez à membrana e à hemácia, reduzindo sua sobrevivência circulatória; c) ocorrência de lesões microvasculares; d) depleção de óxido nítrico, contribuindo para vasoconstrição e ativação da inflamação; e e) ativação do sistema de coagulação (34).

A aderência dos eritrócitos ao endotélio vascular é provavelmente o mecanismo central através do qual as mudanças moleculares nas hemácias são transferidas aos tecidos. Essa adesão pode resultar na obstrução de vasos e hipóxia, agravando o processo de falcização pela falta de oxigênio, enquanto desencadeia fenômenos inflamatórios, intensificados em caso de necrose tecidual, e alterações na coagulação, juntamente com a mobilização de células inflamatórias agudas (granulócitos) e crônicas (monócitos) (29).

Do ponto de vista clínico, as manifestações osteoarticulares são comuns e constituem a principal origem de dor aguda ou crônica em pacientes com doença falciforme (36). As crises vaso-oclusivas, que ocorrem com diferentes frequências e gravidades, podem resultar em áreas necróticas, sendo a osteonecrose asséptica a complicação mais significativa e debilitante (8). Essa lesão, que pode se manifestar em qualquer faixa etária, assume uma importância particular na cabeça femoral devido à sua vascularização terminal desprovida de anastomose (37).

3.3. OSTEONECROSE

A osteonecrose (ON) ou necrose avascular pode ser definida como a morte de células do tecido ósseo, ocasionada por eventos traumáticos (fratura, epifisiólise e luxação) ou eventos não-traumáticos, como nos distúrbios hemolíticos (anemia falciforme), corticoterapia, uso excessivo de álcool, quimioterapia, entre outros. Pode manifestar-se em indivíduos com genótipos HbSS e HbSC, sendo a inclinação para essa condição maior nos portadores de HbSS (38). A doença acomete principalmente a região epifisária do fêmur, de maneira unilateral ou bilateral, seguido de outras regiões como ombros, joelhos e tornozelos (39).

3.3.1. Etiologia

A osteonecrose foi primeiramente identificada em mergulhadores no ano de 1913, e só em 1960 que a doença foi reconhecida em pacientes com anemia falciforme. Dois anos depois, foi reportado o primeiro caso de ON em decorrência da corticoterapia, e, em meados de 1970, já se sabia que o uso excessivo de álcool poderia aumentar a incidência da doença. Alguns anos depois, a ON foi reportada após o tratamento por radioterapia da região pélvica (40).

Outros fatores de risco ou condições associadas à doença contribuem para adquiri-la, como o tabagismo, lúpus eritematoso sistêmico, doenças metabólicas (gota, hiperlipidemias), infecção pelo vírus da imunodeficiência humana, pancreatite crônica, neoplasias infiltrativas (linfoma e leucemia) agentes quimioterápicos não esteroides, entre outros (40).

3.3.2. Epidemiologia

A prevalência da osteonecrose do quadril nos Estados Unidos varia entre 10.000 e 20.000 casos por ano. No continente asiático os casos variam entre 12.000 e 24.000 por ano (41,42). No Brasil, de acordo com o DATASUS, a prevalência da osteonecrose em 2022 foi de aproximadamente 15.500 casos. O estado da Bahia corresponde cerca de 8% do total de casos registrados, ficando atrás do estado de São Paulo (18%), Minas Gerais (13%) e Paraná (9%), e isso equivale a aproximadamente 87 casos por milhão de habitantes (43).

3.3.3. Crianças e adolescentes

A literatura ainda carece de estudos abrangentes sobre a osteonecrose em crianças e adolescentes portadoras da DF. Um estudo realizado em 2016 (44) destacou que uma elevada Concentração Corpuscular Média da Hemoglobina está associada a um prognóstico desfavorável em crianças com DF, pois sugere-se que pode afetar a polimerização e deformação das hemácias. Em 2018, outro estudo (45) demonstrou que crianças que experimentaram mais de 5 eventos de crises vaso-oclusivas ao longo de um intervalo de 5 anos apresentam um risco aumentado de desenvolver osteonecrose no quadril.

A artroplastia total de quadril não é o tratamento mais indicado para indivíduos jovens como crianças e adolescentes, o que dificulta o seu tratamento (9). Novas alternativas como a terapia celular com células-tronco mesenquimais autólogas vêm sendo estudadas ao longo dos últimos anos e apresenta bons resultados (8,9).

3.3.4. Fisiopatologia

A fisiopatologia da doença difere quanto a sua associação, ou não, a eventos traumáticos (46). As três hipóteses mais discutidas e aceitas quando se fala de eventos não-traumáticos são: 1. Isquemia local decorrente do comprometimento do fluxo sanguíneo naquela região; 2. O uso excessivo de álcool ou corticoide, provocando uma síndrome compartimental (aumento da pressão intersticial sobre a perfusão capilar de um compartimento osteofacial); 3. Etiologia multifatorial, como possuir predisposição genética e exposição a fatores de risco que implicam em uma hipercoagulabilidade, hipofibrinólise e/ou hipoangiogênese (40).

A maior parte do suprimento sanguíneo do fêmur proximal vem dos ramos terminais da artéria femoral circunflexa medial, com menores contribuições da artéria circunflexa lateral anteriormente. O acetábulo e o lábio acetabular são supridos por ramos do glúteo superior e artérias glútea inferior e obturatória (22).

A artéria e a veia ilíacas externas emergem da pelve junto com o nervo femoral, transformando-se na artéria e na veia femorais ao atingirem o nível do ligamento inguinal. Nas cabeças femorais, as estruturas neurovasculares constituem o nervo femoral, a artéria femoral, a veia femoral e os vasos linfáticos. Ao sair do triângulo femoral, localizado abaixo do ligamento inguinal, a artéria femoral se divide em artéria femoral superficial e artéria femoral profunda. A artéria femoral profunda nutre os músculos da coxa, enquanto a artéria femoral superficial estende-se até o joelho, irrigando a porção inferior da perna e o pé (21). A artéria femoral profunda emite os vasos circunflexos medial e lateral, as artérias perfurantes, os ramos musculares e a artéria genicular descendente. Após contornar o obturador externo, o ramo ascendente da artéria circunflexa femoral medial torna-se o ramo profundo e entra na fossa trocântérica, onde se junta ao ramo piriforme da artéria glútea inferior e à artéria circunflexa femoral lateral (47).

Em distúrbios hemolíticos, como a doença falciforme, e distúrbios disbáricos, o embolismo está diretamente associado ao evento de oclusão vascular. Na doença falciforme isso se dá pelo formato anormal das hemácias em foice (20).

A ON pode surgir em qualquer idade, mas possui uma maior probabilidade de recuperação antes do fechamento das epífises. A doença geralmente afeta a região anterolateral da cabeça femoral, sugerindo uma possível associação com o aumento da pressão intra-articular (48). A estagnação do fluxo sanguíneo sinusoidal na metáfise óssea resulta em infarto, necrose, colapso subcondral, osteoartrite e perda da congruência articular, especialmente em regiões com circulação colateral deficiente, como o fêmur e o úmero proximal (9,10).

3.3.5. Classificação das lesões

A avaliação das lesões osteonecróticas se estabeleceu através de classificações como a de Ficat e Arlet, *Association Research Circulation Osseus (ARCO)*, Steiberg, *Japanese Investigation Committee (JIC)* e Kerboul.

A classificação Ficat & Arlet é a mais utilizada (41) e reúne informações provenientes do exame clínico, anatomopatológico, da radiografia convencional e cintilografia. Apesar disso, não consegue mensurar o tamanho da lesão e nem prever o prognóstico. Em 1994, o sistema

ARCO estabeleceu parâmetros para avaliação e estadiamento das lesões por osteonecrose, com informações sobre localização, tamanho da lesão, porcentagem do colapso e envolvimento da cabeça femoral e, em 2019, esse sistema foi revisado (49). As classificações de Steinberg, JIC e classificação Kerboul modificado por Ha, avaliam o tamanho e localização da lesão osteonecrótica através da ressonância magnética (40,49).

3.4. AVALIAÇÃO MORFOMÉTRICA E MUSCULAR DO QUADRIL

Os métodos de diagnóstico por imagem tais como radiografia convencional, tomografia computadorizada, cintilografia e ressonância nuclear magnética, auxiliam e possuem um papel importante para o diagnóstico e acompanhamento de diversas patologias.

O diagnóstico inicial da osteonecrose é realizado através da radiografia convencional (35) em incidências anteroposterior e de perfil. O raio-x é um método barato e amplamente difundido, que detecta achados como esclerose da cabeça femoral, fratura subcondral, colapso da cabeça femoral, redução do espaço articular e alterações degenerativas acetabulares (49). O raio-x também é utilizado no estudo morfométrico de regiões diagnosticando algumas patologias. Apesar disso, os achados de imagem podem passar despercebidos em estágios muito prévios da doença (20).

Na região do quadril, as variações na dimensão e orientação da abertura do acetábulo podem ser utilizadas para diagnosticar diversas condições relacionadas a essa articulação. Radiograficamente podem ser aplicadas medições como a inclinação acetabular, índice acetabular, ângulo da borda central lateral, ângulo cefalodiafisário, esfericidade da cabeça femoral, congruência da articulação, versão do acetábulo, profundidade do acetábulo e lateralização da cabeça femoral, entre outros (16,17,22).

