



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA
MECÁNICA Y ELÉCTRICA
ZACATENCO
“PROGRAMA DE POSGRADO EN INGENIERÍA DE SISTEMAS”**



**“ESTIMACIÓN SISTÉMICA DE PARÁMETROS
PARA EL DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO DE LA LUXACIÓN
O DISPLASIA CONGÉNITA DE CADERA EN NIÑOS
DEL INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN”**

TESIS

Que para obtener el grado de

Doctor en Ingeniería de Sistemas

PRESENTA

M. en C. Benjamín Araujo Monsalvo

DIRECTORES DE TESIS

**Dr. Luis Manuel Hernández Simón
Dr. Víctor Manuel Domínguez Hernández**



Ciudad de México, octubre 2018

"ESTIMACIÓN SISTÉMICA DE PARÁMETROS PARA EL DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO DE LA LUXACIÓN O DISPLASIA CONGÉNITA DE CADERA EN NIÑOS DEL INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN"

RESUMEN

La *displasia del desarrollo de la cadera* es una patología de etiología multifactorial, donde debemos comprender la anatomía, las anomalías del acetábulo, así como su reconstrucción y el análisis de la cavidad acetabular por medio de técnicas de imagen.

La tomografía computarizada 3D proporciona una visualización completa de la cadera, con la cual es posible hacer una reconstrucción, y con ello valorar la anteversión femoro-acetabular. Los modelos 3D permiten estimar la cobertura y medir la superficie y el volumen acetabular, con lo que se puede tener un diagnóstico más preciso, y de esta forma poder indicar un tratamiento adecuado para la displasia de cadera inveterada.

Es por esto que el presente trabajo de investigación está orientado a la estimación de parámetros para el diagnóstico y tratamiento de la displasia del desarrollo de la cadera, de pacientes que ingresan al Instituto Nacional de Rehabilitación.

Para el logro de los objetivos se diseñó una metodología para la identificación y análisis de los elementos que interactúan en el proceso, para la búsqueda de isomorfismos y la solución de la problemática.

Dicho diseño se realizó mediante la combinación de elementos de diferentes disciplinas del conocimiento y el apoyo de metodologías de ingeniería para la medición de las tomografías de los pacientes con este tipo de padecimiento; así como de metodologías de la ciencia de sistemas, específicamente, la Metodología de Sistemas Suaves (Checkland) y la Metodología de Sistemas Viables (Beer), para la interacción de todos los elementos participantes.

Además de la metodología, se diseñó un modelo, el cual se orienta a la participación de los elementos de cada disciplina y al paciente en tratamiento; así como de proporcionar elementos clínicos y morfológicos de la anatomía del paciente, que permitan al cirujano, mejorar el diagnóstico y tratamiento de la displasia del desarrollo de la cadera.

Este estudio se realizó utilizando imágenes obtenidas del sistema de información médica y telemedicina PACS-INR (*Picture and Communication System* del Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra).

El análisis tomográfico por medio de software de ingeniería demostró que en todos los casos el volumen acetabular operado fue mayor que el contralateral. Lo cual se observó en el análisis estadístico realizado, en donde no se obtuvo diferencia significativa entre los volúmenes.

PALABRAS CLAVE: Acetábulo, Cavidad acetabular, Ciencia de sistemas, Displasia del desarrollo de la cadera inveterada, Elementos clínicos y morfológicos, Estudio tomográfico, Medición volumétrica, Tomografía computarizada 3D.

"SYSTEMIC ESTIMATION OF PARAMETERS FOR THE DIAGNOSIS AND TREATMENT OF LUXATION OR CONGENITAL HIP DYSPLASIA IN CHILDREN OF THE NATIONAL REHABILITATION INSTITUTE"

ABSTRACT

Hip dysplasia is a pathology of multifactorial etiology, where we must understand the anatomy, the acetabular abnormalities, as well as its reconstruction and the analysis of the acetabular cavity by means of imaging techniques.

3D computed tomography provides a complete visualization of the hip, with which it is possible to make a reconstruction, and thereby assess the femoro-acetabular anteversion. The 3D models allow to estimate the coverage and measure the acetabular surface and volume, with which a more precise diagnosis can be obtained, and in this way to be able to indicate an adequate treatment for inveterate hip dysplasia.

This is why the present research work is aimed at estimating parameters for the diagnosis and treatment of hip development dysplasia, of patients admitted to the Instituto Nacional de Rehabilitación "Luis Guillermo Ibarra Ibarra".

To achieve the objectives, a methodology was designed for the identification and analysis of the elements that interact in the process, for the search of isomorphisms and the solution of the problem.

This design was made through the combination of elements of different disciplines of knowledge and the support of engineering methodologies for the measurement of the tomography's of patients with this type of condition; as well as methodologies of systems science, specifically, the Soft Systems Methodology (Checkland) and the Viable Systems Methodology (Beer), for the interaction of all the participating elements.

In addition to the methodology, a model was designed, which is oriented to the participation of the elements of each discipline and the patient in treatment; as well as providing clinical and morphological elements of the patient's anatomy, allowing the surgeon to improve the diagnosis and treatment of hip development dysplasia.

This study was carried out using images obtained from the PACS-INR medical information and telemedicine system (*Picture and Communication System* of the Instituto Nacional de Rehabilitación "Luis Guillermo Ibarra Ibarra").

The tomographic analysis by means of engineering software showed that in all cases the acetabular volume operated was greater than the contralateral volume. This was observed in the statistical analysis performed, where no significant difference was found between the volumes.

KEYWORDS: Acetabulum, Acetabular cavity, Clinical and morphological elements, Inveterate developmental dysplasia of the hip, Tomographic study, Volumetric measurement, 3D CT- Scan.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por su apoyo brindado y el tiempo dedicado para que pudiera completar una etapa más de mi vida profesional.

Agradezco a mis amigos y compañeros de generación por pasar buenos momentos, estando en compañía de ustedes fue una salida de la rutina diaria de la escuela.

Gracias a mi consejero y director de tesis interno Dr. Luis Manuel Hernández Simón, por su interés y dedicación en mi formación durante la Maestría en Ciencias en Ingeniería de Sistemas.

A mi director de tesis externo Dr. Víctor Manuel Domínguez Hernández, por brindarme la oportunidad de trabajar y poder realizar este trabajo de tesis.

A mi comité tutorial: Dr. Luis Manuel Hernández Simón, Dr. Víctor Manuel Domínguez Hernández, Dra. Claudia Lizbeth Martínez González, Dr. Flavio Arturo Domínguez Pacheco por ser durante este tiempo parte de mi formación profesional.

Finalmente brindo reconocimiento y agradezco el apoyo recibido para completar mi trabajo de tesis:

Programa de Posgrado en Ingeniería de Sistemas. Sección de Estudios de Posgrado e Investigación. Instituto Politécnico Nacional.

Laboratorio de Biomecánica. Instituto Nacional de Rehabilitación "Luis Guillermo Ibarra Ibarra".

Servicio de Ortopedia Pediátrica. Instituto Nacional de Rehabilitación "Luis Guillermo Ibarra Ibarra".

Servicio de Tomografía Computada. Instituto Nacional de Rehabilitación "Luis Guillermo Ibarra Ibarra".

Departamento de Bioingeniería, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Ciudad de México.

M. en C. Víctor Manuel Araujo Monsalvo. Dr. Ramiro Cuevas Olivo, Dr. Alejandro Trujillo Satow, Dra. Elisa Martínez Coria, Técnico Martín Luna Méndez, Ing. Marcos Martínez Cruz.

ÍNDICE

Resumen	i
Abstract	iii
Índice	v
Índice de figuras	ix
Índice de tablas	xi
Glosario de términos	xii
Lista de acrónimos	xvii
Lista de símbolos	xx

INTRODUCCIÓN	1
---------------------	----------

CAPÍTULO I. FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Contexto de la Investigación	6
1.1.1 Contexto Físico	7
1.1.2 Teoría General de Sistemas	7
1.2 Fundamentos de la Investigación	9
1.3 Originalidad de la Investigación	12
1.4 Justificación	13
1.5 Objetivos	
1.5.1 Objetivo General	17
1.5.2 Objetivos Específicos	17

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO

2.1 Marco Físico	18
2.1.1 Modelo Formal	19
2.2 Marco Teórico	20
2.2.1 Visión Sistémica Transdisciplinaria	20
2.2.2 Medio Ambiente	21
2.2.3 Razón de la Selección de las Metodologías para la Investigación	23
2.3. Marco Metodológico	24
2.3.1 Metodología de Sistemas Suaves	24
2.3.1.1 Etapas de la metodología de sistemas suaves	25
2.3.1.1.1 Etapa 1: Situación problema no estructurada	25
2.3.1.1.2 Etapa 2: Situación problema expresada	26
2.3.1.1.3 Etapa 3: Sistemas Relevantes	27
2.3.1.1.3.1 Definiciones raíz	27
2.3.1.1.3.2 CATWOE (Siglas en inglés), CATWPA (Siglas en español)	27
2.3.1.1.4 Etapa 4: Modelos Conceptuales	28
2.3.1.1.5 Etapa 5: Etapa 4 vs Etapa 2	29
2.3.1.1.6 Etapas 6 y 7: Poner cambios en ejecución 'factibles y deseables'	29
2.3.2 Metodología de Sistemas Viables	30
2.3.2.1 Las cinco funciones esenciales para la viabilidad	31
2.3.2.1.1 Implementación	31
2.3.2.1.2 Coordinación	31
2.3.2.1.3 Control	31
2.3.2.1.4 Inteligencia	31
2.3.2.1.5 Política	32

CAPÍTULO III. APLICACIÓN DEL MARCO METODOLÓGICO	
3.1 Aplicación de la Metodología de Sistemas Suaves	33
3.1.1 Situación problema no estructurado	33
3.1.2 Situación problema expresado: Visión Rica	33
3.1.2.1 Responsabilidades del Servicio de Ortopedia Pediátrica	34
3.1.3 Definiciones del Sistema (CATWOE)	34
3.1.3.1 Fundamentos del Modelo Conceptual	36
3.1.3.2 Modelo Conceptual	36
3.1.3.3 Diagnóstico del modelo de Stafford Beer	38
3.1.3.4 Comparación: Modelo Conceptual vs Situación Problema Expresada	41
3.1.3.5 Modelo de Decisión Sistémico Cibernético: Aplicación a la Displasia del Desarrollo de la Cadera (DDC)	43
CAPÍTULO IV. ESTUDIO DE CASO	
4.1 Actividad de Investigación: Análisis de tomografías 3D mediante software de ingeniería de pacientes con DDC operados y obtención de volúmenes acetabulares	45
4.1.1 Introducción	45
4.1.2 Pregunta de Investigación	46
4.1.3 Objetivo	46
4.1.4 Hipótesis	46
4.2 Material y Métodos	46
4.3 Resultados	50
4.4 Discusión	51
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	52

REFERENCIAS**56****APORTACIONES**

A.1 Ponencia presentada en 58th ISSS Annual Meeting George Washington University Business School, Fungger Hall, Washington, DC, USA, July 27 to August 1, 2014.

A.2 Artículo Publicado: Análisis Tomográfico de la Superficie Acetabular en la Displasia del Desarrollo de la Cadera en niños. Científica, vol. 21, núm. 2, pp. 91-97, julio-diciembre 2017. ESIME Instituto Politécnico Nacional MÉXICO

A.3 Artículo en revisión: Volumetric measurement of the acetabular cavity in patients with unilateral inveterate developmental dysplasia of the hip operated with Dega technique (enviado a la revista Cirugía y Cirujanos, 16 de mayo de 2018)

A.4 Artículo aceptado para publicación: Effect of insertion angle on the stability of orthodontic mini-implants in a rabbit tibia model: a Finite Element Analysis. (enviado a la revista Cirugía y Cirujanos, 16 de mayo de 2018)

Código. CIRU/0437/18

ANEXO. Displasia del Desarrollo de la Cadera

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Sujeto en el proceso de investigación. (Elaboración propia, 2015)	2
Figura 1.2 Método para el desarrollo del trabajo de tesis. (Elaboración propia, 2015)	5
Figura 1.3 Contexto Físico de la Investigación. (Elaboración propia, 2018)	7
Figura 1.4 Diagnóstico y Tratamiento de la DDC temprana. (INR, 2012)	14
Figura 2.1 Modelo Formal. Ser Humano, Ciencias y Disciplinas del Conocimiento, Universidades e Instituciones de Salud. (Elaboración propia, 2016)	19
Figura 2.2 Patología y Apatología. (www.powerergonomics.com/indexa.html)	21
Figura 2.3 Visión Sistémica Transdisciplinaria. (Elaboración propia, 2014)	24
Figura 2.4 Modelos de Sistemas viables. (Cavendish software, 1995; Beer, 1985)	32
Figura 3.1 Transformación de la Definición Raíz. (Elaboración propia 2017)	34
Figura 3.2 Modelo Conceptual de la Definición Raíz. (Elaboración propia 2017)	37
Figura 3.3 Diagrama comparativo de atributos Ideal. (Elaboración propia 2018)	39
Figura 3.4 Diagrama comparativo de atributos Realizado. (Elaboración propia 2018)	40
Figura 3.5 Diagrama comparativo de atributos Alternativa. (Elaboración propia 2018)	40
Figura 3.6 Etapas del Modelo de Decisión Sistémico Cibernético aplicado a la DDC. Realización propia. (Elaboración propia 2017)	41
Figura 3.7 Modelo de Decisión Sistémico Cibernético para la mejora del Diagnóstico y Tratamiento de la Displasia del Desarrollo de la Cadera. (Elaboración propia 2017)	42
Figura 4.1 Creación de puntos en el contorno y en el interior del acetábulo como referencia para el análisis y medición del volumen. (Mimics 17)	47
Figura 4.2 a) Creación de esfera a partir de cuatro puntos seleccionados de la circunferencia del acetábulo. Cobertura total del acetábulo. b) Operación booleana: resta de la imagen y de la pelvis, generación de objeto con interior del acetábulo. c) Creación de plano cubriendo las crestas del acetábulo trirradiado.	48

Figura 4.3 Corte de la esfera por medio del software y creación de máscara de la zona de limpieza	48
Figura 4.4 Limpieza del objeto resultante del corte ortogonal y medición del volumen por medio del software Mimics 17	49
Figura 4.5 Gráfico de Cajas y Bigotes. Comparación de las muestras por medio del software. IC 95%. CE paciente: Cirugía-Edad del paciente, AO: Acetábulo Operado, AC: Acetábulo Contralateral, DV: Diferencia en Volumen, DP: Diferencia Porcentual	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Actividades del personal	33
Tabla 3.2 Responsables y responsabilidades	34
Tabla 3.3 Diagnóstico. Modelo Stafford Beer, Ideal	38
Tabla 3.4 Diagnóstico. Modelo Stafford Beer, INR 1. Realizado	38
Tabla 3.5 Diagnóstico. Modelo Stafford Beer, INR 2. Alternativa	39
Tabla 4.1 Resumen de Medidas realizadas al volumen acetabular (operado vs contralateral)	50

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Acetábulo: porción articular cóncava de la superficie de la pelvis, formada por el ilion, el isquion y el pubis, a la cual se articula la cabeza del fémur, con lo que se forma la articulación de la cadera.

Actitud Transdisciplinaria: presupone. - pensamiento y experiencia interior; ciencia y conciencia; efectividad y afectividad. Con tres características fundamentales. - rigor, apertura y tolerancia.)

Adaptación: es una variante fenotípica que proporciona la mayor eficacia biológica entre una serie especificada de variantes en un medio determinado.

Ambiente: se refiere al área de sucesos y condiciones que influyen sobre el comportamiento de un sistema.

Análisis de Datos: proceso de recopilación y organización de datos con objeto de identificar tendencias y patrones.

Aparato: Son conjuntos de órganos diferentes formados por diversos tejidos que realizan una función determinada.

Apitología: Es el estudio de la salud y el bienestar de los sistemas. Se ocupa de la identificación de las dinámicas esenciales para la mejora del desarrollo saludable de los sistemas emergentes y los elementos necesarios para crear un entorno necesario para que los cambios estructurales y funcionales para el crecimiento sostenible a perpetuidad.

Aprendizaje: proceso a través del cual se adquieren nuevas habilidades, destrezas, conocimientos, conductas o valores como resultado del estudio; la experiencia, la instrucción, el razonamiento y la observación.

Artroplastia: consiste en una intervención quirúrgica sustitutiva de una articulación a través de un implante protésico, con el objeto de aliviar el dolor y restaurar la amplitud de movimiento.

Atributo: son las características y propiedades estructurales – funcionales que caracterizan las partes o componentes de un sistema (cuantitativas y/o cualitativas). Definen al sistema tal como lo conocemos u observamos.

Cibernética: Es el estudio interdisciplinario de la estructura de los sistemas reguladores. Estudia los flujos de información que rodean un sistema, y la forma en que esta información es usada por el sistema como un valor que le permite controlarse a sí mismo.

Complejidad: Se refiere a la cantidad de elementos de un sistema, sus potenciales interacciones y el número de estados posibles que se producen a través de estos.

Componente (s): Es aquello que **forma parte de la composición de un todo**. Se trata de **elementos** que, a través de algún tipo de asociación o contigüidad, dan lugar a un conjunto uniforme.

Congénito (a): Es cualquier rasgo o identidad presente en el nacimiento adquirido durante la vida intrauterina.

Contexto: conjunto de objetos exteriores al sistema, que influyen decididamente a éste, y a su vez el sistema; aunque en una menor proporción, influye en una menor proporción. Se trata de una relación mutua de contexto-sistema.

Control: Es un mecanismo preventivo y correctivo adoptado por la administración de una dependencia o entidad que permite la oportuna detección y corrección de desviaciones, ineficiencias o incongruencias en el curso de la formulación, instrumentación, ejecución y evaluación de las acciones, con el propósito de procurar el cumplimiento de la normatividad que las rige, y las estrategias, políticas, objetivos, metas y asignación de recursos. Inspección, fiscalización. Dominio, mando. Dispositivo para regular la acción de un mecanismo.

Dimensionamiento: Proceso para determinar la medición deseada de la característica de una pieza.

Diseño: Es el **proceso previo de configuración mental** en la búsqueda de una solución. En otras palabras, el diseño consiste en una visión representada en forma gráfica de una obra futura. Se refiere al proceso de creación y desarrollo para producir un nuevo objeto para uso humano.

Displasia: Es una anomalía en el aspecto de las células debido a alteraciones en el proceso de maduración de las mismas.

Entropía: Es la tendencia que los sistemas tienen al desgaste, a la desintegración, para el relajamiento de los estándares y un aumento de la aleatoriedad.

Equifinalidad: Significa que idénticos resultados pueden tener orígenes distintos. A partir de diferentes condiciones iniciales se puede alcanzar un estado final dado, pero predeterminado de forma única, utilizando para ello diferentes mecanismos reguladores.

Fenomenología: Es la ciencia que estudia la relación que hay entre los hechos (fenómenos) y el ámbito en que se hace presente esta realidad (conciencia).

Homeostasis: Es el equilibrio dinámico entre las partes del sistema, por medio del flujo continuo de materiales, energía e información.

Hueso: Forma de tejido conectivo que consta de células y una matriz que está formada por aproximadamente un 25% de agua, un 25% de proteínas fibrilares y un 50% de sales minerales incorporadas dentro del sistema vivo.

Implante: Es un dispositivo médico fabricado para reemplazar una estructura biológica que falta, suplantar a una estructura biológica dañada, o mejorar una estructura biológica existente.

Inveterada (o): Patología que se hace crónica y de curación difícil.

Injertos óseos: Materiales de origen biológico que sirve de soporte o relleno para implantar una prótesis, o elemento de osteosíntesis que se utilizará para sustituir una articulación.

Isomorfismo: Significa “con una forma similar” y se refiere a la construcción de modelos de sistemas similares al modelo original.

Isquemia: Condición que impide que la sangre alcance los órganos y tejidos del cuerpo.

Marcha Claudicante: circunstancia en la que el paciente siente limitación para caminar distancias cada vez más cortas. Esta limitación para caminar puede ir desde sensación de cansancio, debilidad, adormecimiento o llegar inclusive a presentar dolor en las extremidades inferiores.

Modelo: Es una representación de la realidad que contiene las características [generales](#) de algo que se va a realizar. Esquema teórico de un **sistema** o de una realidad compleja.

Necrosis: Degeneración de un tejido por muerte de sus células.

Necrosis Avascular: Pérdida temporal o permanente del flujo de sangre a los huesos.

Órgano: Es el conjunto de tejidos de estructura definida que desempeña una actividad fisiológica determinada.

Osteosíntesis: Es el procedimiento mediante el cual se unen fragmentos óseos mediante la utilización de elementos tales como tornillos, placas, clavos endomedulares y otros. Todos ellos son elementos fabricados con metales especiales, de muy baja o nula reacción del organismo.

Osteotomía: La osteotomía consiste en realizar un corte parcial en el hueso, ya sea en el fémur (como en los casos de genu valgo) o en la tibia (en los casos de genu varo) y en la adición o sustracción, dependiendo del caso, de una “cuña” de hueso para lograr la corrección de la deformidad según la planificación preoperatoria. Una vez realizada la corrección, la osteotomía se fija con material de osteosíntesis.

Paradigma: Es un modelo o patrón sostenido en una disciplina científica o epistemológica que hace referencia a cuestiones complejas como explicaciones de determinados fenómenos científicos o sociales.

Patología: Es la rama de la medicina encargada del estudio de las enfermedades en los humanos. De forma más específica, esta disciplina se encarga del estudio de los cambios estructurales bioquímicos y funcionales que subyacen a la enfermedad en células, tejidos y órganos.

Esta disciplina trata de explicar la etiología y manifestaciones clínicas (signo y síntoma) que presentan los pacientes, al tiempo que propone bases racionales para el tratamiento y profilaxis. Suele considerarse como el enlace entre las ciencias básicas y las ciencias clínicas.

Prótesis: Es un dispositivo diseñado para reemplazar una parte faltante del cuerpo o para mejorar el funcionamiento de una parte del mismo.

Recursividad: Es una característica de todo sistema viable y se refiere a que todo sistema contiene dentro de sí a varios otros sistemas, llamados subsistemas, los cuales poseen funciones y características similares al sistema superior en que están contenidos.

Sinergia: Es la integración de elementos que da como resultado algo más grandes que la simple suma de éstos.

Sistema: Es el conjunto de órganos que tienen por finalidad el cumplimiento de un trabajo de orden más elevado, en donde los aparatos formados por órganos cuya constitución predomina un tejido recibe el nombre de sistema.

Sistemático: Relativo a un sistema entendido como una metodología de hacer las cosas.

Sistémico: Se basa en el reconocimiento de un sistema como un conjunto de elementos íntimamente relacionados entre sí y con un objetivo común

Tejido: Los tejidos del cuerpo humano están constituidos por conjuntos de células que realizan una función determinada. Los diferentes tipos de tejidos son; epitelial, muscular, óseo, conectivo, hematopoyético, y nervioso. Varios tejidos pueden unirse para integrar un órgano: asimismo varios órganos pueden estar en relación funcional para constituir un aparato o bien un sistema.

Tejido conectivo: Constituye células y fibras de unión.

LISTA DE ACRÓNIMOS

AAOS (siglas en inglés). Asociación Americana de Cirujanos Ortopédicos.

AC. Acetábulo Contralateral.

AI. Auditoria Interna.

ANOVA. Análisis de Varianza.

AO. Acetábulo Operado.

BD. Base de Datos.

BE. Bioética.

CDC. Centro Nacional de Defectos Congénitos.

CECIMAC. Centro de Cirugía Mínima Invasiva Articular y de Columna.

CE paciente: Cirugía-Edad del paciente.

CIE. Clasificación Internacional de las Enfermedades.

CONACyT. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

DDC. Displasia del Desarrollo de la Cadera.

DICOM (siglas en inglés). Imagen Digital y Comunicación en Medicina.

DP. Diferencia Porcentual.

DV. Diferencia en Volumen.

EST. Estadística.

E-S. Entrada-Salida.

i-c. información-control.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía e Informática.

ING. Ingeniería.

INR. Instituto Nacional de Rehabilitación.

IS. Ingeniería de Sistemas.

GAVI (siglas en inglés). Alianza Mundial para Vacunas e Inmunización.

GEN. Grupo de Estudios al Nacimiento.