O índice acetabular (IA) foi descrito por Hilgenreiner no ano de 1925 e mensura a angulação do teto acetabular (50), conectando a borda inferior do ílio à borda lateral acetabular (51). Este ângulo fornece informações sobre a profundidade do acetábulo e cobertura da cabeça femoral (16,17). É formado pela intersecção de uma linha horizontal e uma linha que atravessa o ponto mais medial da zona esclerótica do teto acetabular até a borda lateral do acetábulo (52). Em crianças, esse ângulo é calculado a partir da linha de Hilgenreiner até o ponto mais lateral do acetábulo (16,17). No entanto, deve-se observar que existem discordâncias em relação a se deve ser considerada a borda lateral do acetábulo ou a margem lateral da fonte para essa medição (17).

Esse parâmetro é considerado o padrão-ouro no diagnóstico, tratamento e acompanhamento da displasia de desenvolvimento do quadril (50). Sua utilidade é maior em crianças com idade inferior a 8 anos, pois, após essa faixa etária, ocorre a ossificação da cartilagem trirradiada, dificultando a medição da linha de Hilgenreiner (53). O IA varia conforme a idade da criança, mas, em linhas gerais, ângulos superiores a 30° sugerem a presença de displasia de desenvolvimento do quadril (54,55).

Quando se fala nas medições acerca da profundidade acetabular, o ângulo de Sharp e Wiberg fornecem informações relevantes na determinação de diversas patologias e como indicadores de prognóstico em indivíduos submetidos à artroscopia de quadril (23). O aumento da profundidade acetabular indica um deslocamento instável da epífise femoral capital, enquanto a diminuição da cobertura acetabular sobre a cabeça femoral, associa-se à displasia do quadril (16,23).

O ângulo de Wiberg, ou ângulo da borda central, introduzido em 1939 (56), é medido pela intersecção de uma linha vertical perpendicular ao eixo longitudinal da pelve e outra linha traçada do centro da cabeça femoral até a borda acetabular lateral (23,56). Um ângulo menor que 20 graus é considerado patológico. Em 1976, Tönnis observou que o limite mais baixo do ângulo de Wiberg em crianças de 5 a 8 anos é de 19°; para crianças de 9 a 12 anos, é 25°, e entre 13 e 20 anos, é entre 26° e 30° (54).

O ângulo de Sharp é formado pela junção de duas linhas. A primeira é paralela à borda inferior da lágrima acetabular enquanto a segunda linha conecta a borda inferior da lágrima acetabular com a borda lateral da mesma lágrima (57). Esse ângulo normalmente varia entre 33° e 38°. Ângulos acima de 47° podem ser considerados alterados e sugerem displasia de desenvolvimento de quadril. De acordo com Li et al, 2019, cerca de 40% dos indivíduos jovens e de meia-idade que possuem dor no quadril tem como causa a displasia (58).

Também chamado de ângulo centro-colo-diafisário, ângulo colo-diáfise ou ângulo de inclinação, o ângulo cervicodiafisário é uma medida importante para quantificar a inclinação entre o colo femoral e a diáfise (16,17). Esse parâmetro é utilizado em crianças na determinação anatômica da articulação coxofemoral antes de procedimentos de osteotomia (59). A inclinação normal entre o colo femoral e a diáfise diminui progressivamente desde a infância até a maturidade esquelética. De acordo com Polkowski e colaboradores, 2010, o ângulo cervicodiafisário pode chegar até 150 graus em recém-nascidos e no quadril adulto até 125±5 graus (22).

A avaliação radiográfica do ângulo cervicodiafisário pode sofrer algumas variações pelo observador devido a influência rotacional do fêmur proximal. O estudo realizado por Boese e colaboradores, 2015, avaliou o ângulo cervicodiafisário em indivíduos saudáveis e com osteoartrite, e verificou uma diferença entre o ângulo corrigido e não corrigido para rotação equivalente a 1 grau. Além disso, os autores verificaram uma diferença média de 3 graus na medida do ângulo em indivíduos com a patologia (valor médio de 131.5 graus) e saudáveis (valor médio de 128.8 graus) (59).

A avaliação da força muscular é comumente realizada através do Medical Research Council (MRC) que é uma escala que mede a amplitude de força muscular, variando de 0 (nenhuma contração muscular palpável ou visível) até 5 (movimento realizado através da amplitude total contra a gravidade e resistência máxima) (60).

O movimento gerado pelos músculos esqueléticos ocorre quando os tendões são contraídos, resultando no tracionamento dos ossos. A maioria dos músculos esqueléticos está disposta em pares opostos nas articulações, funcionando como agonistas e antagonistas. Os movimentos de flexão, extensão, abdução e adução são algumas das principais ações dos músculos esqueléticos. O movimento de flexão acontece quando o ângulo em uma articulação diminui, enquanto o movimento de extensão, seu par oposto, acontece quando esse ângulo aumenta. O movimento de abdução afasta o osso em relação a linha mediana. No movimento de adução, o osso é movimentado para perto da linha mediana (28).

4. METODOLOGIA

O trabalho trata-se de um estudo transversal descritivo, que objetiva avaliar índices radiográficos do quadril de indivíduos jovens com diagnóstico de osteonecrose, secundária a doença falciforme.

4.1. SELEÇÃO DE PARTICIPANTES

Por meio da análise dos registros de admissões hospitalares e atendimentos ambulatoriais, foram identificados 64 crianças e adolescentes com DF e ON do quadril, que foram tratados e acompanhados no ambulatório no período de 2004 a 2015.

A população do estudo incluiu crianças e adolescentes entre 8 e 14 anos, portadores da doença falciforme e diagnóstico de osteonecrose da cabeça femoral, entre os anos de 2004 e 2015, atendidos no Ambulatório de Quadril e de Saúde Humanitária, localizado no Ambulatório Professor Francisco Magalhães Neto, vinculado ao Hospital Universitário Professor Edgard Santos (HUPES), em Salvador/BA. Foram excluídos do estudo os participantes com osteonecrose secundária a outras causas; e/ou idade acima de 18 anos; e/ou histórico de cirurgias ortopédicas do quadril.

Se encaixavam nos critérios de inclusão um total de 13 participantes, sendo 5 do sexo feminino e 8 do sexo masculino. Destes, 4 participantes apresentavam lesões osteonecróticas em ambos os quadris e, portanto, 17 quadris foram avaliados (9 direitos e 8 esquerdos).

4.2. CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

O presente estudo está de acordo com as diretrizes éticas estabelecidas e obteve aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFBA, a fim de garantir a confidencialidade dos dados dos participantes e proteção dos seus direitos. Todos os participantes elegíveis assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

4.3. AQUISIÇÃO DAS IMAGENS

Foi empregado um protocolo radiográfico consistente, e todos os pacientes foram submetidos a avaliações com base em radiografias ortostáticas da bacia na incidência anteroposterior, em decúbito dorsal, com braços cruzados sobre o tórax, membros inferiores em extensão e com rotação interna em 20°.

As radiografias foram realizadas no conjunto radiológico MULTIX B, modelo Siemens, de 500mA, e digitalizadas em uma máquina AGFA CR15-X. Os parâmetros de exposição, dependentes da idade, foram fixados em 60 a 80 kV, 4 a 40 mA/s, e a distância foco-filme foi de 100 cm. Todas as radiografias foram realizadas no setor de bioimagem do complexo HUPES. Todos os exames foram supervisionados por membros da equipe, assegurando os parâmetros descritos.

4.4. MENSURAÇÃO DOS PARÂMETROS RADIOGRÁFICOS

A identificação dos participantes foi removida e as radiografias foram distribuídas de forma aleatória e randomizada por meio de software específico. Os laudos das imagens obtidas foram elaborados pelo médico radiologista e, posteriormente, avaliadas pelo médico ortopedista, especialista em cirurgia do quadril, para mensuração dos seguintes ângulos: índice acetabular, ângulo acetabular de Sharp, ângulo de Wiberg e ângulo cervicodiafisário. As radiografias também foram utilizadas para determinar o estágio da osteonecrose, de acordo com a classificação de Ficat e Arlet. A avaliação da força muscular dos participantes foi realizada através de exame físico completo.

IA: é o ângulo formado entre uma linha horizontal, estendida a partir do topo das áreas claras da cartilagem trirradiada (linha de Hilgenreiner), e uma linha que se estende da profundidade da cavidade acetabular até a sua borda lateral (54,55). Esse índice é classificado como satisfatório, quando apresenta valores menores ou iguais a 21° ; bom, com valores entre 22° e 24° ; razoável, para os ângulos entre 25° e 27° ; e insatisfatório com ângulos maiores que 27° (18) (figura 2).

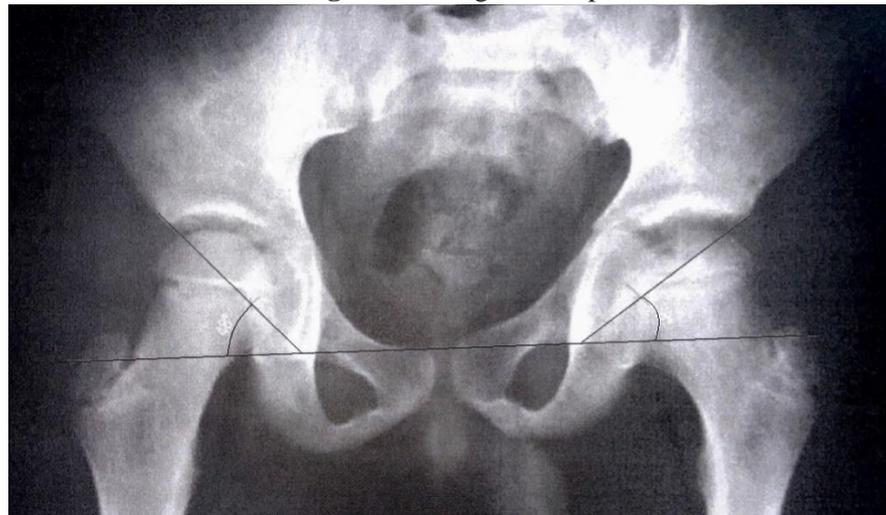
Figura 2 – Índice Acetabular



Fonte: Ambulatório de Saúde Humanitária, Hospital Universitário Professor Edgard Santos.

Ângulo de Sharp: é definido por uma linha desenhada do polo inferior da "gota de lágrima" até o ponto mais alto da margem lateral do teto acetabular (17,56) e uma linha paralela à linha horizontal que passa no centro da cabeça femoral, como mostrado na figura 3. Esse ângulo diminui à medida que o indivíduo envelhece e, segundo Sharp (61), esse ângulo pode ser classificado como “satisfatório” quando estão entre 33° e 38°. Os valores entre 39° e 42° são considerados limítrofes, e acima de 42° os quadris são considerados displásicos (62).

Figura 3 – Ângulo Sharp



Fonte: Ambulatório de Saúde Humanitária, Hospital Universitário Professor Edgard Santos.

Ângulo de Wiberg: É o ângulo formado através da linha vertical que passa pelo centro da cabeça femoral, perpendicular a uma linha horizontal também passando pelo centro da cabeça femoral, e uma linha que parte do centro da cabeça femoral até o ponto mais súpero lateral do acetábulo, representando o ponto da borda acetabular (63,64,65) (figura 4). Os valores inferiores a 20° serão considerados insatisfatórios, aqueles entre 20° e 25° serão considerados limítrofes, e valores acima de 25° serão considerados satisfatórios.

Figura 4 – Ângulo de Wiberg

Fonte: Ambulatório de Saúde Humanitária, Hospital Universitário Professor Edgard Santos.

Ângulo cervicodiafisário: é calculado através da junção do eixo longo do colo femoral, passando pelo centro da cabeça femoral, e o eixo longo da diáfise femoral, como mostrado na figura 5. O ângulo varia de 120 a 140 graus em indivíduos mais jovens, com uma média de 135 graus em crianças com três anos, 126 graus em indivíduos adultos e 120 graus em indivíduos com idade mais avançada (16).

Figura 5 – Ângulo cervicodiafisário

Fonte: Ambulatório de Saúde Humanitária, Hospital Universitário Professor Edgard Santos.

As mensurações não foram conduzidas em radiografias que evidenciavam obliquidade das asas dos íliacos ou dos pedículos lombares e, portanto, essas foram excluídas do estudo.

A avaliação Ficat & Arlet é categorizada em quatro estágios, sendo eles: estágio I, estágio II, estágio III e estágio IV. No estágio I, o paciente não possui dor, a radiografia é

considerada normal, mas a cintilografia apresenta alguns achados. No estágio II, o paciente possui dor leve e alterações pequenas na radiografia, podendo ser identificados cistos e esclerose, e o contorno da cabeça femoral preservado. No estágio III, a dor é moderada e na radiografia já são observados o “sinal do crescente” (fratura subcondral) e a perda da esfericidade da cabeça femoral. No estágio IV, a dor varia de moderada a intensa, com alterações acetabulares e redução do espaço articular (49).

4.5. AVALIAÇÃO DA FORÇA MUSCULAR

A avaliação da força muscular dos participantes foi realizada empregando a escala de Avaliação da Força Muscular, fundamentada nos critérios do MRC, e amplamente reconhecida nessa avaliação. A escala compreende os movimentos específicos do quadril incluindo flexão, extensão, abdução, adução, rotação interna e rotação externa. Para sua classificação, são atribuídas pontuações de 0 a 5, representada da seguinte maneira: pontuação 0, sem movimento; 1, oscilação no músculo pode ser vista ou sentida, mas sem contração; 2, o músculo move a articulação, mas não contra a gravidade; 3, o movimento é realizado contra a gravidade, mas não quando há resistência; 4, movimento é realizado contra resistência moderada a forte, e se subdivide em 4- (resistência moderada a fraca) e 4+ (resistência moderada); 5, força muscular sem alterações (19,60).

4.6. MÉTODOS ESTATÍSTICOS

Para a análise dos dados, utilizou-se o desvio-padrão como uma medida de dispersão dos valores em relação à média dos dados e variabilidade. Os cálculos foram realizados utilizando o Microsoft Excel como ferramenta principal e organizados em planilhas. O Excel também auxiliou na construção dos gráficos boxplot, que facilitaram a visualização da dispersão em torno da medida central, identificaram os *outliers* e elucidaram diferenças entre os grupos.

Além disso, o Microsoft Excel foi utilizado para realizar a análise de significância estatística. O nível de significância foi estabelecido em 0,05 e os valores de p foram usados para avaliar se as diferenças entre os grupos eram estatisticamente significativas, ajudando a confirmar a validade das nossas conclusões e a robustez dos resultados.

5. RESULTADOS

As radiografias da bacia foram realizadas e os ângulos foram medidos de acordo com as técnicas previamente descritas neste trabalho (tabela 1). Dentre os participantes, quatro apresentavam lesões bilaterais, resultando em um total de 17 quadris examinados, sendo 9 do lado direito e 8 do lado esquerdo. Todos os participantes foram avaliados quanto à força muscular (tabela 2).

A tabela 1 reúne informações sociodemográficas dos participantes como sexo, idade, lateralidade e a classificação Ficat & Arlet, bem como, as medidas dos ângulos índice acetabular, cervicodiafisário, Sharp e Wiberg. A tabela 2 mostra os valores encontrados após a avaliação da força muscular dos participantes segundo a escala MRC. Os ângulos avaliados não apresentaram correlação forte com a força muscular dos participantes.

Tabela 1 – Características demográficas dos participantes e as medidas dos ângulos

Sexo	Idade	Lateralidade	Ficat & Arlet	Índice acetabular	Cervicodiafisário	Sharp	Wiberg
M	10	D	I	16°	127°	40°	21°
M	10	E	II	9°	139°	38°	32°
M	11	E	II	10°	132°	42°	28°
M	8	D	III	18°	144°	48°	34°
F	9	D	II	21°	129°	43°	18°
F	9	E	I	13°	131°	42°	23°
F	12	D	II	23°	136°	43°	44°
M	10	D	II	9°	132°	40°	37°
M	10	E	II	14°	141°	55°	40°
M	11	D	I	9°	196°	41°	29°
F	10	D	III	8°	136°	40°	51°
F	11	D	II	8°	141°	36°	35°
F	12	D	III	7°	143°	38°	52°
F	12	E	I	7°	139°	43°	36°
M	10	E	II	16°	147°	45°	39°
M	11	E	II	19°	143°	38°	42°
M	14	E	III	11°	146°	40°	29°

Legenda: M (masculino); F (feminino); D (direito); E (esquerdo).

Fonte: Ambulatório de Saúde Humanitária, Hospital Universitário Professor Edgard Santos.

Tabela 2 – Avaliação da força muscular dos quadris por participante

Sexo	Idade	Lateralidade	Flexão	Extensão	RI	RE	Abdução	Adução
M	10	D	4	4	4	4	4	4
M	10	E	5	5	5	5	5	5
M	11	E	3	3	3	4	3	3
M	8	D	4	4	4	4	4	4
F	9	D	3	4	3	4	4	4
F	9	E	5	5	5	5	5	4
F	12	D	5	5	5	5	5	5
M	10	D	4	5	4	5	4	4
M	10	E	5	4	4	4	4	3
M	11	D	3	3	4	3	4	3
F	10	D	3	3	3	3	3	3
F	11	D	4	4	4	4	4	4
F	12	D	5	5	5	5	5	5
F	12	E	5	5	5	5	5	5
M	10	E	5	5	5	4	5	4
M	11	E	4	4	4	5	4	5
M	14	E	5	5	5	5	5	5

Legenda: M (masculino); F (feminino); D (direito); E (esquerdo)

Fonte: Ambulatório de Saúde Humanitária, Hospital Universitário Professor Edgard Santos.