LB. Laboratorio de Biomecánica

LCC. Luxación Congénita de Cadera.

MAT. Materiales.

MMS. Modelos y Metodologías Sistémicas.

NA. Necrosis Avascular.

OA. Osteoartritis.

OMS. Organización Mundial de la Salud.

OP. Ortopedia Pediátrica.

Ort. Ortopedia.

PAC'S (siglas en inglés). Sistema de Imagen y Comunicación.

Ped. Pediatría.

POI. Procesos Operativos en otras Instituciones.

POyA. Procesos Operativos y Administrativos.

POP. Procesos Operativos en otros Países.

PS. Psicología.

RE. Retroalimentación.

RM. Resonancia Magnética.

SOP. Servicio de Ortopedia Pediátrica.

SUB. ORT. Subdirección de Ortopedia.

TAC. Tomografía Axial Computada.

UNICEF. Fondo Internacional de Emergencia de las Naciones Unidas para la Infancia.

LISTA DE SÍMBOLOS

A. Actores.

C. Consumidores.

E. Restricciones del Ambiente

O: Dueño.

T. Transformación.

W. Weltanschauung.

3D. Tercera Dimensión.

INTRODUCCIÓN

La concepción bio-psico-social del ser humano forma parte del pensamiento sistémico: una totalidad organizada por diversas entidades interrelacionadas e interdependientes entre sí. (Morín, 1994; Alonso & Escorcía, 2003)

La complejidad del ser humano está determinada no sólo en la familia, en las organizaciones o en la sociedad a la cual pertenece. Está interconectado a todos sus niveles y cuya complejidad se multiplica en sus interacciones con el entorno. El ser humano es a la vez físico, biológico, síquico, cultural, social, el cual produce emergencias e interacciones. (Andrade, 2001; Johnson, 2001; Torres, 2003; Morales & Mellizo, 2004)

Las enfermedades y/o padecimientos médicos afectan la salud de las personas, para su solución se han desarrollado técnicas y herramientas que al utilizarlas se disminuye el tiempo de respuesta, se mejora el diagnóstico y tratamiento de estos. Estas han evolucionado hacia una transición, dirigida tanto a prolongar los años de vida o sobrevida de un paciente, como al bienestar o *calidad de vida* relacionada con la salud. (OMS, 1948; Engel, 1977; Sobotta, 1994; Pérez 1990; CELADE, 2006; Cotran et al., 2001)

Con estos elementos se producen oportunidades de aplicación a la medicina con el apoyo de técnicas y herramientas tecnológicas, así como la ciencia de sistemas para su integración y realización de metodologías y modelos que ofrecen mejor atención de salud. (Figura 1.1)

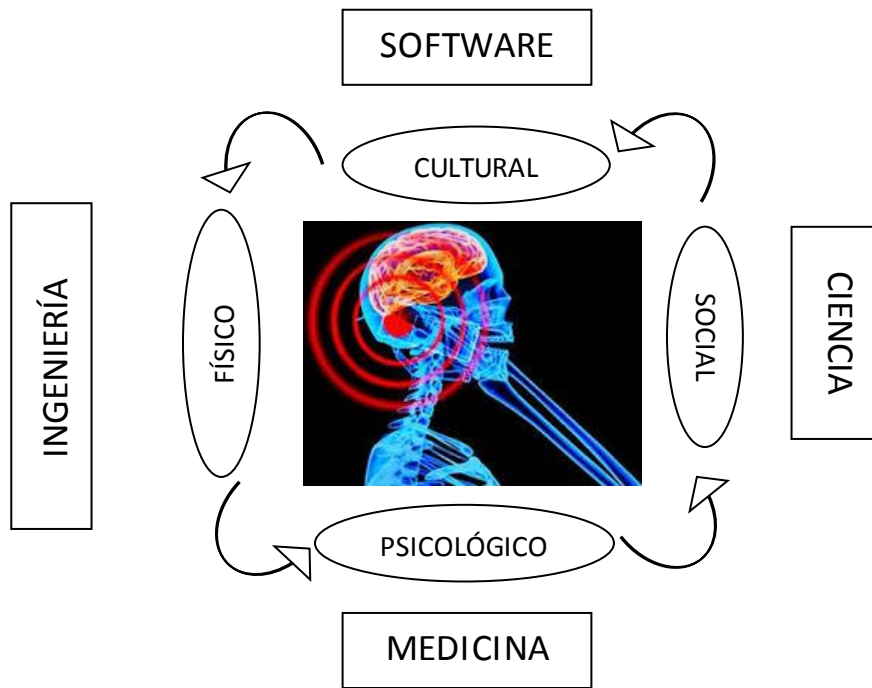


Figura 1.1 Sujeto en el proceso de investigación. Elaboración propia 2015.

La presente investigación doctoral tiene la finalidad de diseñar y desarrollar un método de medición, utilizando tomografías computarizadas 3D posoperatorias, para la estimación sistémica de parámetros para el diagnóstico y tratamiento de la luxación y/o displasia del desarrollo de cadera en niños que ingresan al Servicio de Ortopedia Pediátrica del Instituto Nacional de Rehabilitación (INR).

Con este método se proporcionan elementos útiles para los cirujanos y opciones más viables para la mejora del procedimiento quirúrgico utilizado, ofreciendo la planeación de este, disminuyendo complicaciones postquirúrgicas y efectos secundarios adversos a los pacientes.

El análisis y recopilación de elementos de las disciplinas participantes para la solución de la problemática darán la pauta para el diseño y desarrollo de un modelo sistémico, basado en metodologías de la ciencia de sistemas, para la emergencia de elementos aplicados al conocimiento.

En el capítulo I se define la problemática de la investigación en relación a la luxación congénita de cadera ahora llamada displasia del desarrollo de la cadera (DDC), las consecuencias que se tienen al padecer dicha alteración; además se tiene la justificación del trabajo y sus objetivos: general y específicos.

En el capítulo II se detalla el Marco Conceptual, en donde se realiza la descripción, acerca del origen y la situación actual de la Luxación Congénita de Cadera o DDC, las secuelas de este padecimiento en el mundo, México y en el Instituto Nacional de Rehabilitación, así como la relación que se tiene con diferentes tipos de padecimientos.

El Marco Teórico y Metodológico en donde se detalla la sistémica transdisciplinaria y los elementos que la componen; se describe la visión sistémica de la DDC, un análisis de esta, desde el contexto de la medicina y por último se describen los mecanismos de la ingeniería aplicada al padecimiento.

Dentro del Marco Metodológico se describen en forma breve las metodologías sistémicas y no sistémicas que se utilizaron para el desarrollo de la metodología o método por medio de la estimación de parámetros, para la mejora en la atención, así como el diseño de un proceso para un mejor diagnóstico y un tratamiento sistémico de la DDC utilizando software de ingeniería aplicado a la medicina.

En el capítulo III hace referencia a la aplicación de la metodología o método para la mejora del diagnóstico y tratamiento de la DDC, la cual se aplicó conforme a los lineamientos expresados en los capítulos anteriores complementándola con metodologías sistémicas (Checkland y Beer)

En el capítulo IV se presentan los resultados tanto cuantitativos como cualitativos de las pruebas realizadas en el capítulo anterior, los cuales se tomaron en cuenta para el logro de los objetivos y el establecimiento de las conclusiones de la investigación. (Figura 1.2)

La trascendencia de esta investigación es amplia, por lo que se considera como la principal limitación de esta etapa y su bajo nivel de especificidad.

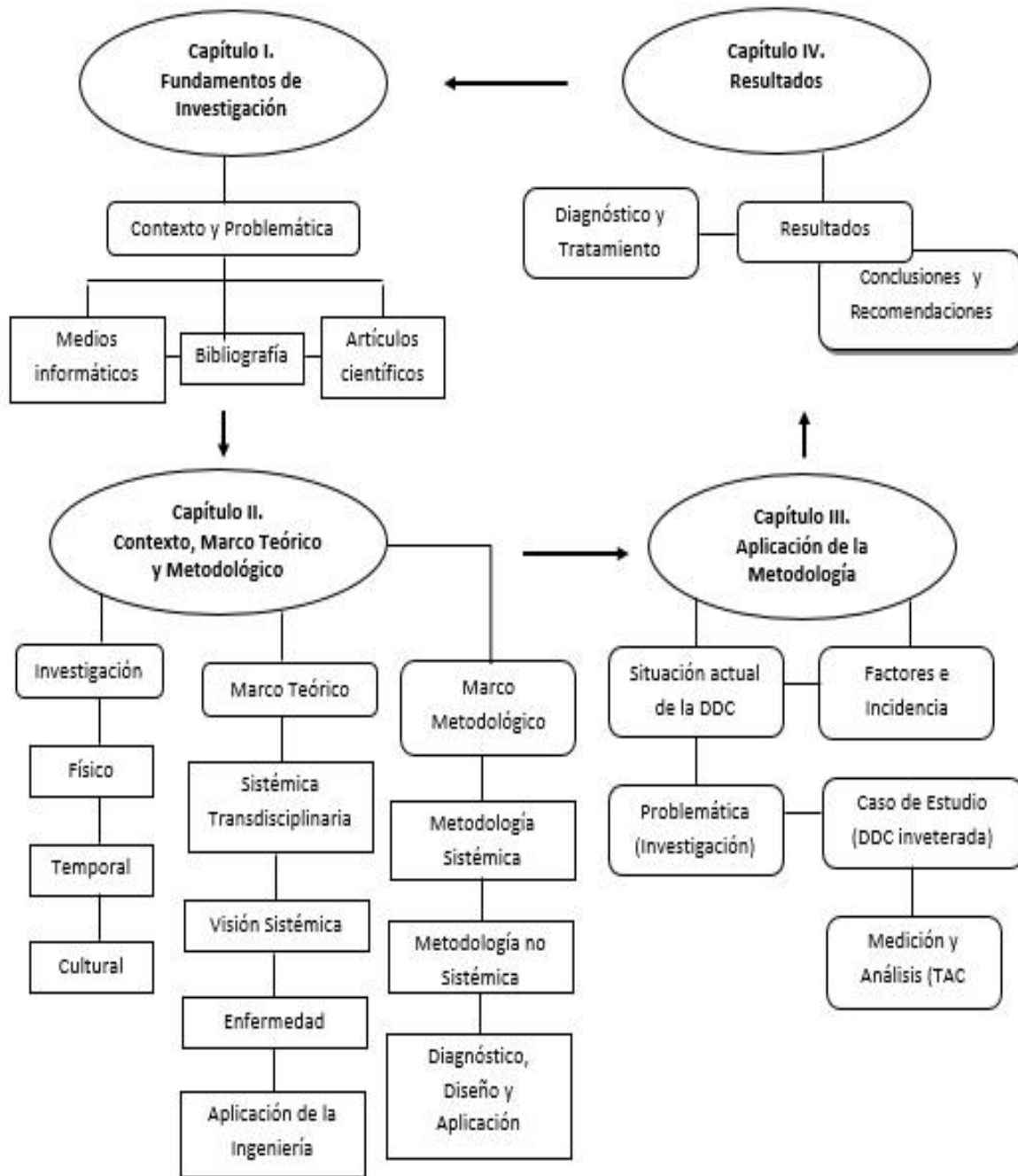


Figura 1.2 Método para el desarrollo del trabajo de tesis. Elaboración Propia 2015.

CAPÍTULO I. FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

En los fundamentos de la investigación, se examinan los principales elementos para la identificación de la problemática, su justificación y los objetivos (general y específico). Así como el conocimiento de ¿Qué hacer?, ¿para qué hacerlo? y la forma en que se beneficiarán los participantes de esta investigación.

1.1 Contexto de la investigación

En lo que respecta al ¿Qué hacer? – Proponer métodos alternativos de análisis de imágenes obtenidas mediante TAC, aplicadas a padecimientos musculoesqueléticos, específicamente a la displasia del desarrollo de la cadera inveterada, que permitan identificar elementos que mejoren el diagnóstico y tratamiento de este padecimiento.

¿Para qué hacerlo?

Esta investigación se debe realizar ya que no existen estudios de su prevalencia en nuestro medio, y al ser una patología directamente relacionada con el grado de desarrollo socioeconómico, no se pueden transpolar las prevalencias reportadas en otros países.

En los pacientes que presentan DDC inveterada las dificultades y objetivos del tratamiento a los que se enfrenta el cirujano no son los mismos que en la DDC temprana, ya que existen cambios morfológicos y biomecánicos específicos.

Dentro de estas dificultades sobresalen tres: el descenso de la cabeza femoral y una adecuada reducción, el mantener la reducción posterior a la cirugía y obtener una cadera funcional. (Anexo 3)

¿Beneficio?

Esta propuesta de investigación beneficiará a los cirujanos que realizan el procedimiento quirúrgico para el tratamiento de la DDC inveterada, ya que se mejorará la forma en que se analizan las imágenes radiológicas y tomográficas (diagnóstico), así como la realización de la cirugía (tratamiento).

El método propuesto beneficiará al personal que participa en el proceso interno del Instituto, desde que ingresa el paciente hasta que se da el alta. (Manual de Guías Clínicas del Servicio de Ortopedia Pediátrica. Instituto Nacional de Rehabilitación, 2012)

1.1.1 Contexto Físico

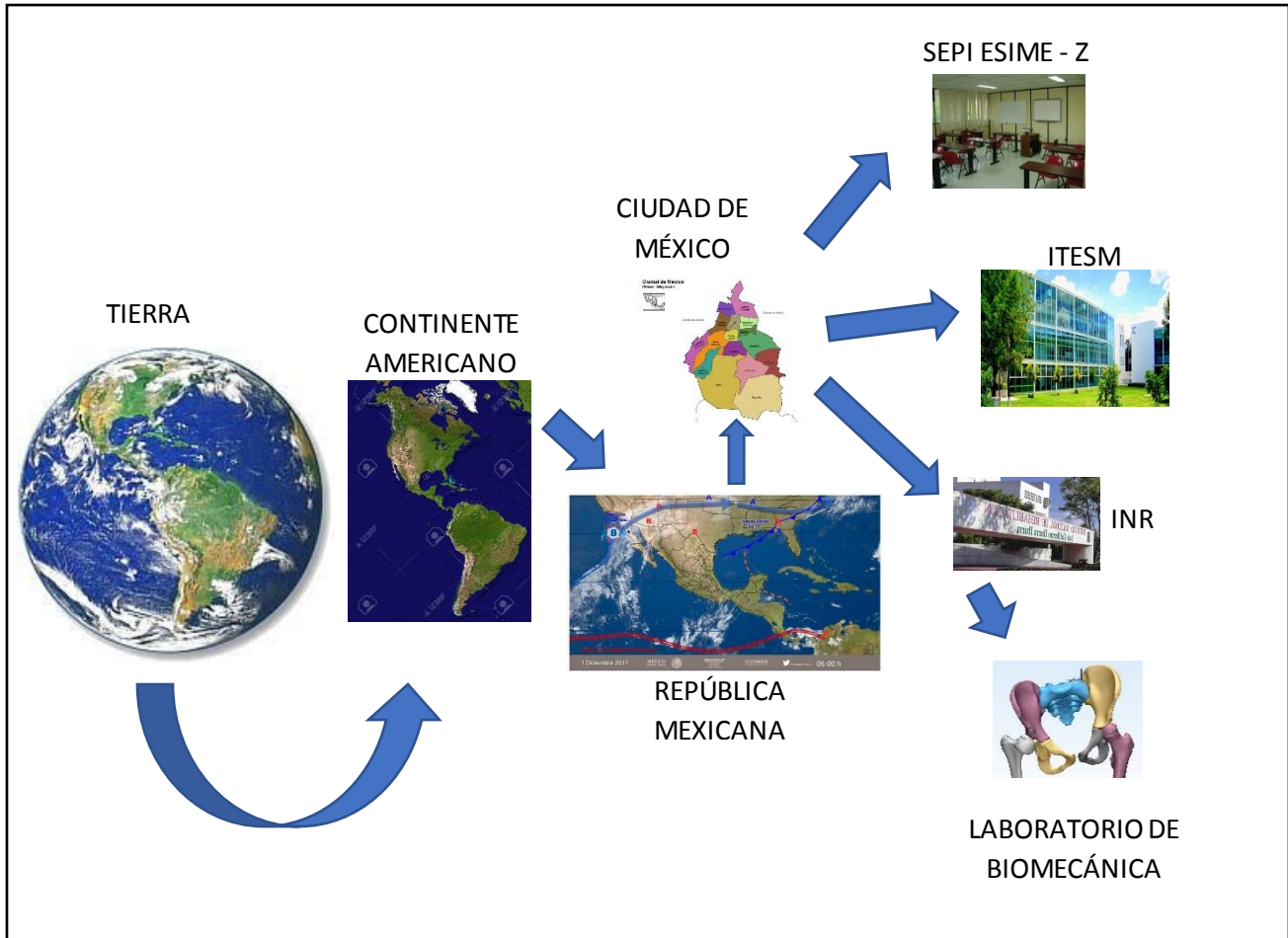


Figura 1.3 Contexto Físico de la Investigación. Elaboración propia. 2018

1.1.2 Teoría General de Sistemas

Es una herramienta que permite la explicación de los fenómenos que suceden en la realidad y que permite hacer posible la predicción de la conducta futura de esa realidad, a través del análisis de las totalidades y las interacciones internas de estas y las externas con su medio.

La TGS aplica mecanismos interdisciplinarios, que permitan estudiar a los sistemas no solo desde el punto de vista analítico o reduccionista el cuál estudia un fenómeno complejo a través del análisis de sus partes, sino también con un enfoque sintético e integral, que ilustre las interacciones entre las partes. (El todo es mayor que la suma de las partes) (Bertalanffy, 1968)

Los planteamientos de Bertalanffy pusieron en bog las teorías y los métodos sistémicos. Autores como Ashby, Shannon, Weiner, Bergman, De Rosnay, Laszlo y otros fueron desarrollando sus diversos campos científicos desde un enfoque sistémico.

Bertalanffy fue consciente de que su propuesta tenía un carácter interdisciplinar y así señala que la T.G.S. es «un modo de ver cosas que antes se habían ignorado o pasado por alto. En este sentido es una máxima metodológica y como toda teoría científica ambiciosa, tiene que ver con los problemas perennes de la filosofía, a los que trata de dar sus propias respuestas».

En efecto, al asignar el término *general*, quiso poner de manifiesto la naturaleza interdisciplinar de la teoría que proponía: todas las ciencias podían ser enfocadas con una perspectiva sistémica. (García, 1995)

En 1950 Ludwig Von Bertalanffy planteó la teoría general de sistemas propiamente dicha. Posteriormente, en la década de los setenta, Humberto Maturana desarrolló el concepto de autopoiesis, el que da cuenta de la organización de los sistemas vivos como redes cerradas de autoproducción de los componentes que las constituyen. W. Ross Ashby y Norbert Wiener desarrollaron la teoría matemática de la comunicación y control de sistemas a través de la regulación de la retroalimentación (cibernética), que se encuentra estrechamente relacionada con la teoría de control.

En la misma década, René Thom y E.C. Zeeman plantearon la teoría de las catástrofes, rama de las matemáticas de acuerdo con bifurcaciones en sistemas dinámicos que clasifica los fenómenos caracterizados por súbitos desplazamientos en su conducta.

En 1980 David Ruelle, Edward Lorenz, Mitchell Feigenbaum, Steve Smale y James A. Yorke describieron la teoría del caos, una teoría matemática de sistemas dinámicos no lineales que describe bifurcaciones, extrañas atracciones y movimientos caóticos. John H. Holland, Murray Gell-Mann, Harold Morowitz, W. Brian Arthur y otros 90 autores plantean el sistema adaptativo complejo (CAS), una nueva ciencia de la complejidad que describe surgimiento, adaptación y auto-organización.

Esta teoría fue establecida fundamentalmente por investigadores del Instituto de Santa Fe y está basada en simulaciones informáticas. Incluye sistemas de multiagente que han llegado a ser una herramienta importante en el estudio de los sistemas sociales y complejos. Todavía es un campo de investigación activo. (Sociedad Española de Sistemas Generales, 2018)

La TGS surge en el siglo XX como un nuevo esfuerzo en la búsqueda de conceptos y leyes válidos para la descripción e interpretación de toda clase de sistemas reales o físicos. Aunque la TGS surgió en el campo de la Biología, pronto se vio su capacidad de inspirar desarrollos en disciplinas distintas y se apreció su influencia en la aparición de otras nuevas.

Así se ha ido constituyendo el amplio campo de la sistémica o de las ciencias de los sistemas, con especialidades como la cibernética, la teoría de la información, la teoría de juegos, la teoría del caos o la teoría de las catástrofes. En algunas, como la última, ha seguido ocupando un lugar prominente la Biología.

El pasar de soluciones parciales para la resolución de problemas complejos, al enfoque de Sistemas Generales es análogo a cuando las empresas y organizaciones pasaron del enfoque de departamentos estancos al de procesos transversales, muchos más integradores. (Sociedad Española de Sistemas Generales, 2018)

1.2 Fundamentos de la Investigación

La concepción bio-psico-social del ser humano forma parte del pensamiento sistémico: una totalidad organizada por diversas entidades interrelacionadas e interdependientes entre sí. (Morin, 1994; Alonso & Escorcia, 2003)

Las enfermedades y/o traumatismos que afectan al sistema musculo esquelético y que generan discapacidades, son considerados en la actualidad como un grave problema de salud pública, debido a su magnitud, impacto y trascendencia. Para su solución se han desarrollado técnicas y herramientas que al ser utilizadas se disminuye el tiempo de respuesta. Estas han evolucionado hacia una transición, dirigida tanto a prolongar los años de vida o sobrevida de un paciente, como al bienestar o *calidad de vida* relacionada con la salud. (Anexo 1)

Uno de estos traumatismos es la luxación congénita de cadera, término que fue sustituido por *displasia del desarrollo de la cadera (DDC)*, a causa del comportamiento dinámico de la enfermedad y las estructuras anatómicas involucradas. (Delgadillo, 2006; ACR, 2007)

La displasia del desarrollo de la cadera es una patología de etiología multifactorial, tanto por predisposición genética como por factores mecánicos intrínsecos y extrínsecos, en la cual el acetábulo, la cápsula articular y el fémur proximal, junto con sus músculos y ligamentos, se encuentran alterados. (Klasic, 1989; Moore & Dalley, 2008)

La incidencia de la DDC ha sido reportada con diversas variaciones que van en relación con la raza o región geográfica y que ha sido explicada por factores genéticos y ambientales. Es más frecuente en la raza blanca comparada con la raza negra. A nivel mundial es de 1.5 por mil recién nacidos. En México, la incidencia de DDC es de 2 a 6 por mil nacidos vivos y es la primera causa de hospitalización en los departamentos de ortopedia pediátrica a nivel nacional. (Benavides & Figueroa, 2012) (Anexo 2)

Para su diagnóstico se tiene la exploración física intencionada, la ecografía dinámica, el ultrasonido, la artrografía, la tomografía computada y la resonancia magnética. En lo que se refiere al tratamiento, se tiene: la reducción cerrada, reducción abierta y diferentes tipos de osteotomías. (Barlow, 1962; Ortolani, 1937; Aparicio, 2013)

Además de la DDC temprana, se tiene la DDC Inveterada, que se presenta en pacientes mayores de 3 años de edad, quienes no han recibido ningún tipo de tratamiento previo (conservador y/o quirúrgico).

En los pacientes que presentan DDC inveterada las dificultades y objetivos del tratamiento a los que se enfrenta el cirujano no son los mismos que en la DDC temprana, ya que existen cambios morfológicos y biomecánicos específicos. (Fernández et al., 1993; Luedtke et al., 2000; Read & Evans, 2002; Dobashi, 2006; Spence et al., 2009; Zheng et. al., 2011; Covo, 2012; Somashekar et al., 2014)

Dentro de estas dificultades sobresalen tres:

- **Descenso de la cabeza femoral y una adecuada reducción.**
- **Mantener la reducción posterior a la cirugía.**
- **Obtención de una cadera funcional.**

En los niños mayores los músculos, tendones y capsula articular de la cadera se tensan durante y después del tratamiento, lo cual puede inducir Isquemia y Necrosis Avascular (NA) de la cabeza femoral. (Quintela et al., 2007; Li et al., 2009; Alejo et al., 2011)

Los pacientes con DDC inveterada son pacientes que presentan dolor y una disminución importante de la capacidad para desarrollar sus actividades cotidianas. Destinados a presentar una artrosis temprana de la cadera, lo cual terminara por disminuir su capacidad de llevar a cabo una vida adulta normal.

Los objetivos principales en el tratamiento de la DDC inveterada son el lograr una adecuada reducción de la cadera, sin aumentar la presión de la cabeza dentro del acetábulo, y lograr que dicha reducción sea permanente. Estos objetivos tienen la finalidad de evitar el dolor, la discapacidad funcional y finalmente retrasar la presencia de la artrosis, dando así un mejor pronóstico funcional al paciente. (Fernández et. al, 1993; Restrepo, 2000; Francone et. al, 2002; Forlin et. al, 2006; Ezirmik, 2012)

El tratamiento ha evolucionado de manera importante, desde el uso de órtesis y aparatos para facilitar la deambulaci3n, hasta el tratamiento quirúrgico, tanto enfocado al fémur, así como al acetábulo y a los tejidos blandos. Finalmente se han propuesto tratamientos en los cuales se combinan estos últimos tratando de obtener el mayor beneficio posible con el menor número de eventos adversos. (Dobashi, 2006)

En 1969 el ortopedista Wictor Dega (Polonia) reportó una serie de casos en los cuales llevo a cabo un tratamiento quirúrgico en el cual se realizaban dos procedimientos quirúrgicos en un solo tiempo. Osteotomía a nivel transtrocanterico y Acetabuloplastia. (Sánchez & Helo, 2004), con el cual obtuvo resultados satisfactorios en la mayoría de los casos, con lo que disminuyeron riesgos durante eventos quirúrgicos.

En 1969, Dega publicó otro artículo en el cual describió una técnica para múltiples procedimientos en un solo tiempo quirúrgico. El cuál constó de una diafisectomía a nivel subtrocanterico y una acetabuloplastia con forma de domo tanto en el plano coronal como en el plano sagital, en la cual se utilizaba el fragmento de diáfisis obtenido previamente. Dicho fragmento cilíndrico era posteriormente cortado en forma de cuña y colocado a nivel dicha osteotomía, esto con la intención de evitar el colapso. Los resultados reportados fueron buenos de acuerdo con el autor. (Trujillo, 2013)

La técnica Dega, es una de las osteotomías que permite no solamente reorientar, sino también darle forma al acetábulo, por lo que, los cambios estructurales postquirúrgicos sobre el acetábulo pueden conducir, a cambios degenerativos articulares (pérdida de la congruencia esférica) (Dega, 1964, 1969, 1974; Park et al., 2008; Ohman et al., 2011; Ozgur et al., 2006; Butler et al., 1991; Lepistö et al., 2008).

En base a estos elementos es posible proponer nuevas aplicaciones a la medicina con el apoyo de técnicas y herramientas tecnológicas, bajo metodologías enmarcadas en la ciencia de sistemas para su integración, hasta desarrollar modelos que ofrezcan una mejor atención de la salud.

Los procedimientos radiológicos han sido utilizados para evaluar la orientación del acetábulo y considerados como el estándar en imagen de la cadera, aunque no proporcionan información suficiente en los planos sagital y transversal. (Tannast et al., 2015)

Es cierto, que ningún estudio cumple con la precisa y exacta posición del acetábulo al momento de la reconstrucción espacial de la pelvis. Las razones son: la falta de estándares, planos de referencia estables de la pelvis y un método de medición independiente basado en la antropometría, donde se evalué la maniobra empleada para el desplazamiento del fragmento (osteotomía), para evitar posiciones no deseadas del acetábulo, tales como una excesiva rotación externa, retroversión del acetábulo o una cobertura posterior insuficiente de la cadera

Es por esto que, la propuesta de esta investigación se desarrollará para demostrar la utilidad del análisis de imágenes por medio de Tomografía Computarizada 3D, con la finalidad de observar cambios morfológicos que permitan, dependiendo la edad del paciente y el momento de realización del procedimiento quirúrgico, la posible normalización del acetábulo operado.

Así como la mejora en el diagnóstico y tratamiento de la Displasia del Desarrollo de la Cadera Inveterada.

1.3 Originalidad de la investigación

La capacidad de reconstrucción por medio de tomografía computarizada 3D ha permitido la evaluación precisa de la gravedad de la displasia acetabular. La cual puede contribuir a la evaluación radiográfica preoperatoria, mediante la cual es posible diagnosticar el tipo y grado de deficiencia acetabular. (Anexo 3)

En pacientes con DDC, la cirugía es requerida para lograr una congruencia satisfactoria entre la cabeza femoral y el acetábulo, para lo cual se requiere de un total conocimiento de la patología ósea de la DDC, y de su estructura 3D, para la planificación y selección de procedimientos quirúrgicos adecuados. (Rampal et al., 2014)

La definición de volumen acetabular es importante. Si se define como el volumen de una esfera que hace el arco del techo acetabular de la circunferencia, el volumen acetabular disminuiría después de la osteotomía Dega, y la mayoría de los textos especializados parecen abogar por esta definición. (Anexo 3)

Por otro lado, si la definición de volumen acetabular es la profundidad del acetábulo que contiene la cabeza femoral, entonces el volumen aumenta después de la osteotomía Dega. Creemos que esta definición es preferible cuando se evalúa la cirugía pélvica, para la deficiencia acetabular del volumen acetabular. (Rampal et al., 2014)

1.4 Justificación

La promoción de la salud debe ser el eje central de todo sistema de salud, ya que sólo a través de ella se puede promover entre la población una cultura preventiva y de autocuidado.

México siendo un país en vías de desarrollo, no tiene una cultura preventiva en cuestiones de salud por parte de sus habitantes, esto tiene como resultado que las personas cuando sufren de algún padecimiento o lesión de salud, en primera instancia acuden a terceras personas que creen tener algún conocimiento médico y solo agudizan el padecimiento.

En México el análisis de las condiciones de salud requiere del conocimiento de todas las fases del proceso salud-enfermedad; documentar tal hecho implica contar con información que registre actividades desde el contacto inicial con los servicios de salud, hasta la conclusión misma de la vida. (Portal Salud)

Los sistemas actuales de información no siempre permiten este seguimiento desde la fase inicial del padecimiento, ya que presentan carencias importantes tanto de integridad como en la cobertura conceptual de las estadísticas.

Los Centros e Instituciones de Salud tienen como objetivo principal la investigación científica en el campo de la salud, la formación y capacitación de recursos humanos calificados y la prestación de servicios de atención médica de alta especialidad. (Portal Salud)

El “**Instituto Nacional de Rehabilitación**” se ha consolidado como una de las mejores instituciones para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades del sistema musculoesquelético, así como problemas discapacitantes de la audición, voz, visión, lenguaje y centro singular para la atención de pacientes con artritis, hemiplejía, paraplejía, amputaciones, parálisis cerebral infantil, y otras muchas condiciones. Todo lo anterior ha conducido a una elevada demanda de servicios con una limitada posibilidad de referencia, dado los escasos servicios médicos de rehabilitación. (Programa. INR 2005-2011)

El manejo quirúrgico de la displasia del desarrollo de la cadera es técnicamente demandante y existen varias opciones quirúrgicas que han demostrado buenos resultados (Thomas et. al, 2007; Wedge & Kelley, 2012). La Reducción Cerrada (falló del Arnés de Pavlik), Reducción Abierta y Osteotomía de Ilíaco (Osteotomía de Salter) (Salter, 1966), Acetabuloplastia de Pemberton y/o Chiari (Rodríguez, 1998; Carpio, 2011), Osteotomías cotilo (acetabuloplastias): Shelf, Degas, Ganz, Klisic (Sales de Gauzy, 2010; Carpio, 2011).

Como se observa en el flujograma, en el INR se realiza el diagnóstico y tratamiento de la DDC temprana, para la realización del diagnóstico se opta por la realización de Radiografías simples y para el tratamiento no quirúrgico (Arnés de Pavlik o yeso), y tratamiento quirúrgico (acetabuloplastía y/u osteotomía). (Figura 1.4)

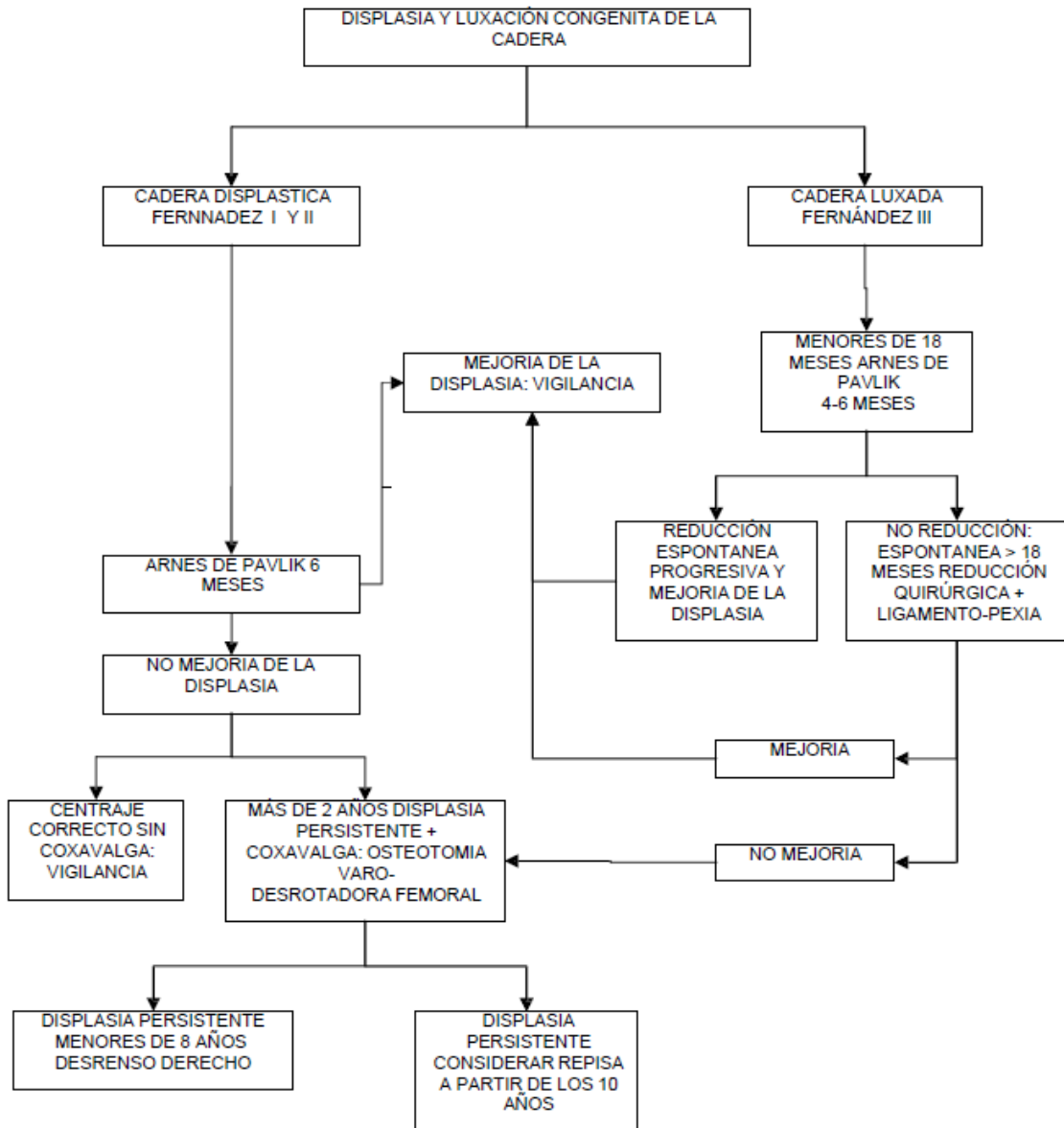


Figura 1.4 Diagnóstico y Tratamiento de la DDC temprana. Manual de Guías Clínicas del Servicio de Ortopedia Pediátrica. Instituto Nacional de Rehabilitación, 2012.

En el Instituto Nacional de Rehabilitación, en el Servicio de Ortopedia Pediátrica, el Dr. Ramiro Cuevas Olivo y su grupo de trabajo realiza el diagnóstico de pacientes con padecimientos de displasia del desarrollo de la cadera Inveterada y su tratamiento por medio de la Osteotomía tipo Dega modificada.

La cadera congénita luxada detectada tardíamente sigue siendo frecuente en nuestro medio, constituyendo los mayores de 3 años el 15% de los casos de primera vez, cuya respuesta acetabular es deficiente.

La técnica de Dega corrige en un solo tiempo la reorientación tanto femoral como acetabular para mejorar el centraje de la cadera y evitar la displasia persistente (Fuentes et al., 2011)

Debido a que la displasia es un padecimiento en desarrollo, este se puede presentar en diferentes etapas de la vida y por tal motivo, se debe de hablar de displasia inveterada, la cual se define como aquella que se presenta en pacientes mayores de 3 años de edad, quienes no han recibido ningún tipo de tratamiento previo (conservador y/o quirúrgico).

No existen estudios de su prevalencia en nuestro medio, esta patología se ha observado en algunos casos. (Karakur, 2004; Dobashi, 2006; Hoashi et al., 2009; Covo, 2012; Trujillo, 2013)

Las herramientas para la adquisición y el análisis de las imágenes deben dominarse para poder ser entendidas. La principal función de los estudios de imagen en medicina es proporcionarle al médico la información necesaria para hacer el diagnóstico de la enfermedad del paciente y así valorar su respuesta al tratamiento. (Karakur, 2004)

El abanico de métodos de imagen en medicina es amplio, y dentro de los más utilizados se encuentran los Rayos X, el Ultrasonido, la Tomografía Computarizada (TC) y la Resonancia Magnética (RM). (Anexo 5)

Es cierto, que ningún estudio cumple con la precisa y exacta posición del acetábulo al momento de la reconstrucción espacial de la pelvis.

Las razones son: la falta de estándares, planos de referencia estables de la pelvis y un método de medición independiente basado en la antropometría (Pinoit *et al.*, 2007; Li *et al.*, 2009; Józwiak *et al.*, 2015; Larson *et al.*, 2015), donde se evaluó la maniobra empleada para el desplazamiento del fragmento (osteotomía).

Para evitar posiciones no deseadas del acetábulo, tales como una excesiva rotación externa, retroversión del acetábulo o una cobertura posterior insuficiente de la cadera (Zhao *et al.*, 2006).

La tomografía computarizada 3D proporciona una visualización completa de la cadera, con la cual es posible hacer una reconstrucción, y con ello valorar la anteversión femoro-acetabular. Los modelos 3D permiten estimar la cobertura y medir la superficie y el volumen acetabular, con lo que se puede tener un diagnóstico más preciso, y de esta forma poder indicar un tratamiento adecuado para la displasia de cadera inveterada (Smet *et al.*, 2000; Dandachli *et al.*, 2009; Jia *et al.*, 2012).

Es por esto que se propone el desarrollo de una Estimación Sistémica de Parámetros para la disminución de riesgos en el momento de la colocación de la prótesis (domo) y optimizar el tratamiento de la Displasia del Desarrollo de la Cadera Inveterada, en los casos reportados en el Instituto Nacional de Rehabilitación. Así como de mejorar el proceso interno para el diagnóstico y tratamiento de la DDC inveterada, realizada en el INR.

1.5 Objetivos

1.5.1 General

Realizar una estimación sistémica de parámetros para el diagnóstico y tratamiento de la luxación o displasia congénita de cadera en pacientes (niños) que ingresan al Instituto Nacional de Rehabilitación.

1.5.2 Específicos

1. Revisar el estado del arte a nivel mundial de la incidencia de padecimientos de luxación o displasia congénita de cadera.
2. Estudiar la anatomía, fisiología articular y la fisiopatología de la luxación o displasia de cadera que padecen los pacientes que ingresan al Instituto Nacional de Rehabilitación.
3. Identificar los factores más importantes que afectan a los pacientes con padecimientos de luxación o displasia congénita de cadera y los diferentes tratamientos utilizados.
4. Recopilar los expedientes de los pacientes ingresados al Instituto Nacional de Rehabilitación con padecimientos de luxación o displasia congénita de cadera.
5. Elaborar una Metodología para el seguimiento del procedimiento quirúrgico, desde que ingresan los pacientes hasta la recuperación y/o rehabilitación del mismo.
6. Proponer los elementos que integran un modelo sistémico a desarrollar para el tratamiento quirúrgico de este padecimiento.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO

2.1 Marco Físico

El ser humano, sus creencias, la cultura y la misma sociedad poseen características muy especiales. Es el producto de la evolución biológica y de la evolución cultural efectuada en interacción con otros seres. Un ser adaptativo a su entorno, que aprende y se autoorganiza.

Está interconectado a todos sus niveles y su complejidad se multiplica en proporción a sus interacciones con el entorno. Su complejidad está determinada no sólo en la familia, en las organizaciones o en la sociedad a la cual pertenece. El ser humano es a la vez físico, biológico, síquico, cultural, y social, el cual produce emergencias e interacciones. (Andrade, 2001; Johnson, 2001; Torres, 2003)

Para poder lograr lo anterior se han desarrollado disciplinas que han hecho que el individuo tenga más posibilidades de acrecentar su conocimiento, se han creado centros de estudio donde el individuo desarrolla las herramientas necesarias para poder lograr objetivos y metas.

Por otra parte, tenemos la creación de instituciones y centros que ofrecen servicios al individuo, uno de estos es el de salud, que tiene como objetivo proporcionar servicios de calidad para el cuidado y rehabilitación de pacientes con enfermedades y secuelas discapacitantes del aparato locomotor.

Aunado a lo anterior, se desarrollan tecnologías tales como prótesis, implantes y técnicas de salvamento con el propósito de prevenir y detectar a tiempo enfermedades que aquejan al individuo. (Figura 2.1)

2.1.1 Modelo Formal

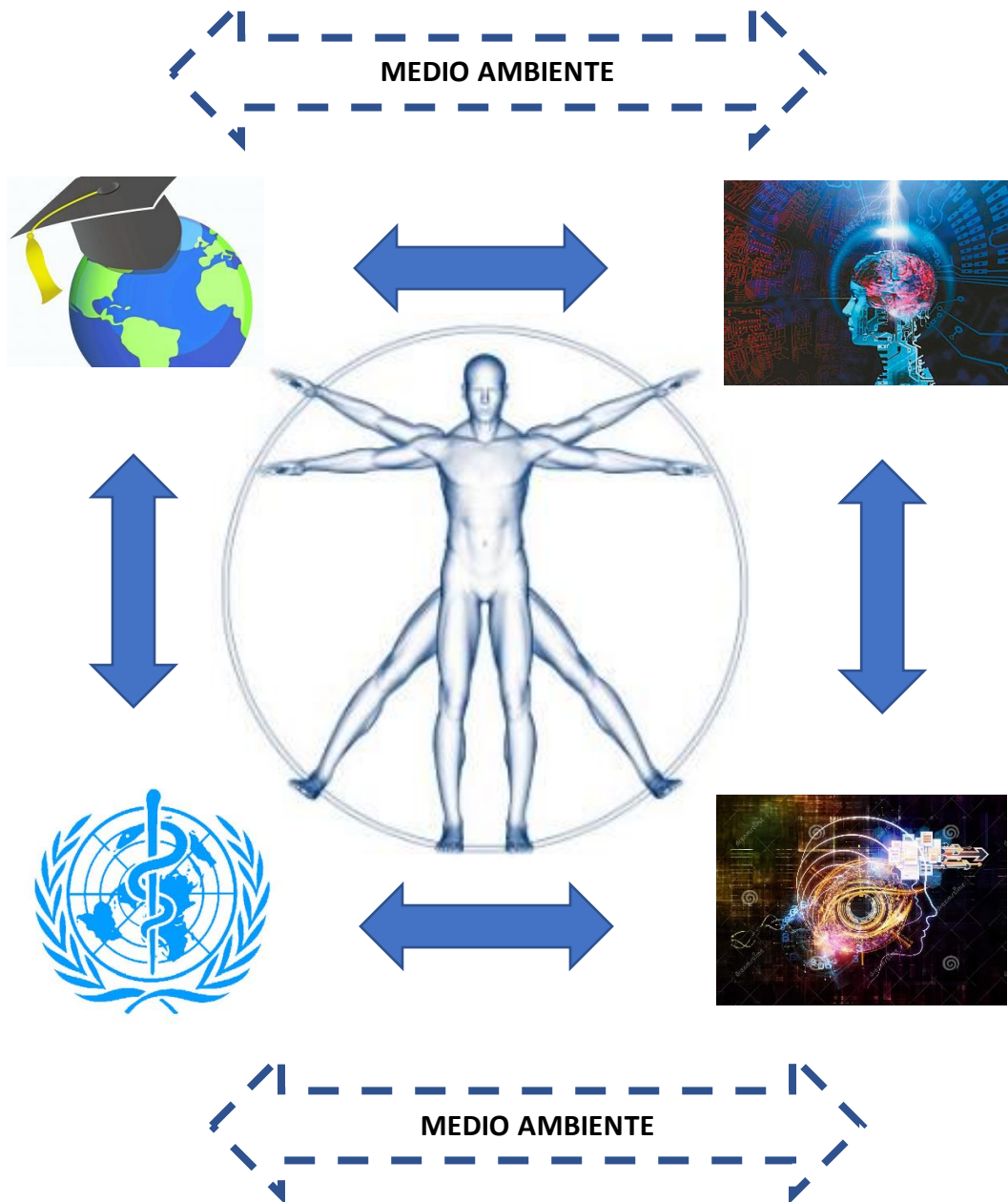


Figura 2.1 Modelo Formal. Ser Humano, Ciencias y Disciplinas del Conocimiento, Universidades e Instituciones de Salud. Elaboración Propia 2016.

2.2 Marco Teórico

Sin el suficiente énfasis metodológico se ha producido la apariencia de que las actividades de sistemas se basan en conceptos de ciencia convencional: reduccionista, analítica y mecanicista. Sin embargo, las actividades de sistemas se basan en una nueva ciencia sistémica: expansionista, sintética y teleológica. (Checkland, 2010)

Con una base de ciencia convencional, no sorprende que se haya considerado que la ciencia de sistemas se ve limitado para afrontar problemas en determinado tipo de contextos, ya que al observar la contribución que se había logrado en la resolución de problemas de sistemas, en organizaciones productoras de bienes y servicios, las actividades de sistemas han incursionado a tratar de coadyuvar en la resolución de problemas sociales, encontrándose con dificultades que desencadenaron la crítica de las posibilidades de su aplicación. (Checkland, 2010)

2.2.1 Visión Sistémica Transdisciplinaria

La visión sistémica transdisciplinaria es importante en cuestiones médicas (Luxación Congénita de Cadera o Displasia del Desarrollo de la Cadera), ya que ayuda a entender que cuando se presentan cambios en alguno de los elementos del proceso, se tienen resultados que no se esperan.

Es por esto que debemos de ver el todo, sus elementos y las interacciones existentes entre cada elemento y el todo, entender en su conjunto el sistema y las características propias de cada uno de ellos.

Por lo antes mencionado debemos de tener una concepción más amplia de lo que se entiende por "Sistema" y las características que tienen los elementos del mismo.

A continuación, se mencionan los conceptos:

Patología: Es la rama de la medicina encargada del estudio de las enfermedades en los humanos. De forma más específica, esta disciplina se encarga del estudio de los cambios estructurales bioquímicos y funcionales que subyacen a la enfermedad en células, tejidos y órganos.

Esta disciplina trata de explicar la etiología y manifestaciones clínicas (signo y síntoma) que presentan los pacientes, al tiempo que propone bases racionales para el tratamiento y profilaxis. Suele considerarse como el enlace entre las ciencias básicas y las ciencias clínicas.

Apitología: Es el estudio de la salud y el bienestar de los sistemas. Se ocupa de la identificación de las dinámicas esenciales para la mejora del desarrollo saludable de los sistemas emergentes y los elementos necesarios para crear un entorno necesario para que los cambios estructurales y funcionales para el crecimiento sostenible a perpetuidad.