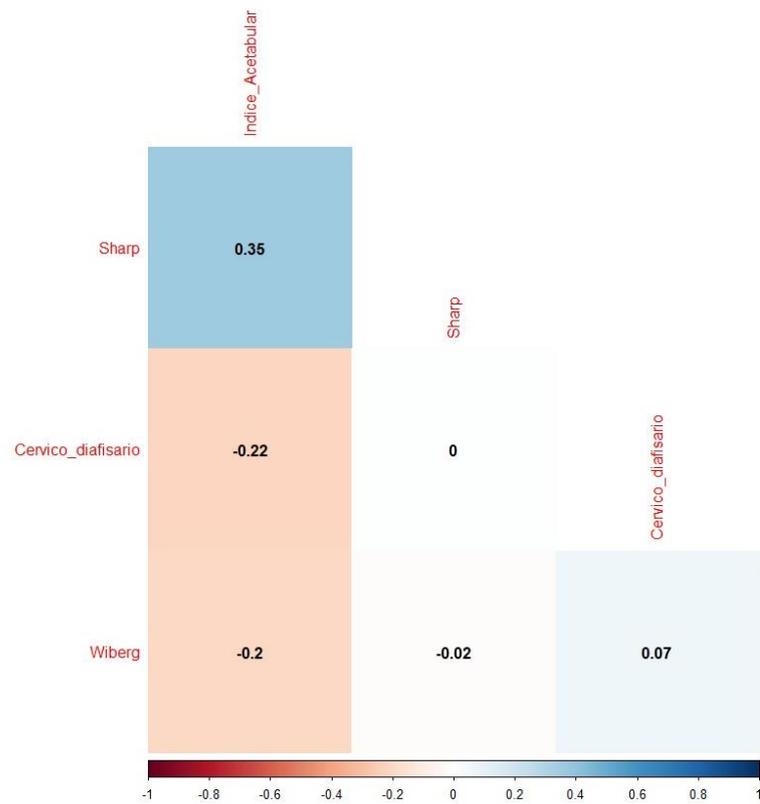
A avaliação do estágio das lesões de osteonecrose pela radiografia foi realizada utilizando a classificação Ficat & Arlet, onde todos os participantes apresentaram lesões entre os estágios I a III. Do total de quadris avaliados, quatro quadris tiveram lesões classificadas no estágio I, sendo dois quadris direitos e dois quadris esquerdos; nove quadris tiveram lesões classificadas no estágio II, sendo quatro quadris direitos e cinco quadris esquerdos; e, quatro quadris tiveram lesões classificadas no estágio III, sendo todos no lado direito. Mesmo na classificação Ficat & Arlet I, em que não há alterações visíveis na radiografia convencional, percebe-se que alguns ângulos apareceram alterados, como o ângulo de Sharp, Wiberg e cervicodiafisário. Dos quatro participantes que apresentaram lesões bilaterais, três participantes apresentaram lesões em estágio I, sendo dois destes quadris do lado esquerdo; três participantes apresentaram lesões em estágio II, sendo dois quadris direitos e dois quadris esquerdos; e apenas um participante apresentou lesão em estágio mais avançado (III), sendo este quadril direito.

A figura 6 representa a associação e correlação entre os ângulos avaliados. O objetivo foi verificar se, à medida que um dos ângulos aumentasse ou diminuísse, haveria influência direta ou indiretamente sobre outro ângulo. Observou-se que os ângulos avaliados não

apresentaram correlação forte entre si. Além do tamanho amostral ser pequeno, para existir um nível de significância na amostra o valor dessa relação deve ser maior que 0.7.

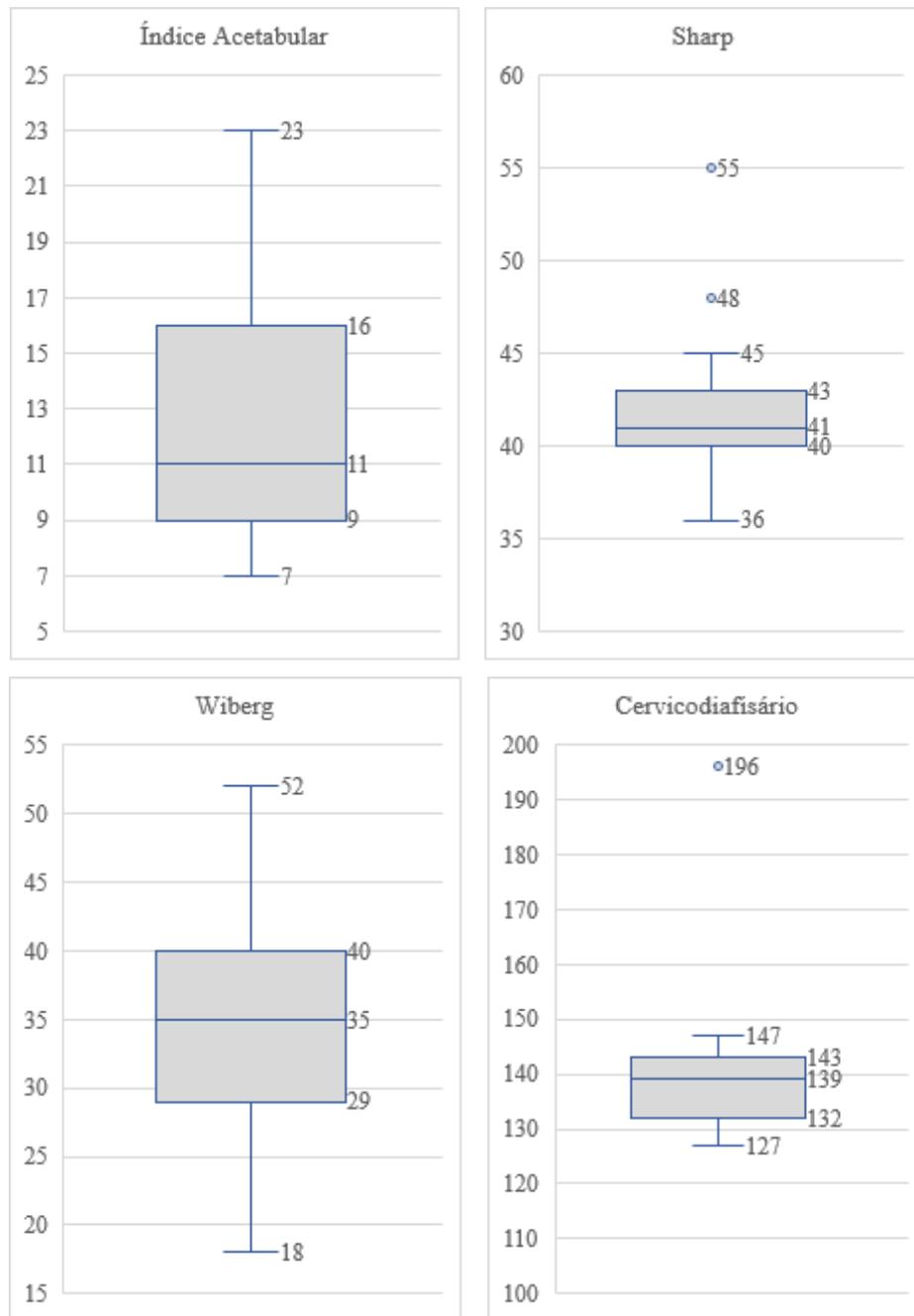
Todos os ângulos avaliados no presente estudo foram reunidos e ilustrados através do gráfico 1.

Figura 6 – Correlação entre os ângulos índice acetabular, ângulo de Sharp, ângulo de Wiberg e ângulo cervicodifisário.



Fonte: Ambulatório de Saúde Humanitária, Hospital Universitário Professor Edgard Santos.

Gráfico 1 – Índice Acetabular, Sharp, Wiberg e Cervicodiafisário.



Fonte: Ambulatório de Saúde Humanitária, Hospital Universitário Professor Edgard Santos.

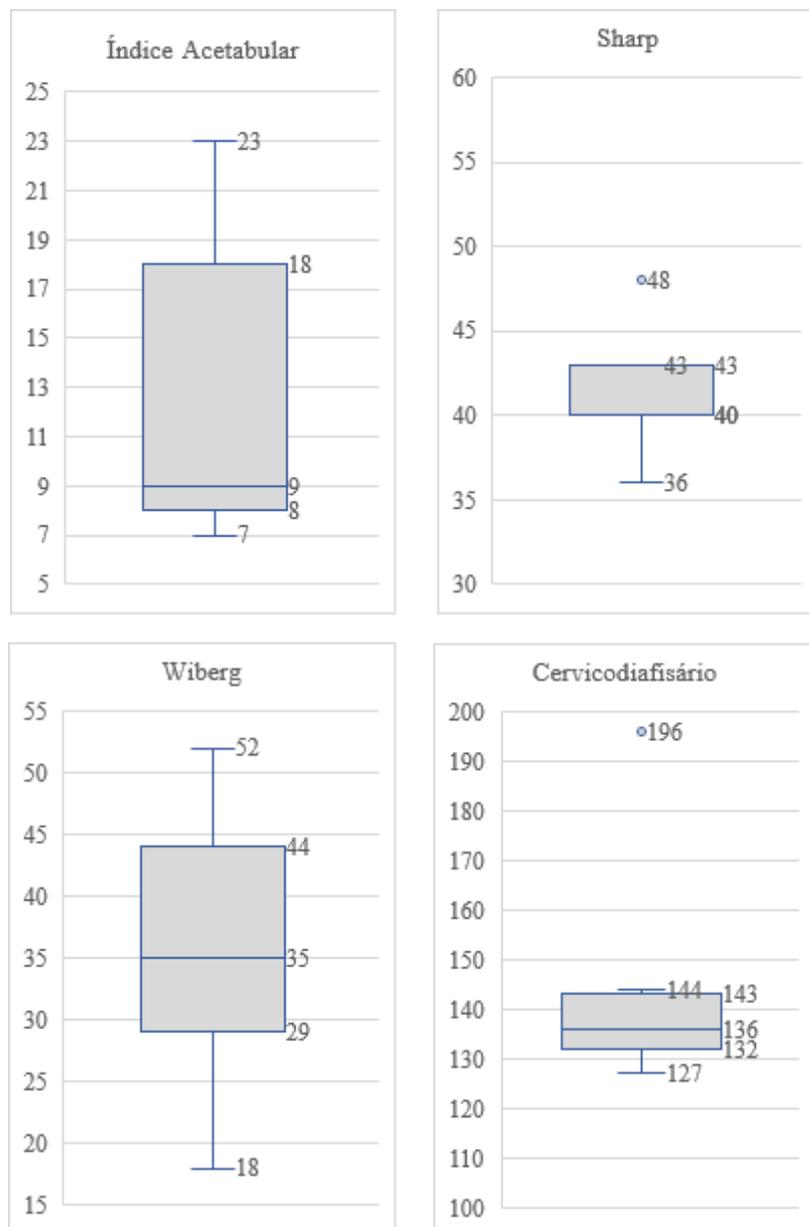
Por apresentarem valores referenciais diferentes, o desvio-padrão dos ângulos estudados diferiu bastante. O IA apresentou um desvio-padrão geral de 5,01; o ângulo de Sharp de 4,32; o ângulo de Wiberg de 9,33; e, por fim, o ângulo cervicodiafisário que apresentou um desvio-padrão equivalente a 14,88.