Esto puede ocurrir en cualquiera de los campos que se ven específicamente a sistemas complejos, como la medicina, la sociología o la biología. (Figura 2.2)

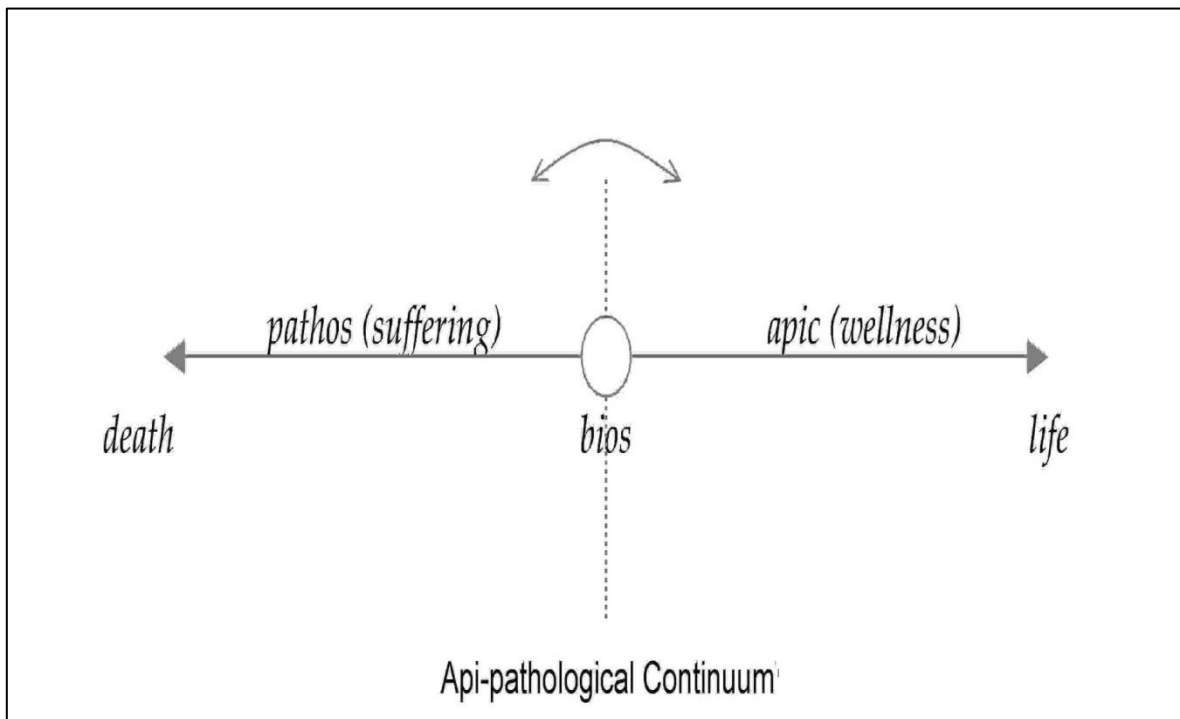


Figura 2.2 Patología y Apitología.
<http://www.powerergonomics.com/indexa.html>

2.2.2 Medio Ambiente

Se entiende como el lugar o espacio donde las organizaciones se desenvuelven y realizan sus actividades, ya sea de manera externa o interna. Cuenta con elementos que afectan de manera positiva o negativa a la misma. Esto sucede ya sea de forma general (organización), específica (departamento) o en la realización de un producto o servicio.

Existen dos tipos de medio ambiente, el Externo o también llamado macroambiente y el interno o microambiente, a continuación, se describe cada uno de ellos y sus variables.

El medio ambiente externo o macroambiente es aquel constituido por variables que la organización no puede controlar y que están fuera de su alcance. Estas pueden ser:

Económico-Políticos. - se refiere a las condiciones que pueden existir en la paridad de la moneda, inflación, desempleo, problemas de gobierno, disminución de recursos, etc.

Socioculturales. - representa los aspectos que tienen que ver con los derechos humanos, las costumbres y el medio natural de la sociedad, cuestiones de educación, instituciones, demografía, etc.

Tecnológicas. - relacionadas con el desarrollo, oportunidad y disponibilidad de la tecnología.

Científicas. - representa el nivel que se tiene en cuestiones de investigación, avances científicos, el desarrollo que se tiene en las instituciones educativas y que sirven de apoyo a las organizaciones.

El medio ambiente interno o microambiente es aquel constituido por variables que la organización puede controlar y que debe de tener en cuenta para crear estrategias para afrontar su incursión en el mercado. Estas pueden ser:

Clientes. - son grupos de personas e instituciones que utilizan, compran los bienes y/o servicios que ofrece la organización.

Proveedores. - se encargan de abastecer a las organizaciones materias primas, información, financiamiento para el desarrollo y manufactura de productos y/o servicios.

Competencia. - empresas específicas que ofertan bienes y servicios iguales o similares a los grupos de consumidores o clientes.

Marco Legal. - son los reglamentos que rigen las actividades que desarrollan las organizaciones y las cuales resultan en sanciones que afectan la operación de las mismas.

2.2.3 Razón de la Selección de las Metodologías para la Investigación

En la actualidad es necesaria una mejor comprensión de los grandes sistemas complejos, de su naturaleza y funcionamiento, así como contar con un nuevo tipo de modelos y una metodología específica de la acción global, que complete y eventualmente corrija los modelos y las metodologías de la acción local, puntual o especial que hemos utilizado hasta ahora. Esta es la finalidad de la Sistémica y la Cibernética, cuyos elementos van evolucionando desde hace unos cincuenta años, como respuesta, cada vez más precisa, a interrogantes acerca del funcionamiento de los sistemas complejos.

Es por esto que el enfoque sistémico es, sobre todo, una combinación de filosofía y de metodología general, engranada a una función de planeación y diseño. El análisis de sistema se basa en la metodología interdisciplinaria que integra técnicas y conocimientos de diversos campos fundamentalmente a la hora de planificar y diseñar sistemas complejos y voluminosos que realizan funciones específicas.

Con base en lo anterior las Metodologías de Sistemas Suaves y la Metodología de Sistemas Viables, constituye una guía de análisis/diseño, destinada a identificar y tipificar los elementos y el perfil de operación que integran los mecanismos para la regulación y control del funcionamiento de recursos y soluciones en el tema de la Luxación o Displasia Congénita de Cadera. (Figura 2.3)

Para el desarrollo de la investigación, la Metodología Sistémica Cibernética y el Método MVCA (medición del acetábulo) se realizará a partir de la combinación de las metodologías de sistemas suaves y sistemas viables, así como de herramientas de la ingeniería.

Se utilizarán formatos para la recopilación de los expedientes de los pacientes ingresados al INR para poder realizar la selección de los candidatos, el diagnóstico y tratamiento de estos.

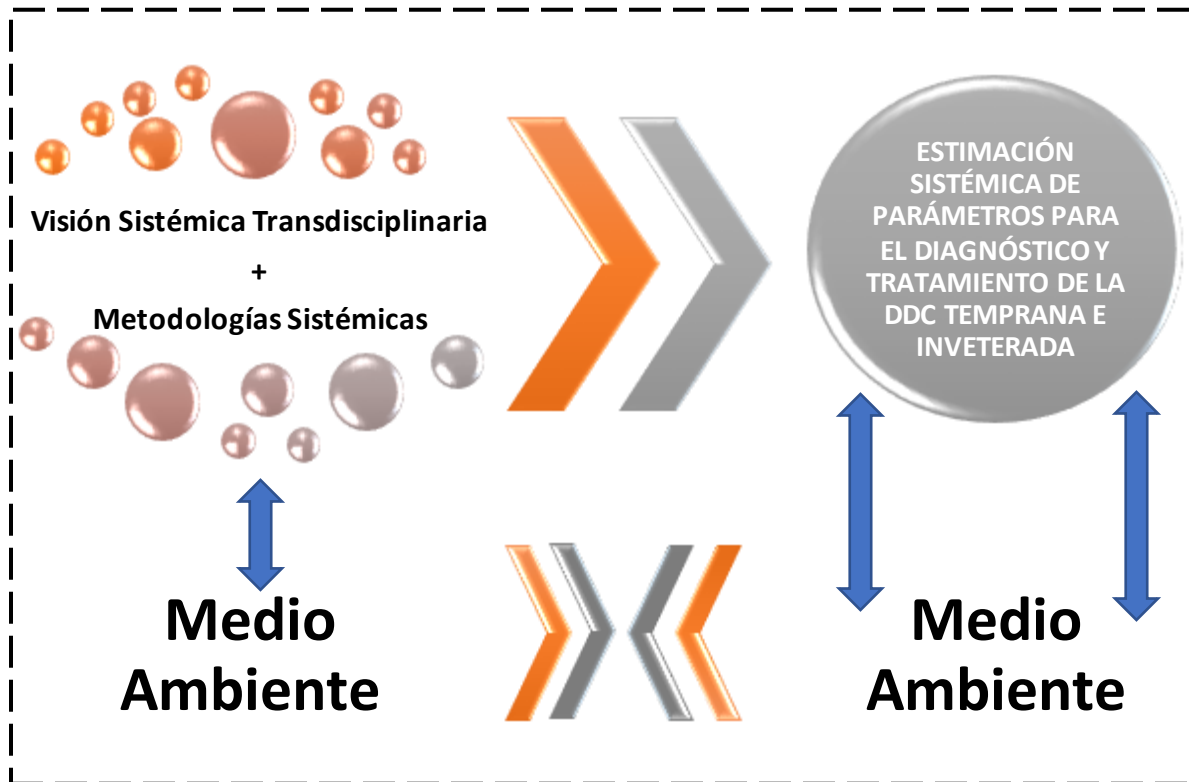


Figura 2.3 Visión Sistémica Transdisciplinaria. Apuntes Teoría General de Sistemas. Elaboración Propia, 2014.

2.3 Marco Metodológico

2.3.1 Metodología de sistemas suaves (Checkland, 2010)

Las actividades profesionales y académicas de sistemas, en la mayoría de los casos, han mantenido su énfasis en los modelos matemáticos, las técnicas y las herramientas destacando en su desarrollo y aplicación las relativas a la optimización, la probabilidad, la estadística y la computación. Con esto se ha producido la apariencia de que sistemas es equivalente a parte de las matemáticas o de las matemáticas aplicadas.

En los sistemas duros se cree y actúa como si los problemas consistieran sólo en escoger el mejor medio, el óptimo, para reducir la diferencia entre un estado que se desea alcanzar y el estado actual de la situación.

Esta diferencia define la necesidad a satisfacer el objetivo, eliminándola o reduciéndola, Se cree que ese fin es claro y fácilmente definible y que los problemas tienen una estructura fácilmente identificable.

Los sistemas suaves se identifican como aquellos en que se le da mayor importancia a la parte social. La componente social de estos sistemas se considera la primordial.

Los *problemas duros* son problemas caracterizados por el hecho de que están bien definidos. Se asume, en ellos, que hay una solución definida y que se pueden definir metas numéricas específicas a ser logradas. Esencialmente, con un problema duro se puede definir qué tipo de resultado se logrará antes de poner en ejecución la solución. Los " QUÉ " y " los CÓMO " de un problema duro pueden estar determinados previamente en la metodología.

Los *problemas suaves*, por otra parte, son difíciles de definir. Tienen una componente social y política grande. Cuando pensamos en problemas suaves, no pensemos en problemas sino en situaciones problemas. Se parte del hecho de que las cosas no están trabajando de la manera en que lo deseamos y queremos averiguar porqué y buscamos si hay alguna cosa que podamos hacer para aliviar la situación. Una situación clásica de esto, es que tal vez no sea un " problema " sino una "oportunidad", como es el caso de un proyecto a planear.

2.3.1.1 Etapas de la metodología de sistemas suaves

La metodología de sistemas suaves fue desarrollada por Peter Checkland para el propósito expreso de ocuparse de problemas de este tipo. Su "metodología de sistemas suaves" ["*Soft Systems Methodology*"] fue creada en base a la investigación en un gran número de proyectos de la industria y su aplicación y refinamiento se concluyeron años después.

La metodología, que es muy agradable cómo lo sabemos hoy, fue publicada en 1981, cuando Checkland vivía de la universidad y tenía pensado perseguir una carrera como profesor e investigador.

2.3.1.1.1 Etapa 1: Situación problema no estructurada.

La etapa 1 incluye básicamente las problemáticas, lo que la gente de la organización sospecha que puede haber un problema y/o una posibilidad para la mejora, y pide iniciar el análisis. La metodología de los sistemas suaves cree que 'la situación problema' es un término más apropiado puesto que puede haber muchos problemas que tienen la necesidad percibida a ser solucionados.

2.3.1.1.2 Etapa 2: Situación problema expresada.

En la etapa 2, el analista recoge y clasifica la información y provee una cierta descripción de la situación problema. Lo siguiente es la información que estamos buscando:

- La estructura de la organización: esos factores que no cambian fácilmente (las construcciones, las localizaciones, el ambiente, etc.);
- Procesos o transformaciones que se realizan dentro del sistema: muchos de éstos están cambiando constantemente;
- Hechos que son expresados o sentidos por los miembros de organización (quejas, críticas, sugerencias, etc.).

La etapa 1 y la etapa 2 son una fase de la 'expresión' durante a la cual una tentativa se hace para construir la posible visión enriquecida, no 'el problema' sino la situación que allí se percibe como problema.

Cuando un analista saca la información de los miembros de una organización, éste se comunica con ellos usando el lenguaje natural. Esto plantea numerosos problemas y potenciales trampas. El analista debe estar preparado para aceptar que en esta etapa, la información obtenida es incompleta y contiene contradicciones y ambigüedades. El sistema al cual estamos mirando es un sistema suave y por lo tanto la información acerca del sistema es probable que sea cualitativa más bien que cuantitativa.

La visión enriquecida se utiliza para proveer un modelo para pensar acerca del sistema y para ayudar al analista a obtener una apreciación de la situación problema. Es importante notar la diferencia entre visión enriquecida y modelo formal. La visión enriquecida no procura modelar al sistema de una manera particular. Provee una representación de cómo podemos mirar y pensar acerca el sistema. Ésta puede ser refinada conforme nuestra comprensión del sistema llega a ser más clara, dado que deseamos hacerla más clara.

La visión enriquecida es una expresión intelectual e individualista, y por lo tanto no se puede calificar de "correcta" o "incorrecta". Sin embargo, la visión enriquecida debe representar a la estructura, a los procesos y a los hechos de la organización que podrían ser relevantes en la definición de problema, y debe intentar dar una impresión del clima de la organización. La visión enriquecida no es un mapa del modelo del sistema (que se genera en fases posteriores), ni tampoco debe ser un organigrama (la clase de mapa de jerarquía de gestión que las organizaciones utilizan a menudo para describirse a sí mismas).

2.3.1.1.3 Etapa 3: Sistemas Relevantes.

2.3.1.1.3.1 Definiciones raíz.

Una definición de raíz se expresa como un proceso de la transformación que toma una entidad como entrada de información, cambia o transforma a esa entidad, y produce una nueva forma de la entidad.

Producir una definición de raíz es un proceso progresivo de dos pasos:

1. Un hecho o una tarea se elige de una visión enriquecida
2. Se define un sistema para realizar la tarea o para dirigir los hechos.

Cada definición raíz implica dos cosas importantes. Lo primero es que debemos implicar cierta visión del mundo. La definición de la opinión del mundo no es siempre trivial.

También, no es deseable definir todas las opiniones del mundo. Recuerde que cada visión enriquecida implicará una variedad de opiniones del mundo. Cada una de estas opiniones del mundo será conectada a unas o más definiciones raíz distintas.

Es importante prestar la atención a la cardinalidad del proceso de transformación. Cada definición raíz implica una transformación de una entrada en una producción.

2.3.1.1.3.2 CATWOE (Siglas en inglés), CATWPA (Siglas en español)

- Cliente: considera a cada uno de los elementos, los cuales pueden obtener beneficios de un sistema.
- Actor: Los actores realizan las actividades definidas en el sistema.
- Transformación: Esto se muestra como la conversión de la entrada de información al producto (salida).
- Weltanschauung: La opinión del mundo. Esta opinión del mundo hace que el proceso de la transformación sea significativo en contexto.
- Propietario: Cada sistema tiene algún propietario, quien tiene el poder para abrir y/o para cerrar el sistema.

- **Ambiente (Interno y Externo):** Los elementos externos que existen fuera del sistema que se toman como datos. Estos apremios incluyen políticas de organización así como materias legales y éticas.

CATWPA se utiliza principalmente con el fin de analizar los elementos y como bloque de construcción que deriva en la definición raíz.

2.3.1.1.4 Etapa 4: Modelos Conceptuales.

Dado una definición raíz de un sistema, un modelo conceptual es un modelo humano de la actividad que estrictamente se conforma con la definición raíz usando el conjunto mínimo de actividades. Los pensamientos de sistemas se aplican en este desarrollo.

Los pensamientos de sistemas es un proceso iterativo que combina tres conceptos:

- **El mundo percibido:** Cada uno de nosotros tenemos nuestras propias opiniones del mundo.
- **Ideas:** Percibimos el mundo a través del marco de ideas que están internas en nosotros.
- **Metodología:** Existe una gran número de metodologías, la SSM es solo una de ellas.

El Pensamiento de Sistemas Formal se aplica al desarrollo del modelo conceptual. El Modelo Formal del Sistema sirve como una guía de consulta para controlar el modelo conceptual que trazamos. Los Sistemas Formales, deben de cumplir los siguientes criterios :

- Deben tener una misión, una medida de funcionamiento, un proceso de toma de decisiones.
- Debe tener componentes que interactúan con unos con otros tal que los efectos y acciones son transmitidos a través del sistema.
- Debe ser acotado por un sistema más amplio con el cual interactúa, para cumplir una acción.
- Debe tener recursos a disposición de su proceso de toma de decisión y estabilidad a largo plazo, o la capacidad de recuperarse en el caso de un problema.

2.3.1.1.5 Etapa 5: Etapa 4 vs Etapa 2

En esta etapa, los modelos conceptuales construidos en la etapa 4 serán comparados con la expresión verdadera del mundo, de la etapa 2.

2.3.1.1.6 Etapas 6 y 7: Poner cambios en ejecución 'factibles y deseables'

En la etapa 6, se identifican y se discuten los cambios factibles y deseables, y serán puestos en la acción en la etapa 7. El propósito de la etapa de la comparación, es generar cambios posibles y su discusión, los cuales se puede realizar dentro de la situación percibida del problema.

El resultado de la etapa 6 y 7 para los sistemas (suaves y duros) es la creación y la puesta en práctica de un sistema. Generalmente, en estas situaciones del problema, es más probable la realización de una acción que la puesta en práctica de un sistema o la introducción de un cambio más modesto.

Normalmente, hay tres clases de cambios:

- Estructura: realizados a corto plazo.
- Procedimiento: cambios a elementos dinámicos
- Actitud: cambios en el comportamiento de las personas y del sistema.

El empleo en la etapa 7 debe poner cambios en ejecución y ponerlos en la acción. Cuando se toma la acción, puede ser que sea directa. Sin embargo, otras situaciones pueden ser encontradas. La introducción de la acción puede cambiar la situación de modo que aunque se ha eliminado el problema originalmente percibido, emerge el nuevo problema.

2.3.2 Metodología de sistemas viables (Beer, 1985) (Figura 2.4)

Es el modelo más representativo y de mayor uso de la cibernética. Fue diseñado por el profesor inglés Stafford Beer y revisado por el profesor chileno Raúl Espejo en la Universidad de Aston, este modelo posee las siguientes ventajas:

- No requiere la existencia previa de la organización en estudio.
- Es una herramienta de complejidad.
- Rompe el esquema jerárquico de entenderse dentro de la organización.
- Involucra la realización de identidad organizacional.
- Realiza una sinapsis entre los elementos internos y externos (adaptación).

El propósito de este modelo de sistema viable es permitir a las organizaciones obtener la flexibilidad que necesitan para sobrevivir en medios ambientes rápidamente cambiantes y complejos.

Beer ha desarrollado criterios de efectividad organizacional, estos criterios son un conjunto de principios y leyes de organización, usando como referencia la Ley de Requisito de Variedad, que en forma general establece que, un controlador tiene un requisito de variedad, si y solo si, tiene la capacidad para mantenerse dentro de un conjunto de objetivos deseados.

El método de diseño consta de las siguientes etapas:

- Establecer la identidad organizacional: Se determina la identidad de clase, que da origen a la organización y que la distingue de los demás.
- Modelamiento de los límites organizacionales del sistema: Se deben definir todas aquellas actividades necesarias para efectuar la transformación independiente de la organización a desarrollar.
- Modelamiento de los niveles estructurales: Reconocer aquellas actividades tecnológicas de las cuales la organización tiene capacidad de hacerse cargo.
- Estudio de discreción y autonomía: Se debe realizar un cuadro donde se relacionan las actividades primarias con las actividades de regulación.
- Estudio y diseño de los mecanismos de control: Se busca mecanismos que reduzcan o amplíen la variedad entre los diferentes niveles recursivos de la organización.

2.3.2.1 Las cinco funciones esenciales para la viabilidad

2.3.2.1.1 Implementación

Los productos de la organización y servicios son producidos en los diferentes niveles de agregación por su integrado primario de actividades y la cadena de valor de la organización, pone en práctica su objetivo total. Aunque en la teoría una persona individual sea también un sistema viable, tratamos con un modelo de organización o el trabajo cooperativo entre individuos.

Por lo tanto, nosotros esperamos ver los sistemas más viables, independientemente del nivel estructural, ellos ocurren conteniendo subsistemas remotos como un apoyo para manejar la complejidad de sus ambientes. Estos subsistemas son responsables de realizar la validación de las tareas del sistema-en-foco.

2.3.2.1.2 Coordinación

Un sistema viable también tiene sistemas en el lugar para coordinar los interfaces de sus funciones que añaden valor y las operaciones de sus subunidades primarias. En otras palabras, la coordinación es necesaria entre la adición de valor funciona, así como entre las actividades integradas primarias.

2.3.2.1.3 Control

La función de control necesita el aseguramiento de los informes de responsabilidad. A menudo esta información tiende a reflejar tendencias personales y otros problemas de comunicación naturales. Existe la necesidad de corroborar esta información con una fuente alternativa.

2.3.2.1.4 Inteligencia

La función de Inteligencia es el eslabón de doble dirección entre la actividad primaria y su ambiente externo. La inteligencia es fundamental en la adaptabilidad; en primer lugar, esto provee de la actividad primaria la regeneración continua sobre condiciones de mercado, cambios de tecnología y todos los factores externos que son probablemente relevantes en el futuro; en segundo lugar, esto proyecta la identidad y el mensaje de la organización en su ambiente.

2.3.2.1.5 Política

Los papeles principales de Política deben proporcionar la claridad sobre la dirección total, valores y objetivo de la unidad de organización; y diseñar, en el nivel más alto, las condiciones para la eficacia de organización.

Una de las condiciones claves para la eficacia de la organización se relaciona con la Inteligencia y funciones de Control que son organizadas e interconectadas. La inteligencia y el Control ofrecen perspectivas complementarias sobre la definición, el ajuste y la puesta en práctica de la identidad de la unidad de organización.

Esto tiene implicaciones importantes en el diseño de los grupos de trabajo multifunción, los cuales alcanzan decisiones críticas.

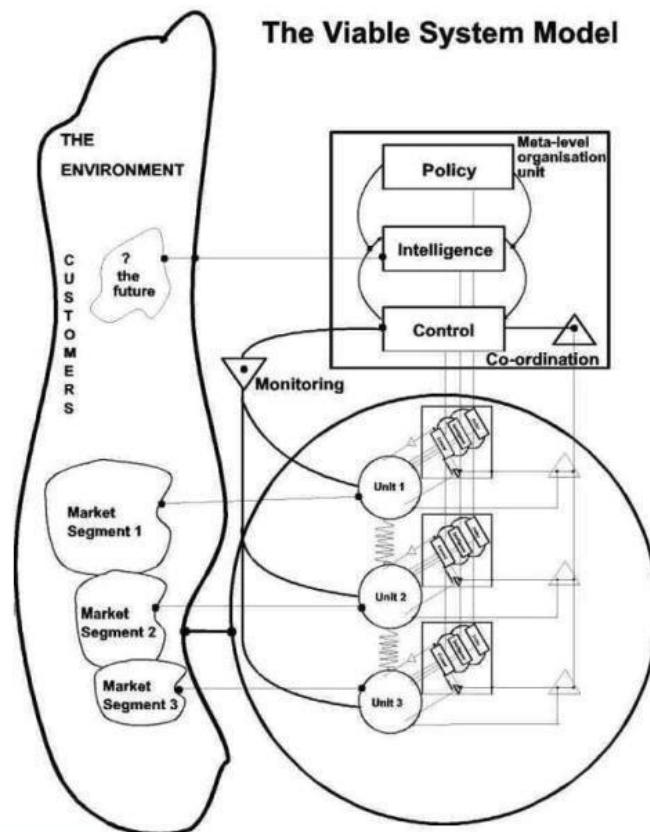


Figura 2.4 Modelo de Sistemas Viables. Cavendish Software Ltd. 1995. Stafford Beer, 1985.