Observou-se que a altura da caixa representada pelo IA e ângulo de Wiberg foi maior quando comparada ao ângulo de Sharp e Cervicodiafisário. Ao avaliar o ângulo de Sharp e

Cervicodiafisário, percebe-se que as medidas encontradas nos participantes foram semelhantes entre si, apresentando uma variabilidade menor, o que pode ser benéfico para a precisão no diagnóstico ou monitoramento. Apesar disso, observou-se a presença de dois *outliers*, sendo um no quadril direito e um no quadril esquerdo.

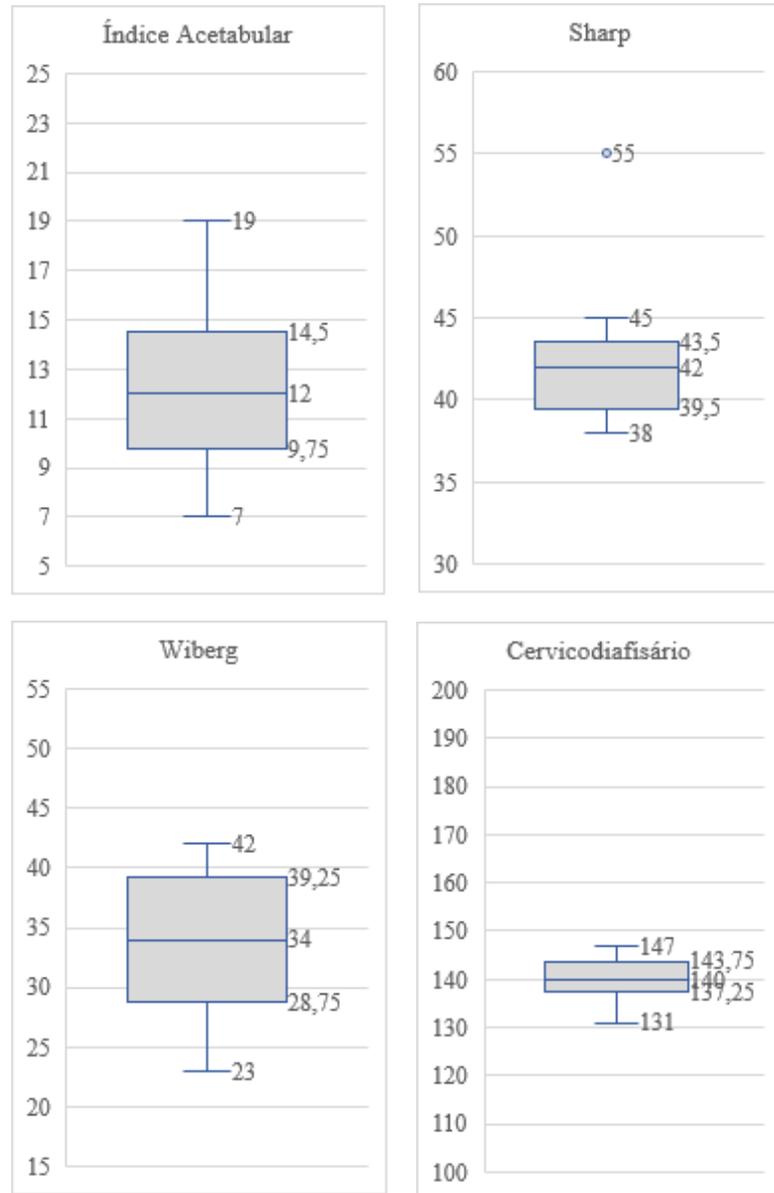
As diferenças dos ângulos de acordo com as lateralidades dos quadris estudados, pode ser avaliada conforme os gráficos 2 e 3. O desvio-padrão dos quadris do lado esquerdo foi maior no IA (6,28), ângulo de Wiberg (11,98) e cervicodiafisário (20,87), enquanto que o ângulo de Sharp (5,46) foi o único que apresentou um desvio-padrão maior no lado direito.

Gráfico 2 – Avaliação do Índice Acetabular, Sharp, Wiberg e Cervicodiafisário nos quadris direitos



Fonte: Ambulatório de Saúde Humanitária, Hospital Universitário Professor Edgard Santos.

Gráfico 3 – Índice Acetabular, Sharp, Wiberg e Cervicodiafisário nos quadris esquerdos



Fonte: Ambulatório de Saúde Humanitária, Hospital Universitário Professor Edgard Santos.

O IA, ângulo de Wiberg e ângulo cervicodiafisário dos quadris direitos mostrou o deslocamento da mediana para próximo ao Q1 (primeiro quartil), indicando uma assimetria na distribuição dos dados. No ângulo de Sharp a representação da medida central (mediana) nos quadris direitos está sobreposta ao Q1, indicando que as medidas encontradas foram iguais.

O IA, ângulo de Wiberg e ângulo cervicodiafisário dos quadris esquerdos apresentaram a mediana mais central quando comparados com o lado direito. O ângulo de Sharp apresentou uma variação discretamente maior nos valores encontrados, quando comparados com o lado

direito. Já o ângulo cervicodiafisário, ao observar a altura da caixa, pode-se perceber que a variação nos valores encontrados foi menor.

Apesar de terem sido observadas diferenças sutis nos gráficos entre os ângulos e as lateralidades, elas não foram estatisticamente significantes.

5.1. ÍNDICE ACETABULAR

Dos 17 quadris avaliados, 16 quadris apresentaram ângulos menores ou iguais a 21°, sendo classificados como “satisfatórios”. Apenas um quadril apresentou um ângulo de 23°, Ficat & Arlet II, sendo considerado “bom”. Observou-se que as lesões classificadas como Ficat & Arlet III variaram de 8° a 18°, ou seja, dentro do padrão de normalidade. O valor mínimo encontrado foi de 7° e o máximo foi de 23°. O quadril direito que apresentou o valor de 23° também apresentou o ângulo de Sharp alterado, medindo 43°. No presente estudo foi considerada a borda lateral do acetábulo e a linha interlâgrima para mensuração do IA.

5.2. ÂNGULO DE SHARP

No presente estudo, a mensuração do ângulo de Sharp na maioria dos quadris pode ser classificada como “satisfatório”, pois encontram-se dentro dos padrões de normalidade (entre 33° e 38°). Sete quadris, sendo quatro quadris direitos e três quadris esquerdos, foram classificados como “limítrofes”, pois apresentaram valores entre 39° e 42°. Outros seis quadris (três direitos e três esquerdos) foram classificados como “insatisfatórios”, pois apresentaram valores superiores a 42°. Um quadril direito e um esquerdo que apresentaram os valores de 48° e 55°, respectivamente, foram considerados *outliers*. O valor mínimo encontrado para esse ângulo foi de 36° e o valor máximo foi de 55°. Observou-se que as lesões com classificação I variaram de 40° a 43°; lesões com classificação II variaram de 36° a 55°; e lesões com classificação III variaram de 38° a 48°. Dos seis quadris classificados como insatisfatórios, um quadril direito (48°) e dois quadris esquerdos (55° e 45°) apresentaram alteração também no ângulo cervicodiafisário (144°, 141° e 147°). Um quadril direito (43°) apresentou alteração também no ângulo de Wiberg (18°).

5.3. ÂNGULO DE WIBERG

A maioria dos valores encontrados estão acima de 25°, sendo, portanto, classificados como “satisfatórios”. Dois quadris, um direito e um esquerdo, apresentaram valores de 21° e 23°, ambos classificados como Ficat & Arlet I, sendo categorizados como “limítrofes”. Um

quadril direito apresentou valor de 18° , classificação Ficat & Arlet II, e foi considerado “insatisfatório”. Esse quadril também apresentou o ângulo de Sharp alterado e medindo 43° .

5.4. ÂNGULO CERVICODIAFISÁRIO

A maioria dos ângulos encontrados apresentaram valores entre 120° e 140° , que são valores esperados para indivíduos com essa faixa etária. Quatro quadris direitos apresentaram ângulos que mediam 141° , 143° e 144° , e três quadris esquerdos com ângulos entre 139° , 141° e 147° . Destes quadris, um quadril direito, com classificação Ficat & Arlet I, apresentou o ângulo correspondente a 196° e foi considerado um *outlier*. Quatro quadris, sendo três esquerdos e um direito, foram classificados como Ficat & Arlet II. Três quadris, sendo dois direitos e um esquerdo, apresentaram lesões com classificação Ficat & Arlet III. Um quadril direito (144°) e dois quadris esquerdos (141° e 147°) apresentaram alteração também no ângulo de Sharp (48° , 55° e 45°).