CAPÍTULO III. APLICACIÓN DEL MARCO METODOLÓGICO

3.1 Aplicación de la metodología de sistemas suaves (Checkland)

3.1.1 Situación problema no estructurado

Se realizó un estudio documental sobre la problemática que se presenta en el Servicio de Ortopedia Pediátrica del Instituto Nacional de Rehabilitación cuando ingresan pacientes con displasia del desarrollo de la cadera. (Ver Anexo 3)

Para obtener y poder comprender de forma integral el problema y poder realizar un diagnóstico preciso, se consultó a personal administrativo del Instituto, así como a personal del servicio de psicología del mismo.

A continuación, se muestran las actividades que cada personal realiza cuando se tienen casos de pacientes con DDC. (Tabla 3.1)

Tabla 3.1 Actividades del personal

DISPLASIA DEL DESARROLLO DE LA CADERA			
PACIENTE	MÉDICO	PSICÓLOGO	ADMINISTRATIVO
INGRESO CON PROBLEMAS EN CADERA	REALIZAR PRUEBAS DIAGNÓSTICAS.	PACIENTE Y FAMILIARES	BASES DE DATOS Y PROCEDIMIENTOS
NACIMIENTO CON PROBABLE DAÑO EN CADERA	MANIOBRAS IMAGEN RX	FAMILIARES	

3.1.2 Situación problema expresado: Visión Rica (Manual de Guías Clínicas del INR, 2015)

El propósito del INR para el diagnóstico y tratamiento de la DDC es:

Establecer los lineamientos necesarios para que la atención que se brinde a los pacientes que son tratados en el Servicio Ortopedia Pediátrica sea uniforme y de acuerdo a los conocimientos actuales buscando un mejor pronóstico para la vida del paciente.

El alcance aplica a todo el personal médico adscrito al Servicio Ortopedia Pediátrica.

3.1.2.1 Responsabilidades del Servicio de Ortopedia Pediátrica (Tabla 3.2)

Tabla 3.2 Responsables y responsabilidades

Subdirector	Jefe de Servicio	Médico Adscrito
Implementar y verificar el cumplimiento de este procedimiento	Elaborar la guía del padecimiento	Ejecutar la guía
Brindar los recursos necesarios	Supervisar y procurar el cumplimiento de la misma	Participar en la revisión

3.1.3 Definiciones del Sistema (CATWOE) (Figura 3.1)

Por medio de los seis factores (CATWPA), definiremos la definición raíz de nuestro caso de estudio para poder entender de una mejor manera el problema. C: Consumidores. A: Actores. T: Transformación. W: Weltanschauung. O: Dueño. E: Restricciones del Ambiente.

A continuación, se describe cada una de ellas:

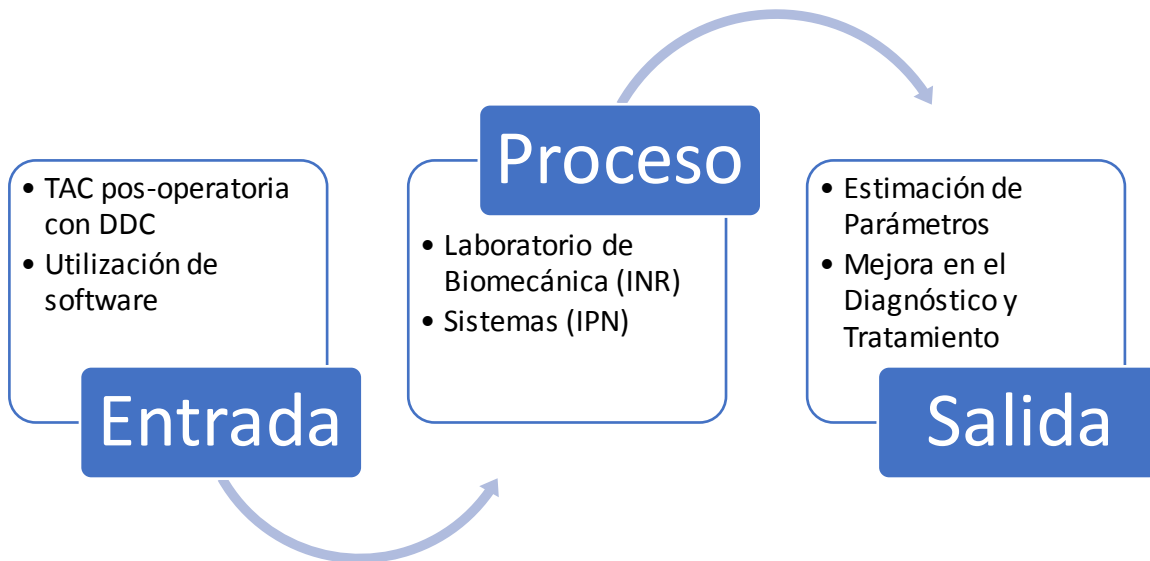


Figura 3.1 Transformación de la Definición Raíz. Elaboración Propia. 2017

C: Pacientes del Instituto Nacional de Rehabilitación con Luxación Congénita de Cadera y/o Displasia del Desarrollo de la Cadera.

A: Cirujanos especialistas en Ortopedia Pediátrica.

T: La figura 3.8 muestra el proceso de transformación de la definición raíz.

W: Institución que provee de recursos humanos (Médicos e Investigadores) para brindar servicios de salud, nuevos procedimientos y herramientas para el cuidado de las personas.

O: Servicio de Ortopedia Pediátrica, Servicio de Tomografía Computarizada, Laboratorio de Biomecánica.

E: Falta de Recursos para la obtención de los Servicios de Salud.

Definición raíz:

“Estimación Sistémica de Parámetros para el Diagnóstico y Tratamiento de la Luxación y/o Displasia de Cadera de pacientes del Instituto Nacional de Rehabilitación, para que los cirujanos especialistas cuenten con herramientas y métodos necesarios para optimizar el procedimiento quirúrgico, con el objetivo de proporcionar el mayor beneficio a los pacientes.”

3.1.3.1 Fundamentos del Modelo Conceptual

Se realizó un estudio documental sobre el concepto de displasia del desarrollo de la cadera, la problemática, así como los fundamentos teórico – conceptuales. Para obtener y poder comprender de forma integral el problema y poder realizar un diagnóstico preciso. (Ver Anexo 4)

3.1.3.2 Modelo Conceptual

En la siguiente figura se muestra el Modelo Conceptual (Metodología de Sistemas Viables) de la definición raíz, indicando que se estimarán parámetros para la mejora en el diagnóstico y tratamiento de la DDC en niños, desde un enfoque integral y holístico (paciente, cirujano, ingeniero), con la participación de los servicios del instituto, universidades e instituciones de investigación. Además del diseño de metodologías sistémicas para su solución, con el apoyo de métodos de ingeniería y software de diseño.

Los elementos que participan en este modelo son los siguientes: (Figura 3.2)

- INR: Instituto Nacional de Rehabilitación
- SUB. ORT.: Subdirección de Ortopedia
- AI: Auditoría Interna
- SOP: Servicio de Ortopedia Pediátrica
- DDC: Displasia del Desarrollo de la Cadera
- Ped.: Pediatría
- Ort.: Ortopedia
- IS: Ingeniería de Sistemas
- LB: Laboratorio de Biomecánica
- PS: Psicología

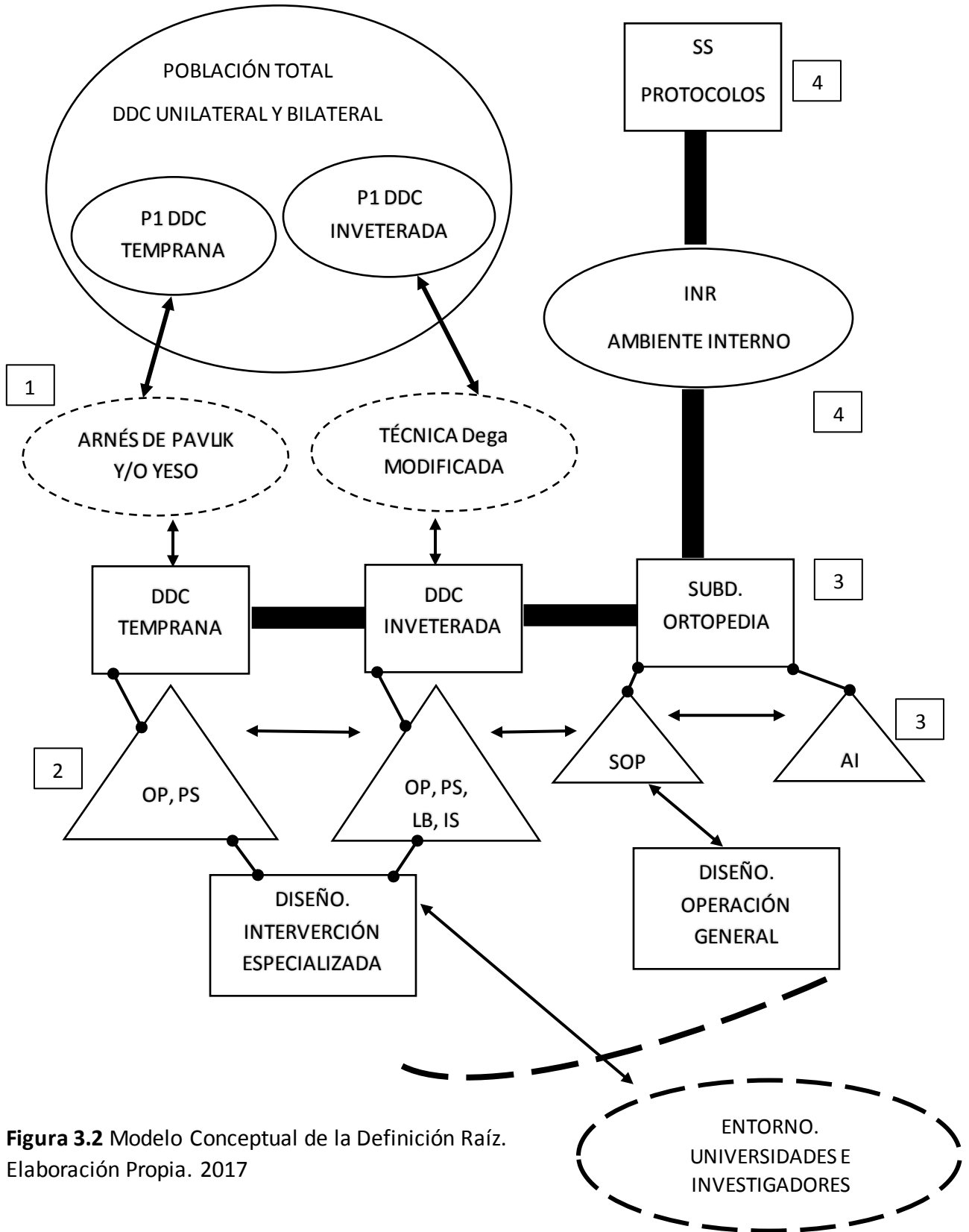


Figura 3.2 Modelo Conceptual de la Definición Raíz.
Elaboración Propia. 2017

La DDC como tal es una problemática multifactorial, la cual debe solucionarse y deben participar todo el personal del INR. Como se observa en la figura anterior, con la aplicación de la metodología de Stafford Beer, se contrasta el Manual de Guías Clínicas del Servicio de Ortopedia Pediátrica, del INR (figura 1.3).

La utilización de la Metodología de Stafford Beer como modelo conceptual de la definición raíz proporciona la estructura organizacional y la interacción de los elementos participantes en la problemática.

La figura 3.2 muestra el modelo aplicado a la DDC, donde los principales subsistemas (subdirección de ortopedia) y el personal del instituto, son quienes interactúan en el proceso y procedimiento realizado de manera interna. Las decisiones tomadas influyen de manera directa en los pacientes, la colaboración de entidades externas permite el desarrollo de nuevos métodos y técnicas para la solución de la Displasia del Desarrollo de la Cadera.

3.1.3.3 Diagnóstico del modelo de Stafford Beer

A continuación, se muestra el diagnóstico del modelo de Stafford Beer aplicado a la investigación y el porcentaje de participación de cada uno de ellos. (Figuras 3.3 – 3.5)

Tabla 3.3 Diagnóstico. Modelo Stafford Beer, Ideal.

1. implementación	2. Coordinación	3. Control	4. Inteligencia
Tratamiento de la displasia de cadera	Servicios del INR	Subdirección de Ortopedia	Instituto Nacional de Rehabilitación
Displasia temprana e inveterada		Auditoria Interna	Protocolos CONACyT
20%	25%	25%	30%

Tabla 3.4 Diagnóstico. Modelo Stafford Beer, INR 1. Realizado

1. implementación	2. Coordinación	3. Control	4. Inteligencia
Tratamiento de la displasia de cadera	Servicios del INR	Subdirección de Ortopedia	Instituto Nacional de Rehabilitación
Displasia temprana e inveterada	OP Y PS	Auditoria Interna	
20%	13%	15%	20%

Tabla 3.5 Diagnóstico. Modelo Stafford Beer, INR 2. Alternativa

1. implementación	2. Coordinación	3. Control	4. Inteligencia
Tratamiento de la displasia de cadera	Servicios del INR	Subdirección de Ortopedia	Instituto Nacional de Rehabilitación
Displasia temprana e inveterada	OP Y PS LB E IS	Auditoria Interna	Inclusión e interacción Protocolos CONACyT
20%	30%	20%	30%

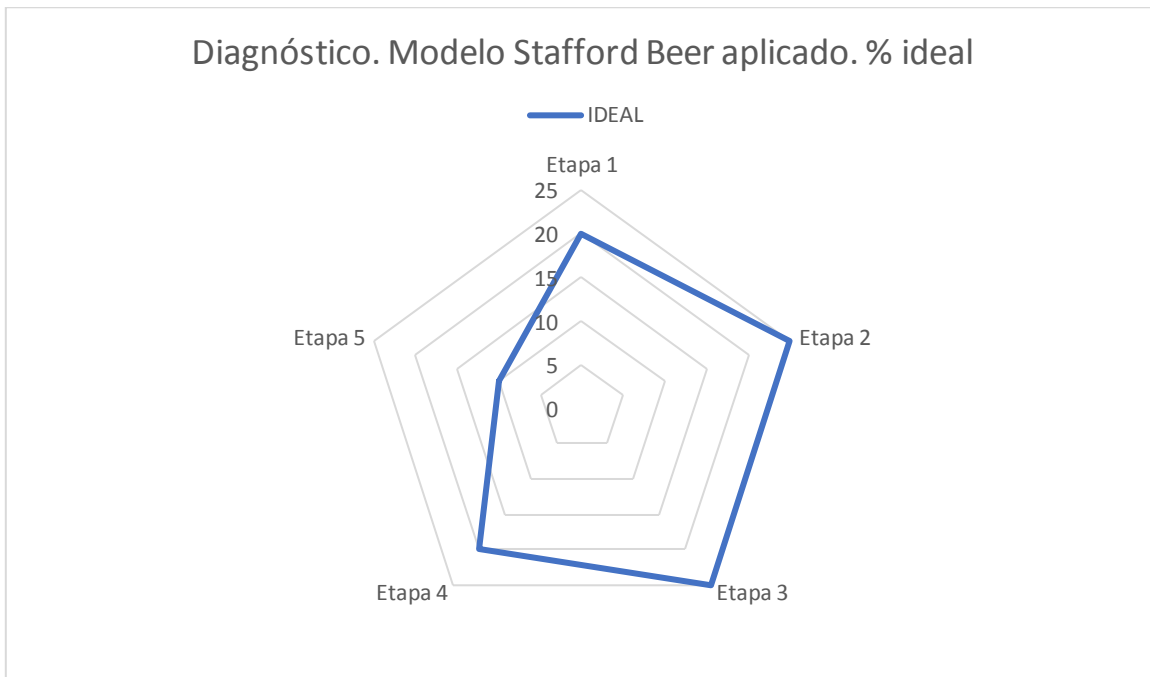


Figura 3.3 Diagrama comparativo de atributos. Ideal. Elaboración propia 2018

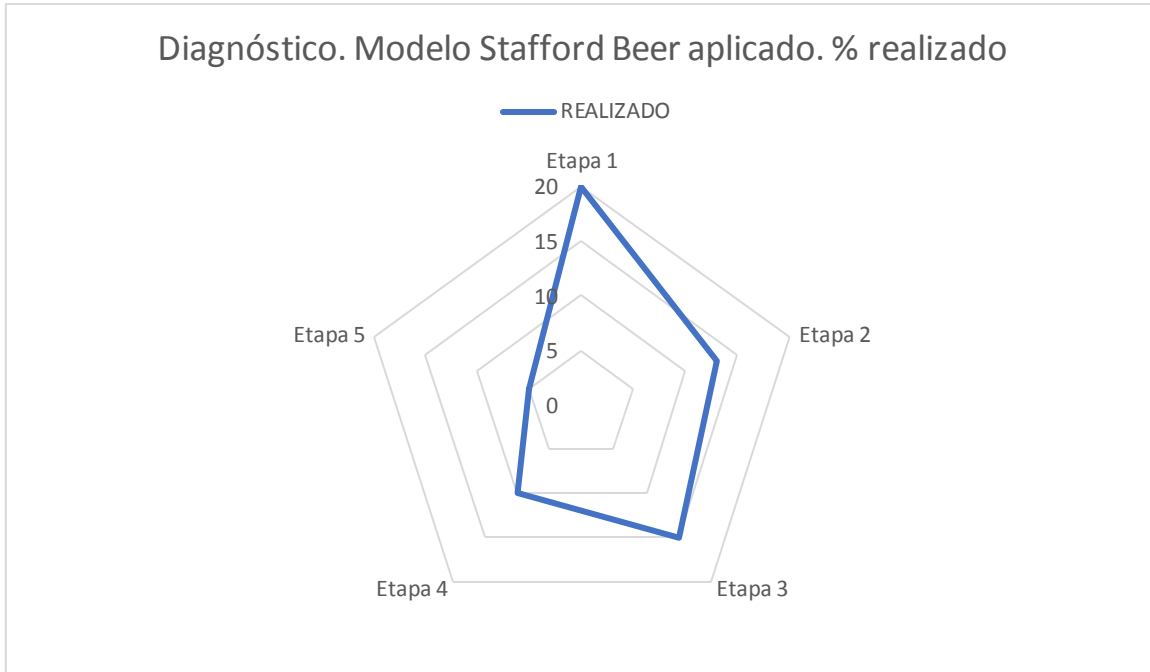


Figura 3.4 Diagrama comparativo de atributos. Realizado. Elaboración propia 2018

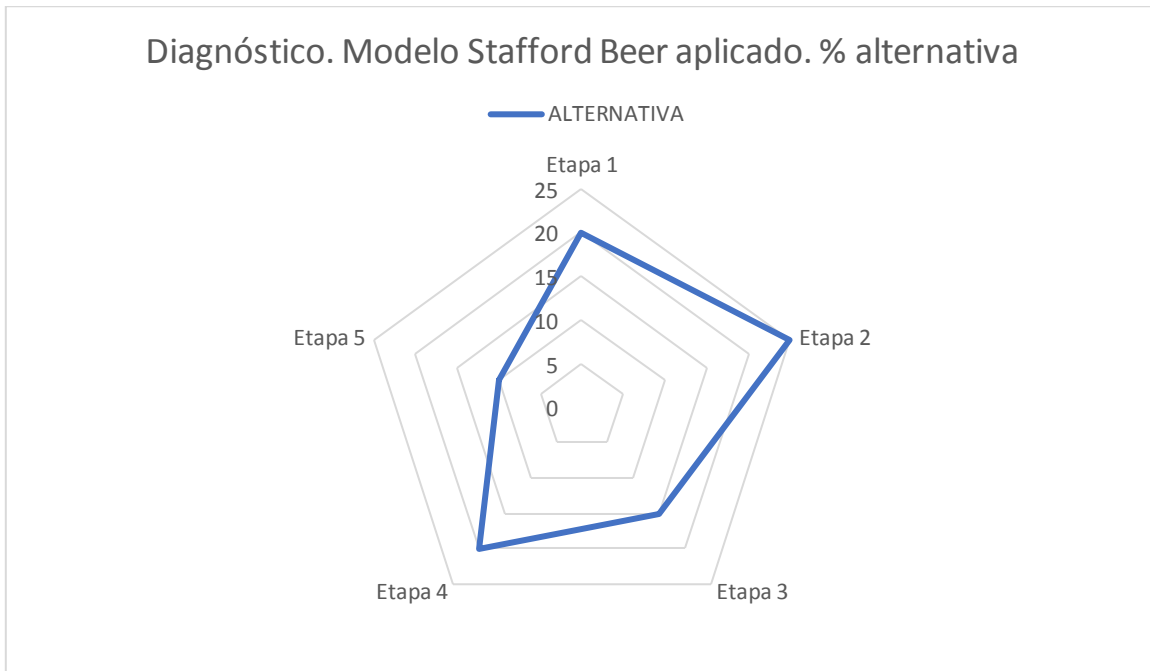
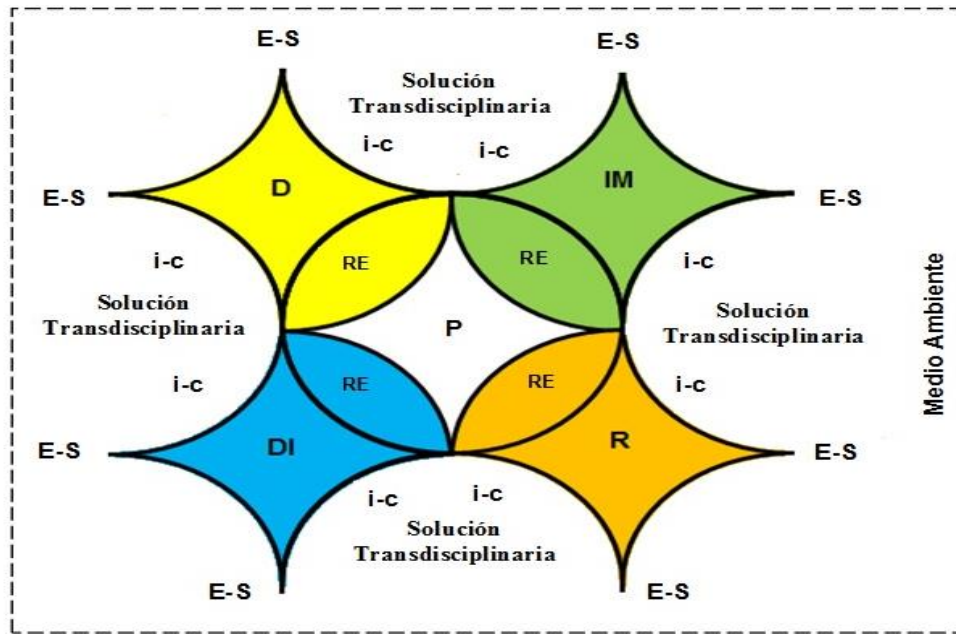


Figura 3.5 Diagrama comparativo de atributos. Alternativa. Elaboración propia 2018

3.1.3.4 Comparación: Modelo Conceptual vs Situación Problema Expresada

La aplicación del modelo sistémico es una guía para el análisis de la DDC, destinado a identificar y clasificar los elementos que participan para la estimación de parámetros. Para regular y dar seguimiento al funcionamiento de los recursos. En la DDC, los servicios de Ortopedia Pediátrica y Tomografía Computada del Instituto Nacional de Rehabilitación, participan en el diagnóstico y tratamiento de este padecimiento. Así como el servicio de Psicología en apoyo de los pacientes.

Para la mejora en el diagnóstico y tratamiento de la DDC, la interacción de los departamentos y servicios del Instituto es de suma importancia para el proceso. El laboratorio de biomecánica por medio de software de diseño e ingeniería podrá analizar y medir las tomografías 3D proporcionadas por el servicio de tomografía computada.



D: Diagnóstico. DI: Diseño. IM: Implementación. R: Resultados. P: Problemática. RE: Retroalimentación. E-S: Entrada-Salida. i-c: Información y Control.

Figura 3.6 Etapas del Modelo de Decisión Sistémico Cibernético aplicado a la DDC. Elaboración propia. 2017

Para poder conocer las interacciones de los servicios implicados en el proceso, debemos de utilizar herramientas de la ciencia de sistemas. Además de metodologías, las cuales permitirán con la interacción de los elementos de cada uno, la emergencia de soluciones conjuntas. (Figura 3.6)

Las entradas y salidas de información de cada sección del modelo, servirá como retroalimentación del sistema (general y específica); así como su interacción con el medio ambiente.

El modelo ayudará a: 1) analizar esos problemas desde una perspectiva sistémica; 2) encontrar posibles soluciones que sirvan en todos los subsistemas; 3) promover redes dinámicas de diversas partes interesadas; 4) inspirar el aprendizaje; y 5) propiciar una planificación, evaluación e investigación que tenga en cuenta la totalidad del sistema. También, aumentará la probabilidad de que las inversiones y las intervenciones encaminadas a fortalecer el sistema de salud sean eficaces. (Ver figura 3.7)

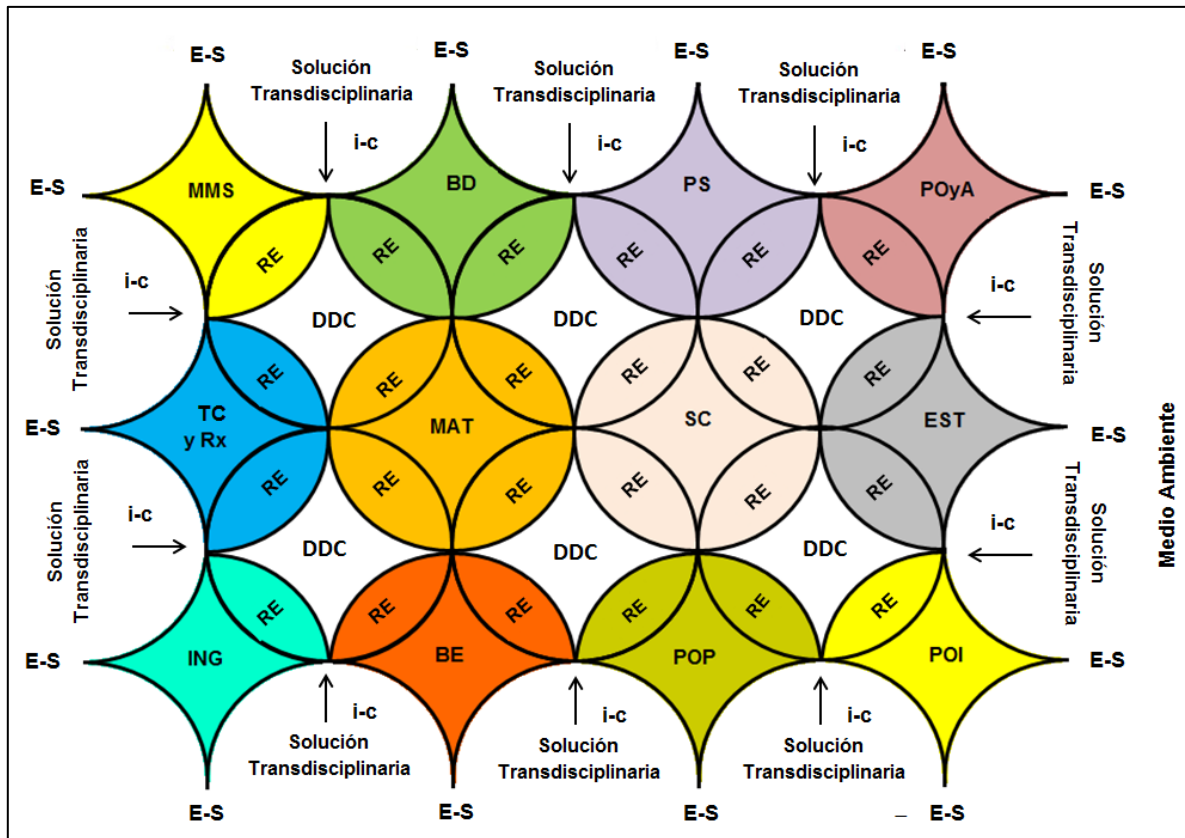


Figura 3.7 Modelo de Decisión Sistémico Cibernético para la mejora del Diagnóstico y Tratamiento de la Displasia del Desarrollo de la Cadera. Elaboración Propia, 2017

Elementos del Modelo:

DDC: Displasia del Desarrollo de la Cadera; BD: Base de Datos
MMS: Modelos y Metodologías Sistémicas; PS: Psicología
POyA: Procesos Operativos y Administrativos; TAC: Tomografía Axial Computada
MAT: Materiales; EST: Estadística; ING: Ingeniería; BE: Bioética.
POP: Procesos Operativos en otros Países
POI: Procesos Operativos en otras Instituciones
E-S: Entrada-Salida; i-c: información-control.
Solución Transdisciplinaria; Medio Ambiente
RE: Retroalimentación

3.1.3.5 Modelo de Decisión Sistémico Cibernético: Aplicación a la Displasia del Desarrollo de la Cadera (DDC)

El modelo de decisión sistémico cibernético cuenta con elementos de un proceso complejo, en donde se deben seleccionar los factores que permitan la solución de la problemática propuesta. La forma de cada proceso se debe a que las entradas, la información generada y salida, servirá para que cada disciplina realice las funciones y actividades de manera particular.

Los resultados o salidas de cada proceso se sumarán, se dará orden y coherencia, la cual no solo proporcionará la solución a esta problemática, sino que cualquier proceso que se quiera explicar podrá ser expuesto con este modelo.

La DDC es un padecimiento multifactorial, es por esto que será el elemento central de nuestro modelo, para su entendimiento y solución, debemos contar con estudios de imagen (radiografías y tomografías) para conocer la morfología de la cadera, así como información de los pacientes.

Este estudio se realizó utilizando imágenes obtenidas del sistema de información médica y telemedicina PACS-INR (*Picture and Communication System* del Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra).

Toda la información recopilada se procesa y es parte de la base de datos del INR, para que los datos de los pacientes ingresen en el archivo, se deben de realizar procesos operativos y administrativos específicos, esto quiere decir que los pacientes deben cubrir criterios internos para ser aceptados.

Los procesos del INR están sustentados por Normas Nacionales e Internacionales que avalan su aplicación y las cuales deben actualizarse periódicamente para el beneficio del personal interno, los pacientes y el personal. Si la información es requerida por algún servicio del Instituto, se debe especificar su utilización.

Para el desarrollo de esta investigación y la propuesta de solución, el laboratorio de biomecánica utilizó las imágenes radiológicas y tomográficas, para procesarlas en un software de ingeniería y poder obtener los parámetros, que serán utilizados para el diagnóstico y tratamiento de la DDC.

Para el procesamiento de las imágenes, se capacitó al personal del laboratorio en relación a conocimientos de ingeniería aplicados a la medicina, matemáticas y software, para poder contar con los conocimientos básicos y comprender los cambios morfológicos de la cadera operada y la contralateral, así como su contraste.

Los parámetros obtenidos fueron discutidos con el Servicio de Ortopedia Pediátrica, específicamente con el Dr. Ramiro Cuevas Olivo. Con la finalidad de que se pueda mejorar el diagnóstico y el tratamiento. Los resultados servirán de base para la planeación quirúrgica de los procedimientos quirúrgicos.

La metodología que se desarrolló para el análisis y medición de las tomografías se podrá utilizar para el procesamiento de diferentes imágenes. Así como el desarrollo de una base de datos de estos pacientes que será de utilidad para los servicios internos.

CAPÍTULO IV. ESTUDIO DE CASO

4.1 Actividad de Investigación: Análisis de tomografías 3D mediante software de ingeniería de pacientes con DDC operados y obtención de volúmenes acetabulares

4.1.1 Introducción

La Displasia del Desarrollo de la Cadera (DDC), es una patología de etiología multifactorial, tanto por predisposición genética como por factores mecánicos intrínsecos y extrínsecos (Carol, 2011; Duncan *et al.*, 2015). Cuando se presenta en pacientes mayores a tres años (Displasia Inveterada), la estructura anatómica de la cadera muestra un alto desplazamiento, insuficiencia del acetábulo y un aumento de la anteversión en la cabeza femoral (Dobashi *et al.*, 2006).

El tratamiento de la DDC en niños mayor de tres años es complicado, ya que se requiere de osteotomía pélvica para lograr una reducción concéntrica estable. Existen una amplia variedad de técnicas quirúrgicas diseñadas descritas para tratar la DDC. Sin embargo la técnica Dega, es una de las osteotomías que permite no solamente reorientar, sino también darle forma al acetábulo, por lo que, los cambios estructurales postquirúrgicos sobre el acetábulo pueden conducir, a cambios degenerativos articulares (pérdida de la congruencia esférica) (Dega, 1964, 1969, 1974; Butler *et al.*, 1991; Ozgur *et al.*, 2006; Lepistö *et al.*, 2008; Park *et al.*, 2008; Ohman *et al.*, 2011).

La tomografía computarizada 3D proporciona una visualización completa de la cadera, con la cual es posible hacer una reconstrucción, y con ello valorar la anteversión femoro-acetabular. Los modelos 3D permiten estimar la cobertura y medir la superficie y el volumen acetabular, con lo que se puede tener un diagnóstico más preciso, y de esta forma poder indicar un tratamiento adecuado para la displasia de cadera inveterada (Smetet *et al.*, 2000; Dandachli *et al.*, 2009; Jia *et al.*, 2012).

Es cierto, que ningún estudio cumple con la precisa y exacta posición del acetábulo al momento de la reconstrucción espacial de la pelvis. Las razones son: la falta de estándares, planos de referencia estables de la pelvis y un método de medición independiente basado en la antropometría (Pinoit *et al.*, 2007; Li *et al.*, 2009; Józwiak *et al.*, 2015; Larson *et al.*, 2015), donde se evaluó la maniobra empleada para el desplazamiento del fragmento (osteotomía), para evitar posiciones no deseadas del acetábulo, tales como una excesiva rotación externa, retroversión del acetábulo o una cobertura posterior insuficiente de la cadera (Zhao *et al.*, 2006).

4.1.2 Pregunta de Investigación

¿Se pueden identificar las modificaciones morfológicas y tomográficas del acetábulo operado vs el contralateral, así como su contraste?

4.1.3 Objetivo

Desarrollar un método para la medición del volumen acetabular de pacientes mayores de tres años con displasia del desarrollo de la cadera inveterada unilateral, por medio de Tomografía Computarizada (3D), postoperatoria que permitan observar cambios morfológicos y el contraste entre el acetábulo operado y el contralateral.

4.1.4 Hipótesis

La medición del volumen acetabular de los pacientes con TAC 3D muestra un aumento, contrastando el acetábulo operado y el contralateral.

4.2 Material y Métodos

Se realizó un estudio piloto, el cual se basó en criterios internos del instituto para la selección de los pacientes.

Los criterios para la selección fueron los siguientes: Pacientes de cualquier sexo mayor de tres años con cadera luxada no traumática y displasia acetabular, sin tratamiento médico ni quirúrgico previo e ingreso al protocolo de tratamiento con consentimiento informado firmado por sus tutores.

Se seleccionaron seis pacientes mayores de tres años con displasia del desarrollo de la cadera, operados con técnica Dega modificada en el periodo de 2003-2006; en el servicio de Ortopedia Pediátrica del Instituto Nacional de Rehabilitación.

Se revisaron las historias clínicas y los estudios tomográficos tridimensionales de la totalidad de los pacientes incluidos en el estudio. Este estudio se realizó utilizando imágenes obtenidas del sistema de información médica y telemedicina PACS-INR (*Picture and Communication System* del Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra).

El procedimiento quirúrgico consistió en miotomía del primer aductor, tenotomía de psoas por abordaje inguinal tipo Ludloff, diafisectomía varizante y desrotadora, reducción abierta por abordaje anterior de Smith-Petersen y acetabuloplastia tipo Dega, con seguimiento postoperatorio de dos años.

Se realizaron Tomografías Computarizadas, con un equipo Multicorte GE Light Speed de 64 cortes (GE Light Speed, General Electric Company, Fairfield, CT, EEUU), área azul con estación de trabajo y visualizadores de imagen.

Los criterios del estudio tomográfico consistieron en un estudio transversal, de estratificación interna (operado vs contralateral), descriptivo y de simulación diacrónica; de pacientes con cadera luxada no traumática y displasia acetabular unilateral operados con osteotomía Dega modificada (INR), edad mayor a tres años; con seguimiento postquirúrgico de dos años.

Se obtuvieron imágenes en formato DICOM a partir de un estudio tomográfico y se procesaron en el software Mimic's Innovation Suite (Materialise Inc. Leuven, Bélgica), versión 17. Se realizó una reconstrucción tridimensional de la pelvis para seleccionar la zona de trabajo. Por medio del software, se crearon puntos en el contorno y el interior del acetábulo como referencia, unidos a través de una línea; además de una esfera a partir de cuatro puntos seleccionados. (Figura 4.1)

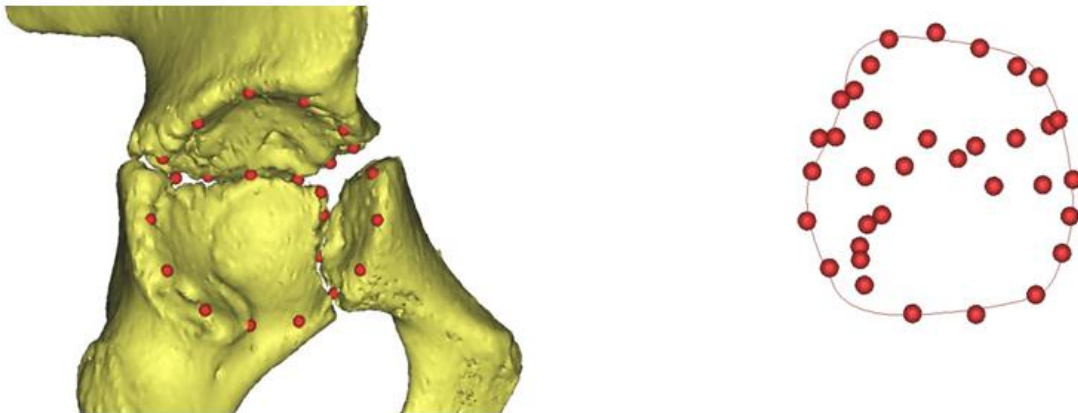


Figura 4.1 Creación de puntos en el contorno y en el interior del acetábulo como referencia para el análisis y medición del volumen. Mimic's 17

Posteriormente se realizó una operación booleana, con lo que se generó una esfera (objeto) con el interior del acetábulo (ilion, isquion y pubis) de manera detallada; se creó un plano, colocándolo por arriba de las tres crestas de la pelvis. (Figura 4.2)

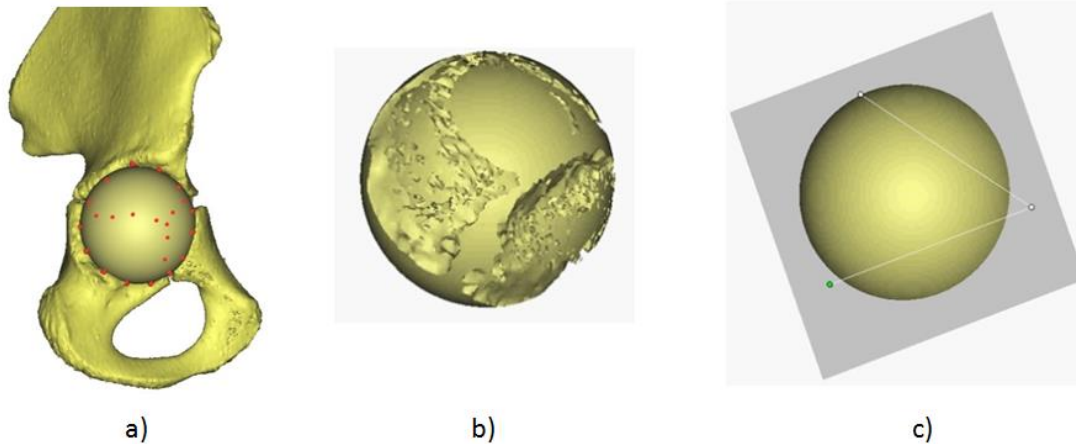


Figura 4.2 a) Creación de esfera a partir de cuatro puntos seleccionados de la circunferencia del acetábulo. Cobertura total del acetábulo. b) Operación booleana: resta de la imagen y de la pelvis, generación de objeto con interior del acetábulo. c) Creación de plano cubriendo las crestas del acetábulo triradiado. Mimic's 17

Se realizó un corte ortogonal a la esfera, manteniendo la parte correspondiente al interior del acetábulo. Se produjo una máscara de esta para seleccionar solamente la zona de interés (limpieza). (Figura 4.3)

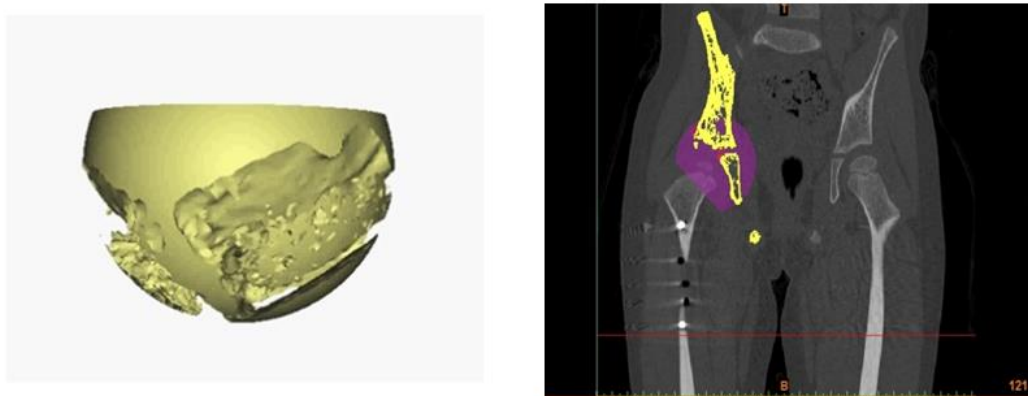


Figura 4.3 Corte de la esfera por medio del software y creación de máscara de la zona de limpieza. Mimic's 17

En la Figura 4.4 se muestra la limpieza del interior del objeto, la cual se realizó con la presencia del cirujano, para poder delimitar la zona que se debe limpiar y con la creación de polilíneas, para evitar la pérdida de información que afecte los resultados de la investigación. Por último, se midió el volumen del acetábulo.

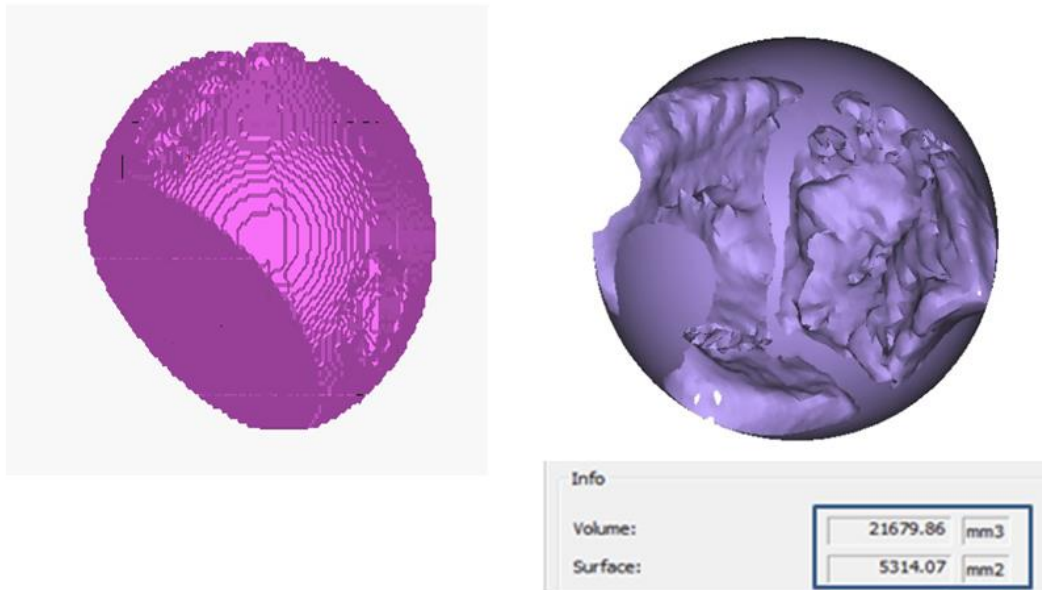


Figura 4.4 Limpieza del objeto resultante del corte ortogonal y medición del volumen por medio del software Mimic's 17.

Las mediciones realizadas al acetábulo fueron recopiladas y se desarrollaron pruebas estadísticas con el software Statgraphics Centurion (Statpoint Technologies, Inc., Warrenton, Virginia, EEUU) versión 16.1.11, la prueba de Kolmogorov-Smirnov fue aplicada para determinar la distribución de los datos.

Las diferencias entre los grupos para cada uno de los acetábulos (Operado vs Contralateral) y la edad de los pacientes al momento de la cirugía (tres años hasta seis años) se evaluaron como muestras independientes utilizando la prueba ANOVA multifactorial, la Comprobación de Varianza (Cochran's C) y de Kruskal-Wallis, para la comparación de los grupos, con un nivel de confianza del 95% y un error del 5%, además de un nivel de significancia de $p < 0.05$.

4.3 Resultados

Se observó que, en todos los casos de estudio, el volumen del acetábulo operado fue mayor que el acetábulo contralateral, la diferencia porcentual cambió dependiendo de la edad del paciente al momento de la cirugía, siendo más alta para el paciente de seis años, seguida de un paciente de tres años y el paciente de cinco años. (Tabla 4.1)

Tabla 4.1 Resumen de Medidas realizadas al volumen acetabular (operado vs contralateral)

Cirugía		Volumen (cm ³)		Diferencia	
Edad del paciente	Zona Afectada	Contralateral	Operado	cm ³	%
3	Izquierdo	12.82	13.95	1.12	8.81
3	Izquierdo	11.35	13.85	2.50	21.96
4	Izquierdo	14.75	16.24	1.48	10.04
4	Izquierdo	19.55	21.68	2.12	10.89
5	Derecho	17.05	19.75	2.70	15.79
6	Derecho	10.06	14.83	4.78	47.53

Los datos muestran una distribución normal. Los valores de P para cada elemento fueron mayores a 0.05. Se encontraron diferencias significativas en la prueba ANOVA multifactorial con un valor de P=0.006, las pruebas de comprobación de varianza (Cochran's) y Kruskal-Wallis fueron significativas con valor de P= 2.9252⁻⁸ y P= 0.00019 respectivamente.