6. DISCUSSÃO

A osteonecrose é uma complicação comum em pacientes jovens com doença falciforme e acomete principalmente a região epifisária do fêmur, podendo ser unilateral ou bilateral (8,28). A progressão da doença leva ao colapso subcondral e osteoartrite, e eventualmente ocorre a substituição da articulação (38,17).

Anormalidades morfológicas na região do acetábulo e sua relação com a cabeça femoral podem levar à lesão da cartilagem labral e articular. O acetábulo geralmente se encontra em uma posição antevertida, que tende a aumentar à medida que a pessoa envelhece, culminando na fusão da cartilagem trirradiada. Isso ocorre devido ao crescimento da parede posterior do acetábulo na sua porção superior e lateral (16).

Nas radiografias convencionais deve-se buscar a simetria dos quadris utilizando parâmetros importantes como as linhas Hilgenreiner, Perkin e Shenton, e ângulos que forneçam informações valiosas (66). No presente estudo foram avaliados quatro ângulos, sendo eles: índice acetabular, ângulo de Sharp, ângulo de Wiberg e o ângulo cervicodiafisário.

De acordo com Silva e colaboradores, 2019, os valores de referência para o IA são de 18° em crianças entre 2 e 3 anos, 15° em crianças dos 3 aos 7 anos, e 10° para idades acima de 7 anos (51). No nosso estudo, apenas um quadril direito (23°) foi considerado como “bom” enquanto todas as outras medições foram classificadas como “satisfatório”. Observou-se que crianças e adolescentes com lesões classificadas como Ficat & Arlet III, um grau mais avançado e que já se pode observar o sinal do crescente nas radiografias, surpreendentemente não apresentaram tanta variação nesse ângulo, com medidas entre 8° e 18°.

Diversos estudos associam os valores do IA à idade de crianças em desenvolvimento típico. O estudo realizado por Novais e colaboradores, 2016, estabeleceu uma forte correlação entre os parâmetros IA e a razão da profundidade acetabular em crianças de até 14 anos, fornecendo valores normais e curvas percentis. O estudo reforça descobertas anteriores de valores de IA maiores em quadris direitos de crianças do sexo feminino. A diferença nos valores entre os estudos pode ser atribuída as diferentes abordagens de medição do parâmetro IA (50). No nosso estudo, não se observou diferenças significativas entre as lateralidades dos quadris.

Crianças com osteonecrose de quadril apresentam o IA maior, quando comparado com crianças sem a doença (14). Um estudo realizado por Roposh et al. (14), avaliou medidas radiográficas de crianças com osteonecrose para determinar o impacto da doença na remodelação do acetábulo. O estudo verificou que o IA de crianças com 7 anos foi maior

naquelas que tinham osteonecrose do quadril (22°), enquanto crianças com a mesma idade e sem a doença possuíam um ângulo menor (16°). No nosso estudo, a média do IA foi de aproximadamente 11° e seis quadris apresentaram valor mais altos (entre 16° e 23°), se aproximando dos 20°.

Esse estudo também acompanhou a evolução do ângulo de Sharp ao longo do tempo, e identificou uma diferença significativa entre os grupos onze anos após o procedimento que realizaram. Além desses parâmetros, as proporções de centralização lateral e superior da cabeça femoral também foram piores em quadris com osteonecrose (14).

O ângulo de Sharp avalia a cobertura femoral, desenvolvimento acetabular e pode ser usado na avaliação da displasia de quadril (58). Esse ângulo apresenta um limite superior para quadris normais variando de acordo com as faixas etárias. À medida que o ângulo de Sharp aumenta, a cobertura da cabeça femoral diminui (16). No nosso estudo, a média dos valores encontrados para esse ângulo foi de aproximadamente 42°, assemelhando-se aos valores limítrofes. Entende-se que, por conta da doença, a variação desse ângulo difere-se do esperado para indivíduos com essa faixa etária.

O desvio-padrão no ângulo de Sharp foi discretamente maior no lado esquerdo, sugerindo uma maior variabilidade nas amostras e apresentando uma maior dispersão em relação à média. Isso pode indicar uma severidade ou extensão maior das lesões na cabeça femoral do quadril esquerdo dos participantes. Para corroborar e expandir essas observações seria necessário realizar outro exame de imagem, como a ressonância magnética, por exemplo, e outro método de classificação dessas lesões.

Um estudo realizado por Khaliq e colaboradores, 2022, avaliou parâmetros como o ângulo de Sharp, Wiberg e Tonnis, em radiografias anteroposteriores, na avaliação da cobertura acetabular. O estudo constatou que o ângulo de Sharp aumentou consideravelmente em quadris de mulheres quando comparados ao dos homens, sobretudo do lado esquerdo. O ângulo de Wiberg, por sua vez, apresentou um valor maior em quadris do lado esquerdo em indivíduos homens. Os autores sugeriram que os indivíduos utilizavam mais a perna esquerda para suportar peso, independentemente da dominância do membro (23).

O ângulo de Wiberg, por sua vez, desempenha um papel crucial na anatomia do quadril e na avaliação da cobertura acetabular. Em crianças com menos de 15 anos de idade, entretanto, ângulos de 20° ou mais devem ser considerados normais, enquanto valores entre 15 e 20° são considerados incertos (61,63,64). No presente estudo, a média dos valores do ângulo de Wiberg

corresponde a aproximadamente 34° e se encontra dentro do padrão de normalidade para indivíduos nessa faixa etária. Dois quadris medindo 21° e 23° foram considerados como “limítrofes” e um quadril direito (18°) foi considerado como “insatisfatório”. Não foram observadas relações entre o ângulo de Wiberg com outros parâmetros.

O ângulo cervicodiafisário apresenta extrema importância na avaliação da displasia do desenvolvimento do quadril, impacto femoroacetabular, doença de Perthes, epifisiólise da cabeça femoral e fraturas do fêmur proximal. O desenvolvimento do colo femoral segue os processos naturais biológicos e biomecânicos do sistema musculoesquelético, e o ângulo cervicodiafisário varia normalmente com a idade do indivíduo.

O ângulo cervicodiafisário menor que 120-125 graus indica uma tendência a coxa vara, e quando o ângulo excede 135-140 graus, há uma tendência a coxa valga, observado frequentemente em quadris displásicos (16,67,68). Alguns autores consideram que a coxa vara constitui um fator de risco para fratura por estresse do colo femoral, enquanto a coxa valga constitui um fator de risco associado a osteoartrose do joelho (68,69) e fratura por estresse na cabeça femoral (68).

Em indivíduos com coxa valga, o trocânter maior é deslocado abaixo do centro da cabeça femoral, aumentando o estresse nessa região. Já em indivíduos com coxa vara, o trocânter maior fica acima do centro da cabeça femoral, resultando em maior estresse no colo femoral (68).

Um estudo de Fischer e colaboradores, 2020, verificou que valores do ângulo cervicodiafisário maior do lado direito pode ser explicado por ser o lado dominante da maioria das pessoas, ou por existir diferenças naturais entre os lados (70). No presente estudo, o desvio-padrão do ângulo cervicodiafisário no lado direito foi maior do que o lado esquerdo, mas não foi estatística e clinicamente significativa. Entende-se que, por conta da doença, a média desse ângulo foi maior que o esperado para indivíduos com essa faixa etária. Um total de oito quadris apresentaram valores maiores do que 140° , indicando uma tendência a coxa valga, e a média desse ângulo corresponde a aproximadamente 141° .

Acompanhar e prever as medidas dos ângulos relacionados ao quadril, como o índice acetabular, ângulo Sharp, o ângulo de Wiberg e ângulo cervicodiafisário, é fundamental na avaliação da saúde ortopédica de crianças e adolescentes. Diferenças nos parâmetros acetabulares como profundidade, largura e diâmetro, assim como alterações morfométricas na cabeça femoral, ocasionam uma instabilidade na articulação coxofemoral que leva a uma maior

degeneração da cartilagem articular e osteoartrite, e impactam na qualidade de vida do indivíduo. Estima-se que 25% dos casos de osteoartrite dessa articulação são consequência de displasia acetabular (23).

O estudo da morfologia e função dos músculos é de extrema importância para avaliar os benefícios dos procedimentos cirúrgicos e contribuir para o desenvolvimento de programas de reabilitação (71), além da importância social, científica e econômica da evolução morfométrica do quadril das crianças. No presente estudo, a avaliação da força muscular através de movimentos de rotação interna e externa, adução, abdução, flexão e extensão, foi considerada satisfatória na população de estudo e os valores encontrados foram semelhantes entre os participantes, como mostrado na tabela 2. Não foram observadas diferenças estatisticamente relevantes entre as lateralidades dos quadris, e, portanto, não há um lado do quadril que esteja mais afetado do que o outro em termos de função muscular. Consequentemente, não foram observadas alterações no arco de movimento e na marcha, e não foi evidenciada disparidades entre os membros inferiores.