Referente a la prueba Múltiple de Rangos (LSD 95%), no se encontró diferencia significativa entre el volumen acetabular operado y el contralateral con valor de P= 2.46; volumen operado y la diferencia porcentual (P= 2.45); volumen contralateral y diferencia porcentual (P= 4.91). (Figura 4.5)

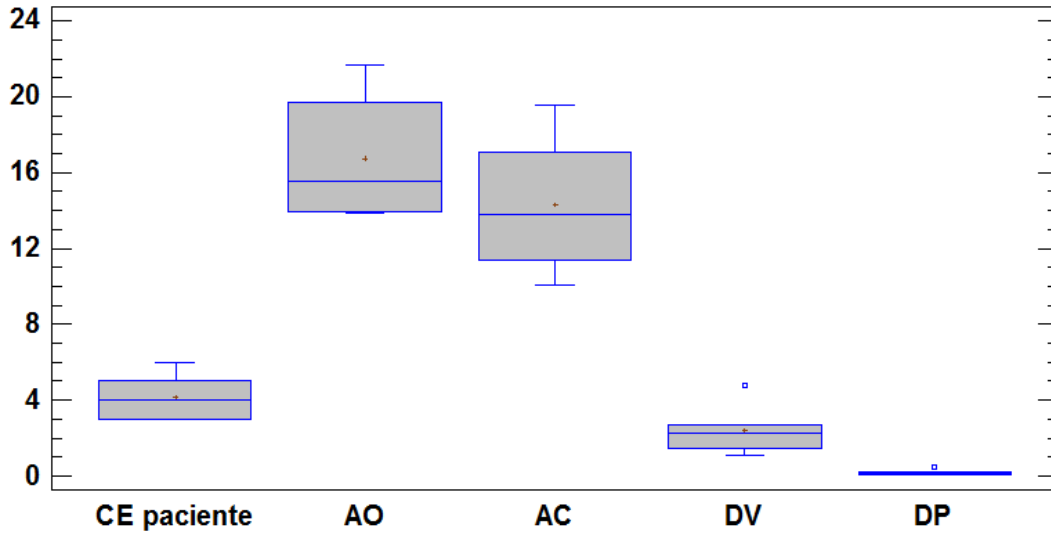


Figura 4.5 Gráfico de Cajas y Bigotes. Comparación de las muestras por medio del software. IC 95%. CE paciente: Cirugía-Edad del paciente, AO: Acetábulo Operado, AC: Acetábulo Contralateral, DV: Diferencia en Volumen, DP: Diferencia Porcentual. Statgraphics 16

4.4 Discusión

Los resultados obtenidos del método descrito en esta actividad corroboran lo descrito por Chung *et al.* (2006) y Ozgur *et al.* (2006), quienes encontraron que, en los pacientes con displasia del desarrollo de la cadera, la osteotomía tipo Dega incrementa el volumen acetabular aproximadamente en un 50%, reduciendo la presión intraarticular de la cabeza femoral.

La metodología presentada en esta investigación se basa únicamente en la evaluación de la geometría de las estructuras acetabulares, sin elementos como la cabeza y el cuello femoral o la ubicación del cartílago triradiado. Proporcionando elementos suficientes para el análisis morfológico postoperatorio de los pacientes con este tipo de padecimiento (Chung *et al.*, 2006).

En efecto, es necesario contar con estudios tomográficos prequirúrgicos para la realización de la técnica descrita, para poder comparar los acetábulos y los cambios morfológicos en el postoperatorio (Ozgur *et al.*, 2006). Una de las principales limitaciones de este estudio es el reducido número de pacientes, sería conveniente contar con una muestra mayor de pacientes para tener más sensibilidad y obtener resultados que sean estadísticamente significativos, así como poder identificar los factores determinantes para un diagnóstico y tratamiento más eficaz.

CONCLUSIONES.

1. Se revisó el estado del arte en relación a la incidencia tanto mundial como nacional de la displasia del desarrollo de la cadera. Es importante mencionar que se tienen dos tipos de luxación o displasia, temprana y tardía (inveterada). La DDC tardía, también se le llama persistente

La incidencia mundial de la DDC temprana es de 1.5 nacimientos por cada 1000. En México la incidencia es de 2 a 6 nacimientos por cada 1000, siendo una de las primeras causas de hospitalización en los servicios de ortopedia pediátrica de los centros e institutos de salud.

En relación a la DDC tardía o inveterada, la incidencia de pacientes de primera vez en los centros e institutos de salud es de 15%, aunque no se tienen cifras exactas de este padecimiento en edad avanzada. En la literatura no se tienen datos acerca de la incidencia de este padecimiento y en el INR, no se tiene una cifra exacta.

2. En relación a la anatomía, fisiología articular y la fisiopatología de la luxación o displasia de cadera que padecen los pacientes que ingresan al Instituto Nacional de Rehabilitación.

El acetábulo, la cápsula articular y el fémur proximal, junto con sus músculos y ligamentos, se encuentran alterados y se presentan cambios morfológicos propios de la edad de los pacientes, estos cambios se pudieron observar con el análisis de las tomografías 3D.

La información referente a este objetivo y su conclusión se presenta en los Capítulos I y II, así como en los Anexos del trabajo de investigación.

3. Los factores que afectan a los pacientes y que permiten la presencia de la DDC son:

- a) Factores genéticos. Si en la familia se tiene algún familiar que presentó DDC, se tiene un 25% de probabilidad de que otro familiar lo presente.
- b) Nacimiento. Al momento de nacer, si la presentación del neonato es pélvica y podálica (pompas y pies), el médico puede luxar la cadera.
- c) Enfermedades asociadas. Una de las enfermedades o padecimientos que pueden generar la presencia de DDC es el pie equino varo, donde se observa un acortamiento femoral.
- d) Relaxina y Micoplasma. Al momento del parto se relajan los músculos de la pelvis de la madre para que pueda nacer el niño y se liberan ciertas sustancias que permiten la presencia de la DDC. Se podría decir que se transmite de la madre al hijo.

4. En relación a la recopilación de los expedientes ingresados al INR con padecimientos de Luxación o Displasia del Desarrollo de la Cadera, el estudio se realizó con los expedientes de seis pacientes con displasia inveterada unilateral (estudio retrospectivo).

Se seleccionaron seis pacientes mayores de tres años con displasia del desarrollo de la cadera, operados con técnica Dega modificada en el periodo de 2003-2006; en el servicio de Ortopedia Pediátrica del Instituto Nacional de Rehabilitación.

Los criterios para la selección fueron los siguientes: Pacientes de cualquier sexo mayor de tres años con cadera luxada no traumática y displasia acetabular, sin tratamiento médico ni quirúrgico previo e ingreso al protocolo de tratamiento con consentimiento informado firmado por sus tutores.

Se revisaron las historias clínicas y los estudios tomográficos tridimensionales, este estudio se realizó utilizando imágenes obtenidas del sistema de información médica y telemedicina PACS-INR (Picture and Communication System del Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra).

5. El proceso que se realiza cuando el paciente ingresa al INR es el siguiente:

- a. El paciente ingresa al INR y si el diagnóstico es positivo. Se le realizan pruebas mecánicas y se corrobora por medio de una radiografía de la cadera, para identificar la magnitud de la lesión. En base a estos elementos, se realiza el procedimiento quirúrgico. (Figura 1.3)
- b. Con la radiografía realizada, el cirujano solo cuenta con un plano bidimensional, el cual no permite observar la cobertura de la cavidad acetabular y sus dimensiones, entonces se genera un problema, al momento de descender la cabeza femoral y el techo acetabular.

La metodología presentada en esta investigación (medición de TAC 3D) se basa únicamente en la evaluación de la geometría de las estructuras acetabulares, sin elementos como la cabeza y el cuello femoral o la ubicación del cartílago triradiado. Proporcionando elementos suficientes para el análisis morfológico postoperatorio de los pacientes con este tipo de padecimiento.

Con la realización de las mediciones de las tomografías se propone un cambio en el proceso realizado en el INR, además de la radiografía, se debe realizar una tomografía 3D y su análisis para contar con todos los elementos de imagen que sirvan de base tanto para el proceso quirúrgico como para la planeación de la cirugía.

6. En base al trabajo realizado para la estimación sistémica de parámetros para el diagnóstico y tratamiento de la luxación o displasia congénita de cadera, resultó que las Metodologías Sistémicas empleadas y los parámetros obtenidos, son herramientas que permiten el conocimiento general del caso de estudio.

La información anterior dio la pauta para desarrollar por medio de las Metodologías Sistémicas y el Modelo de Decisión Sistémico Cibernético, la estimación de parámetros para el diagnóstico y tratamiento de la DDC.

En primera instancia se hizo uso de la información recopilada en el estudio. Se realizaron tomografías de pacientes operados con osteotomía tipo Dega con seguimiento posquirúrgico de 2 años. En base a las tomografías obtenidas, se realizaron las mediciones de la cavidad acetabular por medio del Software de Diseño Mimics 17.

Por medio del software, se realizó un modelo tridimensional de la cavidad acetabular, además de realizó la limpieza de esta en presencia del cirujano, con la finalidad de no perder información útil para el procedimiento quirúrgico.

En segunda instancia, se obtuvieron elementos tanto de los pacientes y el desarrollo anterior, así como los elementos que permiten el desarrollo de este padecimiento.

Partiendo de estos elementos y con la aplicación de las Metodologías de Checkland y Stafford Beer, se desarrolló el *Modelo de Decisión Sistémico Cibernético*, el cual permite la solución de esta problemática.

La metodología empleada para la medición de las tomografías 3D es una solución viable para la mejora del procedimiento quirúrgico y la planeación futura de la cirugía, aunque sigue en discusión la utilización de la TAC 3D debido a la zona de radiación y la edad de los pacientes. Causando problemas en el aparato reproductor o presencia de cáncer en edad adulta.

Los resultados obtenidos del método descrito en esta actividad corroboran lo descrito por Chung *et al.* (2006) y Ozgur *et al.* (2006), quienes encontraron que, en los pacientes con displasia del desarrollo de la cadera, la osteotomía tipo Dega incrementa el volumen acetabular aproximadamente en un 50%, reduciendo la presión intraarticular de la cabeza femoral.

Debido a la edad de los pacientes al momento de la cirugía, este resultado es positivo ya que, con el procedimiento quirúrgico realizado en el Instituto, se evita la presencia de Necrosis Avascular o Isquemia en los pacientes.

RECOMENDACIONES

- Muestra mayor de pacientes para tener más sensibilidad y obtener resultados que sean estadísticamente significativos, así como poder identificar los factores determinantes para un diagnóstico y tratamiento más eficaz.
- Identificar los factores que permiten la presencia de este padecimiento, analizarlos y tratar de erradicar esta enfermedad en el futuro.
- Estudio tomográfico de los pacientes operados con esta técnica, en edad adulta para detectar cambios morfológicos de la cavidad acetabular y de la cabeza femoral.
- Impresión 3D de la pelvis, para la planeación prequirúrgica de los pacientes con DDC.

REFERENCIAS

1. Adv. Neonatal Care, W. B. 2003 Saunders, Barlow.
2. Adv. Neonatal Care, W. B. 2003 Saunders, Ortolani.
3. Akgül T., Göksan SB., Bilgili F., Valiyev N. and Hürmeydan ÖM., Radiological results of modified Dega osteotomy in Tönnis grade 3 and 4 developmental dysplasia of the hip. *Journal of Pediatric Orthopaedics B* 2014, Vol 23 No 4.
4. Alonso Palacio L., Isabel Escorcía de Vásquez. El ser humano como una totalidad. *Salud Uninorte. Barranquilla (Col.)*, 17: 3-8, 2003.
5. Aparicio Alonso M., ¿A quién se le debe realizar un ultrasonido de cadera y por qué? Detección oportuna y algoritmos de tratamiento. *Rev Mex Ortop Ped* 2013; 15(1); 9-13.
6. Artaza O., Hacia un Modelo de Atención en Salud común para México. *Boletín de Consultoría y Gestión del Consorcio de Salud Social de Cataluña*. 2013.
7. Athanasiou K. A., Agarwal A., and Dzida F. J., Comparative Study of the Intrinsic Mechanical Properties of the Human Acetabular and Femoral Head Cartilage. *Journal of Orthopaedic Research*, Vol. 12 No. 3. 340-349, 1994.
8. Babisch JW, Layher F, Amiot LP. The rationale for tilt-adjusted acetabular cup navigation. *J Bone Joint Surg Am*. 2008;90(2):357–65.
9. Barlow TG: Early diagnosis and treatment of congenital dislocation of the hip. *JBJS* 1962; 44B: 292.
10. Beary J.: *Cambell Cirugía ortopédica*. 9na ed. Madrid, Ediciones Harcourt Brace, 1998; 1021-1073
11. Bertalanfy LV, *General Systems Theory: Foundations Development Applications*, New York. Brasiller, 1968.
12. Bowen JR, Kotzias A. *Developmental Dysplasia of the hip*. Brooklandville: Data Trace Publishing Company; 2006. p. 47–52.
13. Carol LA. *Developmental dysplasia of the hip*. En: Song KM, editor. *Orthopaedic knowledge update: Pediatrics 4*. Rosemont IL: AAOS; 2011. p. 159-167.
14. Carpio Elías J., *Cirugía en las Alteraciones Ortopédicas de la Cadera*. XVI Jornada Científica de la Sociedad Española de Rehabilitación Infantil. Sevilla, 2011.

15. Carter CO, Wilkinson JA. Prime factors in the etiology of congenital dislocation of the hip. *J Bone Joint Surg.* 1963; 45(B):268-275.
16. Castañeda P., Pediatric hip dysplasia and evaluation with ultrasound. *Pediatric Health* (2009): 3(5): 465-472.
17. CEPAL-SERIE, 2000. Evolución y Reforma del Sistema de Salud en México.
18. Chung CY, Park MS, Choi IH, Cho TJ, Yoo WJ, Lee KM. Morphometric analysis of acetabular dysplasia in cerebral palsy. *J Bone Joint Surg (Br).* 2006;88(2):243–7.
19. Cotran R., Kumar V., Collins T., Patología Estructural y Funcional. Sexta Edición Editorial McGrawHill – Interamericana. México, 2001.
20. Cymet-Ramírez J, Álvarez-Martínez MM, García-Pinto G, Frías-Austria R, Meza-Vernis A, Rosales-Muñoz ME, Isunza-Ramírez A, Isunza-Alonso OD, Brito-Ramírez JA, Anaya-García M, Lizalde-Yañez A., El diagnóstico oportuno de la displasia de cadera. Enfermedad discapacitante de por vida. *Acta Ortopédica Mexicana* 2011; 25(5): Sep.-Oct: 313-322.
21. Dandachli W, Islam S U, Liu M, et al. Three-dimensional CT analysis to determine acetabular retroversion and the implications for the management of femoro-acetabular impingement. *J Bone Joint Surg (Br)* 2009; 91 (8): 1031-6.
22. Dávila J., Rodríguez M., Echeverría S., El IMSS en el Sistema Nacional de Salud. Situación actual, retos y propuestas de política. México: FCE, Editorial Alfil; 2012.
23. Daza N., Canaval H., La cadera luxable del recién nacido que sin tratamiento se estabiliza pronto, ¿es patológica o no?, *Entramado*, vol. 3, núm. 1, enero-junio, 2007, pp. 88-101.
24. De Luca PA. Developmental dysplasia of the hip. *Clin Developmental Med* 2003; 160: 47-58.
25. Delgado CE, Olin NJ, Cuevas OR. Displasia en el desarrollo de la cadera típica. *Boletín de Práctica Médica Efectiva*. Instituto Nacional de Salud Pública, México D. F., 2006: 1-6.
26. Dezateux C., Rosendahl K., Developmental Dysplasia of the hip. *Lancet* 2007; 369 (9572): 1541-52.
27. Dobashi E., Toshimitsu R., Mitsuro M., Carlo Milani, Sérgio Satoshi Kuwajima, Akira Ishida. Inveterate Dysplastic Hip – A Surgical Treatment. *Acta Ortop Bras* 14(4) – 2006.

28. Duncan S., Bogunovic L., Baca G., Schoenecker P., Clohisy J., Are There Sex-dependent Differences in Acetabular Dysplasia Characteristics? *Clin Orthop Relat Res* (2015) 473:1432–1439.
29. Elizondo C., El derecho a la protección de la salud”. *Salud Pública de México*. Marzo-abril 2007; 49: 144-155.
30. Engel, George L. (1977). "The need for a new medical model: A challenge for biomedicine". *Science* 196:129–136.
31. Esteve M. & Roca J., Calidad de vida relacionada con la salud: un nuevo parámetro a tener en cuenta. *Medicina Clínica*. 1997, 108, 458-459.
32. Flores A., Castañeda Leeder P., Tratamiento de la displasia del desarrollo de la cadera tipo Graf III y IV con el arnés de Pavlik. *Rev Mex Ortop Ped* 2010; 12(1); 19-23.
33. Flores N., Reporte de Experiencias Profesional “Intervención Psicológica de Pacientes Programados a Cirugía de Artrodesis de Rodilla”, México D. F., 2009.
34. Fujii M., Nakashima Y., Sato T., Akiyama M., Iwamoto Y., Coxa Profunda Indicate Increased Acetabular Coverage or Depth in Hip Dysplasia? *Clin Orthop Relat Res* (2012) 470:2827–2835
35. García A., Notas sobre la teoría general de sistemas, *Revista General de Información y Documentación*, Vol. 5 No. 1, Servicios Publicaciones UCM, Madrid. 1995.
36. Gelfer P, Kennedy KA. Developmental dysplasia of the hip. *Journal of Pediatric Health Care*. 2008; 22(5): 318-322.
37. Gómez Dantés y cols. Sistema de Salud de México. *Salud Pública Mex* 2011; 53 suplemento 2:S220-S232. (1)
38. Gómez O. y cols.et al. Sistema de salud de México. *Revista Salud Pública de México*. 2011; 53(2): p. S221. (2)
39. Gose S, Sakai T, Shibata T, Akiyama K, Yoshikawa H, Sugamoto K. Verification of the Robin and Graham classification system of hip disease in cerebral palsy using 3D computed tomography. *Dev Med Child Neurol*. 2011;53:1107–12.
40. Graf R. *Hip sonography: diagnosis and management of infant hip dysplasia*. 2.a ed. Heidelberg: Springer; 2006. p. 1-114.
41. *Gray’s Anatomy for Students*. Philadelphia: Churchill Livingstone/Elsevier, cop. 2010.

42. Grissom L., Harcke H., Thacker M., Imaging in the Surgical Management of Developmental Dislocation of the Hip. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, (2008), 446: 791-801.
43. Guevara C., Pietrobon R., Carothers JT., Olson SA., Vail TP., Comprehensive Morphologic Evaluation of the Hip in Patients with Symptomatic Labral Tear. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 453, pp 277-285, 2006.
44. Hansen BJ., Harris MD., Anderson LA., Peters CL., Weiss JA., Anderson AE., Correlation between radiographic measures of acetabular morphology with 3D femoral head coverage in patients with acetabular retroversion *Acta Orthopaedica* 2012; 83 (3): 233–239
45. Hensinger RN., Editorial. *The changing role of ultrasound in the management of developmental displasia of the hip. J. pediatric orthopedics. 15: 723, 1995.*
46. Humbert L., Carlioz H., Baudoin A., Skalli W., Mitton D., 3D Evaluation of the acetabular coverage assessed by biplanar X-rays or single anteroposterior X-ray compared with CT-scan. *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering* Vol. 11, No. 3, June 2008, 257–262.
47. Instituto Nacional de Salud Pública, México. *Displasia del Desarrollo de la Cadera (Luxación Congénita de Cadera)*. Volumen 2, número 8, 2000.
48. Jacob A., Francote M., Lossaw S., *Anatomía y Fisiología Humana*. Cuarta Edición Ed. Interamericana – McGrawHill. Madrid España, 1999.
49. Jaramillo Cardona M., *La descentralización en Salud en México. Avances y Retrocesos*. *Revista Gerencia y Salud*. 2007; 6(13): 85-11.
50. Jawish R., Khalife R., Ghorayeb J., Three-dimensional computed tomography analysis and anteversion study after periacetabular osteotomy of pelvis in children. *J Child Orthop*. 2007 December; 1(6): 357-363.
51. Jia J., Li L., Zhang L., Zhao Q., Wang E., Li Q., Can excessive lateral rotation of the ischium result in increased acetabular anteversion? A 3D-CT quantitative analysis of acetabular anteversion in children with unilateral developmental dysplasia of the hip. *J Pediatr Orthop*. 2011 Dec; 31 (8): 864-9.
52. Jia J., Li L., Zhang L., Zhao Q., Liu X., Three dimensional-CT evaluation of femoral neck anteversion, acetabular anteversion and combined anteversion in unilateral DDH in an early walking age group. *Int Orthop*. 2012 Jan; 36 (1):119-24. Epub 2011 Aug 21.

53. Jiang H., Miao W. S., Yuan H. J., Yu J. G., Three-dimensional CT imaging in the treatment of children's developmental dislocation of hip. *Zhongguo Gu Shang*. 2009 Jun; 22 (6): 460-2.
54. Józwiak M., Rychlik M., Musielak B., Chen BP., Idzior M., Grzegorzewski A., An accurate method of radiological assessment of acetabular volume and orientation in computed tomography spatial reconstruction. *BMC Musculoskeletal Disorders* (2015) 16:42.
55. Karnic A., Hip ultrasonography in infants and children. *Indian Journal of Radiology Imaging/November 2007/ Volumen 17/ Issue 4*.
56. Kelley SP., Bradley CS., Wedge JH., El manejo quirúrgico de la displasia del desarrollo de la cadera luxada. Técnica quirúrgica, optimizando los resultados y resultados a largo plazo. *Revista Mexicana de Ortopedia Pediátrica*, Vol. 15, Número 1, enero-junio 2013, pp. 32-39.
57. Klisic PJ: *Congenital dislocation of the hip. A misleading term. Brief Report. J.Bone Joint Surg, 71-B, 136, 1989.*
58. Lembeck B, Mueller O, Reize P, Wuelker N. Pelvic tilt makes acetabular cup navigation inaccurate. *Acta Orthop*. 2005;76(4):517–23.
59. Li L., Zhang L., Zhao Q., Wang E., Measurement of Acetabular Anteversion in Developmental Dysplasia of the Hip in Children by Two- and Three-dimensional Computed Tomography *Journal of International Medical Research*. 2009; 37: 567-575.
60. López E., Carillo H., Gutiérrez M., Dega versus salter osteotomy for the treatment of developmental dysplasia of the hip. *J Pediatr Orthop B* (2008) 17:213–221.
61. López FH., Displasia del desarrollo de la cadera, DDC (antes luxación congénita de la cadera). *Rev Mex de Puericultura y Pediatría* 1997; 5 (21):125-129.
62. Mahan S., Katz J., Kim Y., To Screen or Not to Screen? A Decision Analysis of the Utility of Screening for Developmental Dysplasia of the hip. *J Bone Joint Surg Am*. 2009; 91: 1705-19.
63. Malagón V: *Displasia de la cadera. Un término controvertido*. Volumen. 12, No. 1, abril de 1998.
64. Manual de Guías Clínicas del Servicio de Ortopedia Pediátrica. Instituto Nacional de Rehabilitación, 2012.

65. Mazumder ND. Developmental dysplasia of the hip in essentials of pediatric orthopaedics. New Delhi: Jaypee Brothers; 2007. p. 137-67.
66. Morin, 1994. Introducción al pensamiento complejo. Barcelona. Editorial Gedisa.
67. Moore KL, Dalley A. Anatomía con Orientación Clínica. Quinta Edición. Ed. Médica Panamericana, México 2008.
68. Organización Mundial de la Salud (OMS), 1948. Concepto de Salud y Enfermedad.
69. Ortega F. X., Displasia del Desarrollo de la Cadera. Rev. Med. Clin. Condes - 2013; 24(1) 37-43.
70. Ortolani M., "Un segno poco noto e sua importanza per le diagnosi precoce di prelusazione Congenita della anca. La Pediatria, 1937, 45: 129 – 135.
71. Pacheco E., Bronzatto E., Martins G., Reis F., Pereira I., Caserta N., Campinas, Evaluation of three ultrasound techniques used for the diagnosis of developmental dysplasia of the hip (DDH), Electronic Presentation Online System. DOI: 10.1594/ecr2012/C-2049.
72. Pérez TR. Principios de Patología. Tercera Edición Ed. Panamericana. México, 1990.
73. Peterson JB., Meng JD., Bomar JD., Wenger DR., Pennock AT., Upasani VV., Sex Differences in Cartilage Topography and Orientation of the Developing Acetabulum: Implications for Hip Preservation Surgery. Clin Orthop Relat Res. 2014.
74. Pinoit Y, May O, Girard J, Laffargue P, Ala Eddine T, Migaud H. Low accuracy of the anterior pelvic plane to guide the position of the cup with imageless computer assistance: variation of position in 106 patients. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot. 2007;93(5):455–60.
75. Rampal V, Klein C, Arellano E, Boubakeur Y, Seringe R, Glorion C, et al. Outcomes of modified Dega acetabuloplasty in acetabular dysplasia related to developmental dislocation of the hip. Orthop Traumatol Surg Res 2014; **100**(2):203-7.
76. 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 [Am]* 1976; 58-A: 1000-4.
77. Rodríguez JC. *La cadera congénita. Usuario Pediátrico H. Infantil Lorencita Villegas de Santos*. Ed. Celsus. 6ª Ed; 1998.