A taxa de desenvolvimento de alguma deformidade em decorrência de anormalidades na articulação, mesmo em casos assintomáticos, pode chegar a 91% (9,10). A importância de um acompanhamento regular reside na capacidade de identificar e tratar precocemente essas alterações, prevenindo complicações mais graves no futuro. Estudos a longo prazo para acompanhar e avaliar a progressão de alterações morfométricas do quadril são de fundamental importância e relevância para a saúde ortopédica, além de contribuir para o aprimoramento das estratégias de tratamento e elaboração de diretrizes clínicas mais eficazes.

7. CONCLUSÃO

Sabe-se que alterações na morfologia do quadril e na função muscular frequentemente levam a prejuízos biomecânicos, funcionais e na qualidade de vida. A avaliação de parâmetros radiográficos como o índice acetabular, ângulo de Sharp, ângulo de Wiberg e ângulo cervicodiafisário se mostrou estatisticamente insignificante na população de estudo. Apesar disso, na avaliação do ângulo de Sharp, seis quadris apresentaram valores acima de 42°, limite superior, sugerindo displasia de desenvolvimento de quadril. Na avaliação do ângulo cervicodiafisário, oito quadris apresentaram valores acima de 140°, limite superior, sugerindo uma tendência a coxa valga, comum em quadris displásicos. Não foram observadas relações entre o aumento ou diminuição desses ângulos com o sexo, idade, lateralidade dos quadris afetados ou outras variáveis, tampouco existe correlação entre esses parâmetros. A avaliação da força muscular também não mostrou alterações e não foram observados quaisquer prejuízos biomecânicos entre os participantes. Pesquisas adicionais e estudos longitudinais com uma população maior são necessários para confirmar e expandir as observações realizadas.

REFERÊNCIAS

1. Ministério da Saúde. Doença Falciforme: Diretrizes Básicas da Linha de Cuidado. 2015. 84 p.
2. Daltro GC, Fortuna V, de Souza ES, Salles MM, Carreira AC, Meyer R, Freire SM, Borojevic R. Efficacy of autologous stem cell-based therapy for osteonecrosis of the femoral head in sickle cell disease: a five-year follow-up study. *Stem Cell Res Ther.* 2015 May 29;6(1):110.
3. Mota CS, Atkin K, Trad LA, Dias ALA. Social disparities producing health inequities and shaping sickle cell disorder in Brazil. *Health Sociology Review*, 2017, Vol. 26, NO. 3, 280–292.
4. Jesus AC da S de, Konstantyner T, Lôbo IKV, Braga JAP. Características socioeconômicas e nutricionais de crianças e adolescentes com anemia falciforme: uma revisão sistemática. *Rev Paul Pediatr.* 2018 Dec;36(4):491–9.
5. Fernandes APPC, Avendanha FA, Viana MB. Hospitalizations of children with sickle cell disease in the Brazilian Unified Health System in the state of Minas Gerais. *J Pediatr (Rio J).* 2017; 93(3): 287-293.
6. Silva-Pinto A, Alencar De QM, Antoniazco ZP, Arruda M, Pimentel Dos SH. The Neonatal Screening Program in Brazil, Focus on Sickle Cell Disease (SCD). *IJNS.* 26 de janeiro de 2019;5(1):11.
7. Mulyana AM, Rakhmawati W, Pramukti I, Lukman M, Wartakusumah R, Mediani HS. Bone Disease among Children with Sickle Cell Disease: A Scoping Review of Incidence and Interventions. *J Multidiscip Healthc.* 2024 Jul 9;17:3235-3246.
8. Daltro G, Alencar DF de, Sobrinho UB, Guedes A, Fortuna VA. Osteonecrose da cabeça femoral na anemia falciforme. *Gaz méd Bahia.* 2010;80(3):29–32.
9. Novais EN, Sankar WN, Wells L, Carry PM, Kim YJ. Preliminary Results of Multiple Epiphyseal Drilling and Autologous Bone Marrow Implantation for Osteonecrosis of the Femoral Head Secondary to Sickle Cell Disease in Children. *Journal of Pediatric Orthopaedics.* dezembro de 2015;35(8):810–5.
10. Hernigou Ph, Habibi A, Bachir D, Galacteros F. The Natural History of Asymptomatic Osteonecrosis of the Femoral Head in Adults with Sickle Cell Disease: *The Journal of Bone & Joint Surgery.* dezembro de 2006;88(12):2565–72.
11. Mont MA, Zywiell MG, Marker DR, McGrath MS, Delanois RE. The Natural History of Untreated Asymptomatic Osteonecrosis of the Femoral Head. *J Bone Jt Surgery American Vol.* 2010 Sep;92(12):2165–70.
12. Gupta R, Adekile AD. MRI Follow-Up and Natural History of Avascular Necrosis of the Femoral Head in Kuwaiti Children With Sickle Cell Disease: *Journal of Pediatric Hematology/Oncology.* junho de 2004;26(6):351–3.
13. Milner PF, Kraus AP, Sebes JI, Sleeper LA, Dukes KA, Embury SH, et al. Sickle Cell Disease as a Cause of Osteonecrosis of the Femoral Head. *N Engl J Med.* 21 de novembro de 1991;325(21):1476–81.
14. Roposch A, Ridout D, Protopapa E, Nicolaou N, Gelfer Y. Osteonecrosis Complicating Developmental Dysplasia of the Hip Compromises Subsequent Acetabular Remodeling. *Clinical Orthopaedics & Related Research.* julho de 2013;471(7):2318–26.
15. The Lancet Haematology. Sickle cell disease—unity and patient-centred education. *The Lancet Haematology.* agosto de 2023;10(8):e557.
16. Zacharia B, Fawas KM. A comparative radiographic morphometric analysis to assess the normal radiological morphology of the adult hip in indian population. *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma.* abril de 2021;15:117–24.

17. Böker SM, Adams LC, Fahlenkamp UL, Diederichs G, Hamm B, Makowski MR. Value of susceptibility-weighted imaging for the assessment of angle measurements reflecting hip morphology. *Sci Rep*. 1º de dezembro de 2020;10(1):20899.
18. Queiroz CE, Nomura ÁM. O desenvolvimento acetabular na luxação congênita do quadril. *Rev Bras Ortop*. 1993;28(8).
19. Mendell JR, Florence J. Manual muscle testing. *Muscle Nerve*. 1990;13(S1):S16–20.
20. Konarski W, Poboży T, Śliwczyński A, Kotela I, Krakowiak J, Hordowicz M, et al. Avascular Necrosis of Femoral Head—Overview and Current State of the Art. *IJERPH*. 15 de junho de 2022;19(12):7348.
21. Chang CY, Huang AJ. MR imaging of normal hip anatomy. *Magn Reson Imaging Clin N Am*. fevereiro 2013;21(1):1-19.
22. Polkowski GG, Clohisy JC. Hip biomechanics. *Sports Med Arthrosc Rev*. junho 2010;18(2):56-62.
23. Khaliq S, Qamar A, Khokhar SK, Naseer H. Morphometric study of acetabular depth and coverage and their clinical importance. *Pak J Med Sci*. novembro-dezembro 2022;38(8):2227-2233.
24. Weinstein SL, Dolan LA. Proximal femoral growth disturbance in developmental dysplasia of the hip: what do we know? *J Child Orthop*. 2018 Aug 1;12(4):331-341.
25. Yousefzadeh DK, Ramilo JL. Normal hip in children: correlation of US with anatomic and cryomicrotome sections. *Radiology*. dezembro 1987;165(3):647-55.
26. Augusto ACL, Goes PCK, Flores DV, Costa MAF, Takahashi MS, Rodrigues ACO, Padula LC, Gasparetto TD, Nogueira-Barbosa MH, Aihara AY. Imaging Review of Normal and Abnormal Skeletal Maturation. *Radiographics*. 2022 May-Jun;42(3):861-879.
27. Ağirdil Y. The growth plate: a physiologic overview. *EFORT Open Rev*. 2020 Sep 10;5(8):498-507.
28. Tortora, GJ. *Princípios de Anatomia e Fisiologia*. 4ªed. Porto Alegre: Artmed, 2000.
29. Nelson DL, Cox MM. *Princípios de Bioquímica de Lehninger*. 7º ed. 2018. 1312 p.
30. Menezes ASDODP, Len CA, Hilário MOE, Terreri MTRA, Braga JAP. Qualidade de vida em portadores de doença falciforme. *Rev paul pediatr*. março de 2013;31(1):24–9.
31. Martí-Carvajal AJ, Solà I, Agreda-Pérez LH. Treatment for avascular necrosis of bone in people with sickle cell disease. Em: *The Cochrane Collaboration*, organizador. *Cochrane Database of Systematic Reviews* [Internet]. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd; 2014 [citado 10 de novembro de 2023]. p. CD004344.pub5. Disponível em: <https://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD004344.pub5>.
32. Ministério da Saúde. Portaria SAS/MS no 55, de 29 de janeiro de 2010. *Diário Oficial da União* [Internet]. Disponível em: https://bvsm.sau.gov.br/bvs/sau/legis/sas/2010/prt0055_29_01_2010.html; Acesso em: 1 de outubro de 2023.
33. Cançado RD, Jesus JA. A doença falciforme no Brasil. *Rev Bras Hematol Hemoter*. 2007 Sep;29(3).
34. Zago MA, Pinto ACS. Fisiopatologia das doenças falciformes: da mutação genética à insuficiência de múltiplos órgãos. *Rev Bras Hematol Hemoter* [Internet]. setembro de 2007 [citado 10 de novembro de 2023];29(3). Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-84842007000300003&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt.
35. *The Lancet Haematology*. Sickle cell disease—unity and patient-centred education. *The Lancet Haematology*. agosto de 2023;10(8):e557.
36. Aguilar C, Vichinsky E, Neumayr L. Bone and Joint Disease in Sickle Cell Disease.

- Hematology/Oncology Clinics of North America. outubro de 2005;19(5):929–41.
37. McCarthy KS, Anderson JB, Jones EL. The role of vascular supply in femoral head osteonecrosis. *Journal of Orthopaedic Research*, v. 37, n. 5, p. 1120-1127, 2019.
 38. Daltro G, Franco BA, Faleiro TB, Rosário DAV, Daltro PB, Fortuna V. Osteonecrosis in sickle cell disease patients from Bahia, Brazil: a cross-sectional study. *Int Orthop*. 2018 Jul 26;42(7):1527–34.
 39. Mont MA, Salem HS, Piuizzi NS, Goodman SB, Jones LC. Nontraumatic Osteonecrosis of the Femoral Head: Where Do We Stand Today?: A 5-Year Update. *Journal of Bone and Joint Surgery*. 17 de junho de 2020;102(12):1084–99.
 40. Hines JT, Jo WL, Cui Q, Mont MA, Koo KH, Cheng EY, et al. Osteonecrosis of the Femoral Head: an Updated Review of ARCO on Pathogenesis, Staging and Treatment. *J Korean Med Sci*. 2021;36(24):e177.
 41. Schleder JSEL, Ramello DCDS, Caron MD, Cliquet Junior A. Análise biomecânica da marcha de pacientes com osteonecrose da cabeça do fêmur. *Rev Bras Ortop (Sao Paulo)*. junho de 2023;58(03):500–6.
 42. Daltro G, Silva ICF, Daltro PB, Silva ICF, Botelho VL. SARS-CoV-2/ COVID-19 and its Implications in the Development of Osteonecrosis. *J Regen Biol Med*. 2020;2(4):1- 19.
 43. Ministério da Saúde. Banco de dados do Sistema Único de Saúde-DATASUS [Internet]. Disponível em: <http://www.tabnet.datasus.gov.br>. Acesso em 1 de outubro de 2023.
 44. Worrall D, Smith-Whitley K, Wells L. Hemoglobin to Hematocrit Ratio: The Strongest Predictor of Femoral Head Osteonecrosis in Children With Sickle Cell Disease. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. março de 2016;36(2):139–44.
 45. Mesleh Shayeb A, Smeltzer MP, Kaste SC, Brown A, Estep JH, Nottage KA. Vaso-occlusive crisis as a predictor of symptomatic avascular necrosis in children with sickle cell disease. *Pediatric Blood & Cancer*. dezembro de 2018;65(12):e27435.
 46. Petek D, Hannouche D, Suva D. Osteonecrosis of the femoral head: pathophysiology and current concepts of treatment. *EFORT Open Reviews*. março de 2019;4(3):85–97.
 47. Seeley MA, Georgiadis AG, Sankar WN. Hip vascularity: a review of the anatomy and clinical implications. *J Am Acad Orthop Surg*. agosto 2016;24(8):515-26.
 48. Günay C, Özçelik A. Is Stage 2 idiopathic osteonecrosis of the hip joint associated with version angles on imaging methods? *Jt Dis Relat Surg*. dezembro de 2021;32(3):611–6.
 49. Miyahara HDS, Ranzoni LV, Ejnisman L, Vicente JRN, Croci AT, Gurgel HMDC. Osteonecrose da cabeça femoral: Artigo de atualização. *Rev Bras Ortop (Sao Paulo)*. junho de 2022;57(03):351–9.
 50. Novais EN, Pan Z, Autruong PT, Meyers ML, Chang FM. Normal Percentile Reference Curves and Correlation of Acetabular Index and Acetabular Depth Ratio in Children. *J Pediatr Orthop*. março 2018;38(3):163-169.
 51. Silva MS, Fernandes ARC, Cardoso FN, Longo CH, Aihara AY. Radiography, CT, and MRI of Hip and Lower Limb Disorders in Children and Adolescents. *Radiographics*. maio-junho 2019;39(3):779-794. Erratum in: *Radiographics*. julho-agosto 2019;39(4):1232.
 52. Tannast M, Hanke MS, Zheng G, Steppacher SD, Siebenrock KA. What are the radiographic reference values for acetabular under- and overcoverage? *Clin Orthop Relat Res*. abril 2015;473(4):1234-46.
 53. Li LY, Zhang LJ, Li QW, Zhao Q, Jia JY, Huang T. Development of the osseous and cartilaginous acetabular index in normal children and those with developmental dysplasia of the hip: a cross-sectional study using MRI. *J Bone Joint Surg Br*.

- dezembro 2012;94(12):1625-31.
54. Tönnis D. Normal values of the hip joint for the evaluation of X-rays in children and adults. *Clin Orthop Relat Res.* setembro de 1976;(119):39–47.
 55. Håberg Ø, Bremnes T, Foss OA, Angenete O, Lian ØB, Holen KJ. Children treated for developmental dysplasia of the hip at birth and with normal acetabular index at 1 year: How many had residual dysplasia at 5 years? *Journal of Children's Orthopaedics.* junho de 2022;16(3):183–90.
 56. Werner CM, Ramseier LE, Ruckstuhl T, Stromberg J, Copeland CE, Turen CH, Rufibach K, Bouaicha S. Normal values of Wiberg's lateral center-edge angle and Lequesne's acetabular index--a coxometric update. *Skeletal Radiol.* setembro 2012;41(10):1273-8.
 57. Archer H, Reine S, Alshaikhsalama A, Wells J, Kohli A, Vazquez L, Hummer A, DiFranco MD, Ljuhar R, Xi Y, Chhabra A. Artificial intelligence-generated hip radiological measurements are fast and adequate for reliable assessment of hip dysplasia: an external validation study. *Bone Jt Open.* novembro 2022;3(11):877-884.
 58. Z Li Q, Zhong L, Huang H, Liu H, Qin Y, Wang Y, Zhou Z, Liu H, Yang W, Qin M, Wang J, Wang Y, Zhou T, Wang D, Wang J, Xu M, Huang Y. Auxiliary diagnosis of developmental dysplasia of the hip by automated detection of Sharp's angle on standardized anteroposterior pelvic radiographs. *Medicine (Baltimore).* 2019.
 59. Boese CK, Dargel J, Oppermann J, Eysel P, Scheyerer MJ, Bredow J, Lechler P. The femoral neck-shaft angle on plain radiographs: a systematic review. *Skeletal Radiol.* janeiro 2016;45(1):19-28.
 60. Vanpee G, Hermans G, Segers J, Gosselink R. Assessment of limb muscle strength in critically ill patients: a systematic review. *Crit Care Med.* 2014 Mar;42(3):701-11.
 61. Sharp IK. ACETABULAR DYSPLASIA: The Acetabular Angle. *The Journal of Bone and Joint Surgery British volume.* maio de 1961;43-B(2):268–72.
 62. Mannava S, Geeslin AG, Frangiamore SJ, Cinque ME, Geeslin MG, Chahla J, Philippon MJ. Comprehensive Clinical Evaluation of Femoroacetabular Impingement: Part 2, Plain Radiography. *Arthrosc Tech.* 2017 Oct 30;6(5):e2003-e2009.
 63. Cooperman DR, Wallensten R, Stulberg SD. Acetabular dysplasia in the adult. *Clin Orthop Relat Res.* maio de 1983;(175):79–85.
 64. Fredensborg N. The CE Angle of Normal Hips. *Acta Orthopaedica Scandinavica.* janeiro de 1976;47(4):403–5.
 65. Wiberg, G. Studies on Dysplastic Acetabula and Congenital Subluxation of the Hip Joint with Special Reference to the Complication of Osteo-Arthritis. 6 de julho de 1940;115(1):81.
 66. Ribeiro SC, Barreto KSS, Alves CBS, Almendra Neto OL, Nóbrega MVD, Braga LRDC. Hip pain in childhood. *Radiol Bras.* fevereiro de 2020;53(1):63–8.
 67. Nunes RB, Amaral DT, Oliveira VS. Propedêutica radiológica do impacto femoroacetabular em tempos de tomografia computadorizada e ressonância magnética: o que o radiologista precisa saber. *Radiol Bras.* 2011 Jul/Ago;44(4):249–255.
 68. Kim DK, Kim TH. Femoral neck shaft angle in relation to the location of femoral stress fracture in young military recruits: femoral head versus femoral neck stress fracture. *Skeletal Radiol.* junho 2021;50(6):1163-1168.
 69. Coskun Benlidayi I, Guzel R, Basaran S, Aksungur EH, Seydaoglu G. Is coxa valga a predictor for the severity of knee osteoarthritis? A cross-sectional study. *Surg Radiol Anat.* maio 2015;37(4):369-76.
 70. Fischer CS, Kühn JP, Völzke H, Ittermann T, Gumbel D, Kasch R, et al. The neck–

shaft angle: an update on reference values and associated factors. *Acta Orthopaedica*. 2 de janeiro de 2020;91(1):53–7.

71. Rasch A, Byström AH, Dalen N, Berg HE. Reduced muscle radiological density, cross-sectional area, and strength of major hip and knee muscles in 22 patients with hip osteoarthritis. *Acta Orthop*. 2007 Aug;78(4):505-10.