78. Roposch A, Wrigt J. Increased diagnostic information and Understanding disease: Uncertainty in the diagnosis of developmental hip dysplasia. *Radiology*. 2007; 242 (2): 355-358.
79. Rosselli P, Duplant J, Uribe I, Zurriago C.: *Ortopedia infantil*. 1ra ed. Colombia, Editorial Panamericana, 2005; 151-163.
80. Sales de Gauzy J., Pelvic reorientation osteotomies and acetabuloplasties in children. Surgical technique. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research* (2010) **96**, 793—799.
81. Salter RB. Role of innominate osteotomy in the treatment of congenital dislocation and subluxation of the hip in the older child. *J Bone Joint Surg* 1966 ; 48-A : 1413-1439.
82. Sánchez P., Helo F., Procedimiento tipo DEGA por doble abordaje. *Revista Colombiana de Ortopedia y Traumatología*. Volumen 18 - No. 3, septiembre de 2004.
83. Secretaría de Salud (SS). Diagnóstico y Tratamiento oportuno de la Displasia en el Desarrollo de la Cadera. SSA 91-08. 2008.
84. Shipman SA, Helfand, M., Moyer, V. A., Yawn, B. P. Screening for developmental dysplasia of the hip: a systematic literature review for the US Preventive Services Task Force. *Pediatrics*, 2006; 117 (3), e557-e576.
85. Smet MH., Marchal GJ., Baert AL., Hoe VL., Cleynenbreugel JV., Daniels H., Molenaers G., Moens P., Fabry G., Three-dimensional imaging of acetabular dysplasia: diagnostic value and impact on surgical type classification. *European Journal of Radiology* 34 (2000) 26–31.
86. Sobotta J., *Atlas de Anatomía Humana*. Tomo 1, Vigésimas Edición Ed. Panamericana. Madrid España, 1994.
87. Sociedad Española de Sistemas Generales, 2018.
88. Staheli L.: *Ortopedia pediátrica*. 1ra ed. Madrid, Ediciones Marbán, 2003; 129-156.
89. Tallroth K., Lepistö J., Computed tomography measurement of acetabular dimensions. *Acta Orthopaedica* 2006; 77 (4): 598-602.
90. Tannast M, Hanke M, Zheng G, Steppacher S, Siebenrock K. What are the radiographic reference values for acetabular under - and overcoverage? *Clin Orthop Relat Res* 2015; **473**(4):1234-46.

91. Thomas SR, Wedge JH, Salter RB. Outcome at forty-five years after open reduction and innominate osteotomy for late-presenting developmental dislocation of the hip. *J Bone Joint Surg Am.* 2007; 89(11): 2341-2350.
92. Tortora G, Grabowski S. Principios de Anatomía y Fisiología. Tercera Edición. Editorial Harcourt Brace. Madrid, España 1999.
93. Trujillo Satow A., Análisis Tomográfico Volumétrico de las Condiciones Acetabulares en Pacientes con DDC Inveterada Unilateral Operados con Técnica Tipo DEGA. Estudio Piloto. Facultad de Medicina. Secretaría de Salud. Instituto Nacional de Rehabilitación. 2013.
94. Ucrós S, Caicedo A, Llano G.: Guías de pediatría práctica basadas en la evidencia. Colombia, Ediciones Panamericana, 2003; 325-336.
95. Wedge JH, Kelley SP. Strategies to improve outcomes from operative childhood management of DDH. *Orthop Clin North Am.* 2012; 43(3): 291-299.
96. Wilkinson JA: *Prevention of developmental dysplasia of the hip. J. Pediatric Orthopedics, part B, 2, 122, 1994.*

APORTACIONES

A.1 Ponencia presentada en 58th ISSS Annual Meeting George Washington University Business School, Fungler Hall, Washington, DC, USA, July 27 to August 1, 2014.

ISSS Journals - 58th Meeting

HOME ABOUT LOGIN REGISTER SEARCH CURRENT ARCHIVES ANNOUNCEMENTS

Home > Proceedings of the 58th Meeting of ISSS, Washington DC, USA, July 2014 > Araujo

Systemic Parameter Estimation for the Diagnosis and Treatment of Developmental Dysplasia of the Hip in Children

Benjamín Araujo, Luis Manuel Hernández Simón, Victor Manuel Dominguez Hernández

Abstract

The human being is a complex entity as such has a set of features that makes it different compared to other living beings. The bio -psycho- social conception of the human being is part of systems thinking: a totality organized by a number of interrelated and interdependent entities.

From its origins science has tried to explain reality and seek control of those natural and transcendental phenomena that take place in it: the life, illness and death.

Disease and / or medical conditions affecting the health of people for settlement have developed models, techniques and tools to use the response time decreases. These have evolved into a transition aimed not only significantly prolong the years of life and survival of a patient, but also the well-being or quality of life related to health, which refers to the consequences of disease or treatment on physical , emotional and social wellbeing of a person. The change in the health model allows reviewing the definition of health and health care.

Practically, this model argues that health systems should consider this continuum of biological, psychological and social factors at diagnosis and establishment of treatment which will help to effectively manage the process of health and illness in a person, covering the evolution, the course of illness and recovery and/or rehabilitation of the individual.

As medicine has evolved, have been discovered diseases that affect the health of people and produce both partial and total in these conditions, preventing the development of skills and attitudes within society.

Within the range of diseases and/or conditions are those that damage the lower or hind limb of the human body (hip).

<http://journals.iss.org/index.php/proceedings58th/article/view/2288>

A.2 Artículo Publicado: Análisis Tomográfico de la Superficie Acetabular en la Displasia del Desarrollo de la Cadera en niños. Científica, vol. 21, núm. 2, pp. 91-97, julio-diciembre 2017. ESIME Instituto Politécnico Nacional México.

Científica, vol. 21, núm. 2, pp. 91-97, julio-diciembre 2017.
e-ISSN en trámite, ISSN 1665-0654, ESIME Instituto Politécnico Nacional MEXICO

Análisis tomográfico de la superficie acetabular en la displasia del desarrollo de la cadera en niños

Benjamín Araujo-Monsalvo¹
Luis Manuel Hernández-Simón¹
Víctor Manuel Domínguez-Hernández^{2,3}
Víctor Manuel Araujo-Monsalvo²
Ramiro Cuevas-Olivo⁴
Alejandro Trujillo-Satow⁴
Elisa Martínez-Coria⁵
Martín Luna-Méndez⁵

¹Instituto Politécnico Nacional
Sección de Estudios de Posgrado e Investigación
Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
MÉXICO.

Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra
²Laboratorio de Biomecánica
³Servicio de Ortopedia Pediátrica
⁴Servicio de Tomografía Computada
Calz. México-Xochimilco No. 289, Col. Arenal de Guadalupe,
Delegación Tlalpan, Ciudad de México, CP 14389.
MÉXICO.

⁵Tecnológico de Monterrey
Campus Ciudad de México.
MÉXICO.

correos electrónicos (emails): araumonb@yahoo.com.mx
lmhernan10@hotmail.com
vdominguez@inr.gob.mx
vicaraujom@yahoo.com.mx
ramirocuevas@yahoo.com.mx
drtrujillosatow@yahoo.com
emartinez@inr.gob.mx
martyn.luna@hotmail.com

Recibido 13-12-2016, aceptado 28-04-2017.

Abstract

(Tomographic Analysis of the Acetabular Surface in Developmental Dysplasia of the Hip in Children)

Developmental Dysplasia of the Hip is pathology of multifactorial etiology, where we must understand the anatomy, acetabular abnormalities, as well as its reconstruction and the analysis of the acetabular surfaces by means of imaging techniques. Therefore, a tomographic study is required in these patients, in order to analyze the surface of the acetabulum and the possible recovery of the operated acetabular cavity. CT scans of 10 patients were analyzed using design software. Significant difference (operated vs healthy) was obtained in patients of three years of age, 15.1 +/- 8.4 mm over acetabular surface. At two years postoperative, the mean acetabular surface of the operated side was 14.3 +/- 10.7 mm greater than the healthy one. At four years postoperative, the operated side had 16.0 +/- 13.1 mm more than the healthy one. As the age of surgery increased, the difference in acetabular surface area decreased significantly. It is clear that the proposed measurement technique is able to identify differences between acetabular surfaces (operated and healthy). The clinical follow-up of these patients will be able to validate the results obtained and will serve to estimate the efficacy of the surgical technique applied.

Index terms: hip dysplasia, tomography, three-dimensional reconstruction, acetabular volume.

Título: Análisis Tomográfico de la Superficie Acetabular en la Displasia del Desarrollo de la Cadera en niños

Title: Tomographic Analysis of the Acetabular Surface in Developmental Dysplasia of the Hip in Children

Autores:

Benjamín Araujo Monsalvo ¹ .	araumonb@yahoo.com.mx
Luis Manuel Hernández Simón ¹ .	lmhernan10@hotmail.com
Víctor Manuel Domínguez Hernández ^{2,3} .	vdominguez@inr.gob.mx
Víctor Manuel Araujo Monsalvo ² .	vicaraujom@yahoo.com.mx
Ramiro Cuevas Olivo ⁴ .	ramirocuevas@yahoo.com.mx
Alejandro Trujillo Satow ⁴ .	drtrujillosatow@yahoo.com
Elisa Martínez Coria ⁵ .	emartinez@inr.gob.mx
Martín Luna Méndez ⁵ .	martyn.luna@hotmail.com

¹ Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Instituto Politécnico Nacional.

² Laboratorio de Biomecánica, Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra.

³ Departamento de Bioingeniería, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Ciudad de México.

⁴ Servicio de Ortopedia Pediátrica, Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra.

⁵ Servicio de Tomografía Computada, Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra.

Autor Correspondiente:

Dr. Víctor Manuel Domínguez Hernández

Laboratorio de Biomecánica, Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra. Calz. México-Xochimilco No. 289, Col. Arenal de Guadalupe, Delegación Tlalpan, Ciudad de México, CP 14389. México. Tel (+52) (55) 5999-1000 ext. 16166. Fax (+52) (55) 5603-9127. *E-Mail:* vdominguez@inr.gob.mx

1. Resumen

La visualización de la superficie acetabular de la cadera mediante tomografía en pacientes con displasia de cadera, evidencia de manera más exacta la anatomía del acetábulo, permitiendo la reconstrucción tridimensional, y así comprender mejor las anomalías en los niños. Por lo que se requiere realizar un estudio tomográfico en estos pacientes, con el objetivo de analizar la superficie del acetábulo y la posible recuperación de la cavidad acetabular operada. Se analizaron tomografías de 10 pacientes por medio de un software de diseño. Se obtuvo diferencia significativa (operado vs sano), en pacientes de tres años de edad, 15.1 ± 8.4 mm más de superficie acetabular. Con dos años de postquirúrgico, la superficie acetabular media del lado operado fue 14.3 ± 10.7 mm mayor respecto al sano. A los cuatro años de postquirúrgico, el lado operado tuvo 16.0 ± 13.1 mm más respecto al sano. Al aumentar la edad de cirugía, la diferencia de la superficie acetabular fue disminuyendo significativamente. Es claro que la técnica de medición propuesta es capaz de identificar diferencias entre superficies acetabulares (operado y sano). El seguimiento clínico de estos pacientes podrá validar los resultados obtenidos y servirá para poder estimar la eficacia de la técnica quirúrgica aplicada.

Palabras Clave: Displasia de la cadera, Tomografía, Reconstrucción tridimensional, Volumen acetabular.

2. Abstract

The display surface of the acetabular hip by CT in patients with hip dysplasia, evidence more accurately the anatomy of the acetabulum, allowing three-dimensional reconstruction and thus better understand the abnormalities in children, it is necessary to perform a tomographic study in these patients, with the objective of analyzing the surface of the acetabulum and the possible recovery of the operated acetabular cavity. CT scans of 10 patients were analyzed by a software design. Significant difference was obtained (operated vs healthy) in patients three years of age, 15.1 ± 8.4 mm over acetabular surface. With two years of post-op, the surface acetabular average 14.3 ± 10.7 mm higher compared to the healthy. At four years post-surgery, the operated side was 16.0 ± 13.1 mm more than the healthy. With increasing age of surgery, unlike the acetabular surface it was decreasing significantly. It is clear that the proposed measurement technique is able to identify differences between acetabular surfaces (operated and healthy). The clinical monitoring of these patients can validate the results and will serve to estimate the effectiveness of the surgical technique applied.

Keywords: Hip dysplasia, Tomography, Three-dimensional reconstruction, Acetabular volume.

3. Introducción

El ser humano es una entidad compleja, como tal tiene un conjunto de características que lo hace diferente en comparación con los otros seres humanos. La concepción bio-psico-social del ser humano forma parte del pensamiento sistémico: una totalidad organizada por diversas entidades interrelacionadas e interdependientes entre sí [14].

Las enfermedades y/o padecimientos médicos afectan la salud de las personas, para su solución se han desarrollado técnicas y herramientas que al utilizarlas se disminuye el tiempo de respuesta. Estas han evolucionado hacia una transición, dirigida tanto a prolongar los años de vida, o sobrevida de un paciente, como al bienestar o *calidad de vida* relacionada con la salud [19].

Dentro de la gama de enfermedades musculoesqueléticas del tronco (pelvis), se encuentra la displasia del desarrollo de la cadera (DDC) [2]. La displasia del desarrollo de la cadera, es una patología de etiología multifactorial, tanto por predisposición genética como por factores mecánicos intrínsecos y extrínsecos. En el cual el acetábulo, la cápsula articular y el fémur proximal, junto con sus músculos y ligamentos, se encuentran alterados [18].

La incidencia de la DDC a nivel mundial es de 1.5 por mil recién nacidos. En México, la incidencia de DDC es de 2 a 6 por mil nacidos vivos y es la primera causa de hospitalización en los departamentos de ortopedia pediátrica a nivel nacional [1].

Para su diagnóstico se tiene la exploración física intencionada mediante la prueba de Ortolani [2] y la maniobra de Barlow, que se realiza en los primeros meses de vida [1, 17].

La ecografía dinámica surge como una técnica de imagen para corroborar o descartar el diagnóstico observado en las maniobras. El ultrasonido ayuda al diagnóstico en los niños menores de cinco meses, pero la radiografía de la pelvis es más útil en lactantes y niños. La Artrografía, la Tomografía Computada y la Resonancia Magnética también pueden ser útiles [4, 14, 15].

El manejo quirúrgico de la displasia del desarrollo de la cadera luxada es técnicamente demandante y existen varias opciones quirúrgicas que han demostrado buenos resultados. La reducción cerrada (falló del arnés de Pavlik), reducción abierta y osteotomía de ilíaco (osteotomía de Salter) [5, 16], Acetabuloplastia de Pemberton y/o Chiari, osteotomías cotilo (acetabuloplastias): Shelf, Degas, Ganz, Klisic [3, 7, 11, 21].

Además de la DDC temprana, se tiene la DDC Inveterada, que se presenta en pacientes mayores de tres años de edad, quienes no han recibido ningún tipo de tratamiento previo (conservador y/o quirúrgico) [6, 22].

En los pacientes que presentan DDC inveterada, las dificultades y objetivos del tratamiento a los que se enfrenta el cirujano no son los mismos que en la DDC temprana, ya que existen cambios morfológicos y biomecánicos específicos [22].

En los niños mayores los músculos, tendones y capsula articular de la cadera se tensan durante y después del tratamiento, lo cual puede inducir isquemia y necrosis avascular (NA) de la cabeza femoral [12].

Los pacientes con DDC inveterada son pacientes que presentan dolor y una disminución importante de la capacidad para desarrollar sus actividades cotidianas. Destinados a presentar una artrosis temprana de la cadera, lo cual terminara por disminuir su capacidad de llevar a cabo una vida adulta normal [13, 18].

Debido a la edad del paciente y su morfología, la tomografía axial computada surge como una opción para la visualización de manera tridimensional de la cadera [10, 18].

En la cual podemos observar y realizar una reconstrucción de esta. La ecografía o radiografía en este tipo de pacientes solo permiten una visualización en dos dimensiones, en donde solamente se visualiza y se realizan mediciones referentes a los ángulos de la cavidad acetabular de la cadera [10, 18].

La visualización de la superficie acetabular de la cadera, mediante tomografía axial computada 3D, en pacientes mayores de tres años con displasia inveterada evidencia de manera más exacta la anatomía de esta, permitiendo así la reconstrucción tridimensional, provee información más detallada de la anatomía con displasia, pudiendo así ayudar a comprender mejor las anormalidades en los niños [8-10, 17, 20].

Por lo anterior, surge la necesidad de realizar tomografías axiales computadas (TAC 3D) de la cadera de pacientes con displasia del desarrollo de la cadera que ingresan al Instituto Nacional de Rehabilitación, con el objetivo de medir, analizar la totalidad de la superficie del acetábulo, así como contar con elementos propios del paciente para la mejora en el diagnóstico y tratamiento quirúrgico de este padecimiento.

4. Desarrollo

Se realizó un estudio piloto, el cual se basó en criterios internos del instituto para la selección de los pacientes. Los cuales fueron: Pacientes de cualquier sexo mayor de tres años, con cadera luxada no traumática y displasia acetabular, sin tratamiento médico ni quirúrgico previo, e ingreso al protocolo de tratamiento con consentimiento informado firmado por sus tutores. (Figura 1)

Se seleccionaron diez pacientes mayores de tres años con displasia del desarrollo de la cadera, operados con técnica Dega modificada en el periodo de 2003-2006; en el servicio de Ortopedia Pediátrica del Instituto Nacional de Rehabilitación.

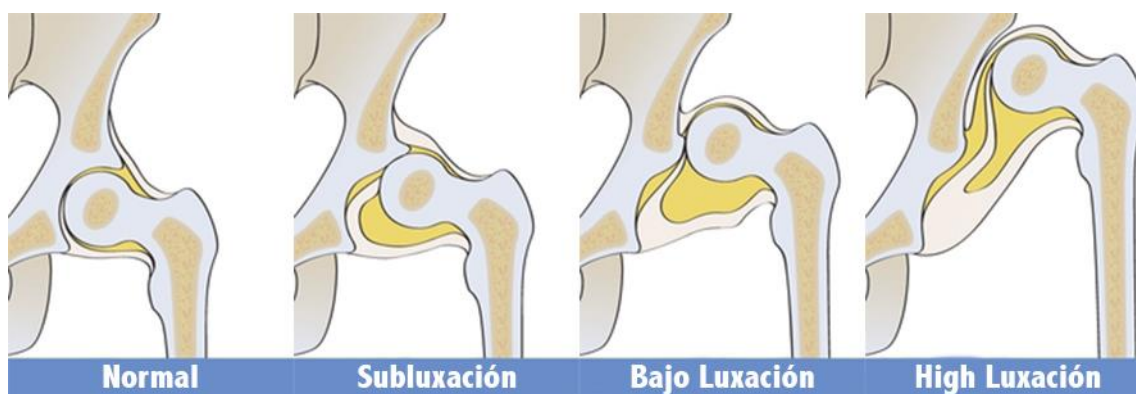


Figura 1. Displasia del desarrollo de la Cadera. Instituto Internacional de Displasia de Cadera (IHDI.org) 2015.

Se revisaron las historias clínicas y los estudios tomográficos tridimensionales de la totalidad de los pacientes incluidos en el estudio. Este estudio se realizó utilizando imágenes obtenidas del sistema de información médica y telemedicina PACS-INR (Picture and Communication System del Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra).

El procedimiento quirúrgico consistió en miotomía del primer aductor, tenotomía de psoas por abordaje inguinal tipo Ludloff, diafisectomía varizante y desrotadora, reducción abierta por abordaje anterior de Smith-Petersen y acetabuloplastia tipo Dega, con seguimiento postoperatorio de dos años. (Figura 2)

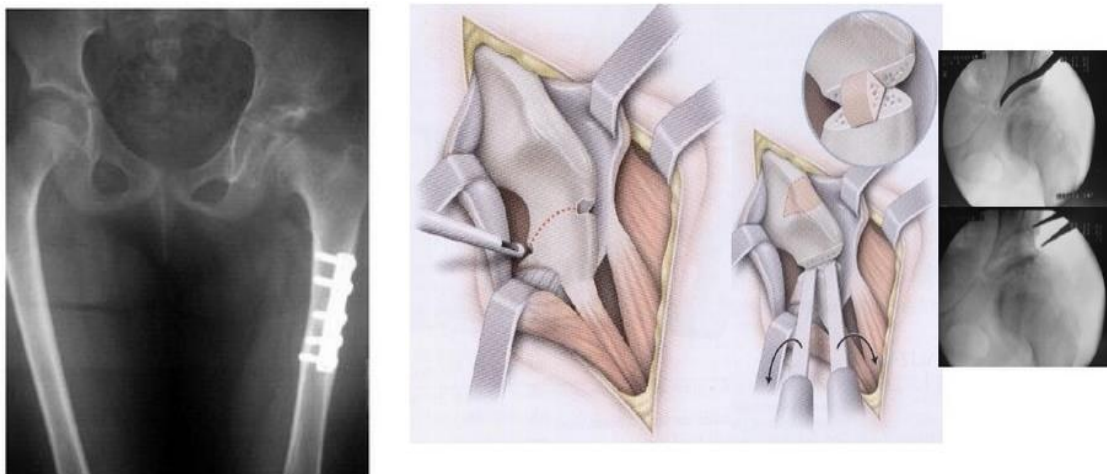


Figura 2. Procedimiento quirúrgico realizado a los pacientes del Instituto Nacional de Rehabilitación. Instituto Internacional de Displasia de Cadera (IHDI.org) 2015.

Se realizaron Tomografías Computarizadas, con un equipo Multicorte GE Light Speed de 64 cortes (General Electric Company, Fairfield, CT, EEUU), área azul con estación de trabajo y visualizadores de imagen. (Figura 3)



Figura 3. Tomografía y reconstrucción tridimensional. Software Mimic's Innovation Suite (Materialise Inc. Leuven, Bélgica), versión 17.

Los criterios del estudio tomográfico consistieron en un estudio transversal, de estratificación interna (operado vs contralateral), descriptivo y de simulación diacrónica; de pacientes con cadera luxada no traumática y displasia acetabular unilateral operados con osteotomía Dega modificada (INR), edad mayor a tres años; con seguimiento postquirúrgico de dos años.

Se obtuvieron imágenes en formato DICOM a partir de un estudio tomográfico y se procesaron en el software Mimic's Innovation Suite (Materialise Inc. Leuven, Bélgica), versión 17. Se seleccionó y generó una máscara para el ilion, isquion y pubis; así como la cabeza femoral. Se realizó una reconstrucción tridimensional para seleccionar la zona de trabajo.

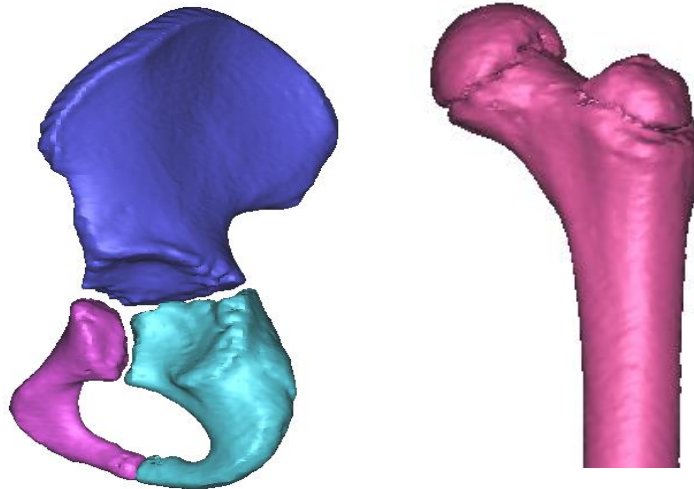


Figura 4. Reconstrucción tridimensional de la pelvis para su edición, análisis y medición.

Por medio del software, se realizó la selección y edición de cada zona tridimensional (ilion, isquion y pubis; cabeza femoral), para su limpieza y obtención de la superficie acetabular. Los parámetros de limpieza fueron seleccionados en conjunto con el médico especialista. Los límites y la zona de medición fue dada por el contacto de la cabeza femoral en cada parte de la pelvis.

Posteriormente, se delimitó la zona de contacto, y por medio del software se crearon líneas de medición para cada parte de la pelvis, las cuales se vaciaron en una base de datos. (Figura 4)

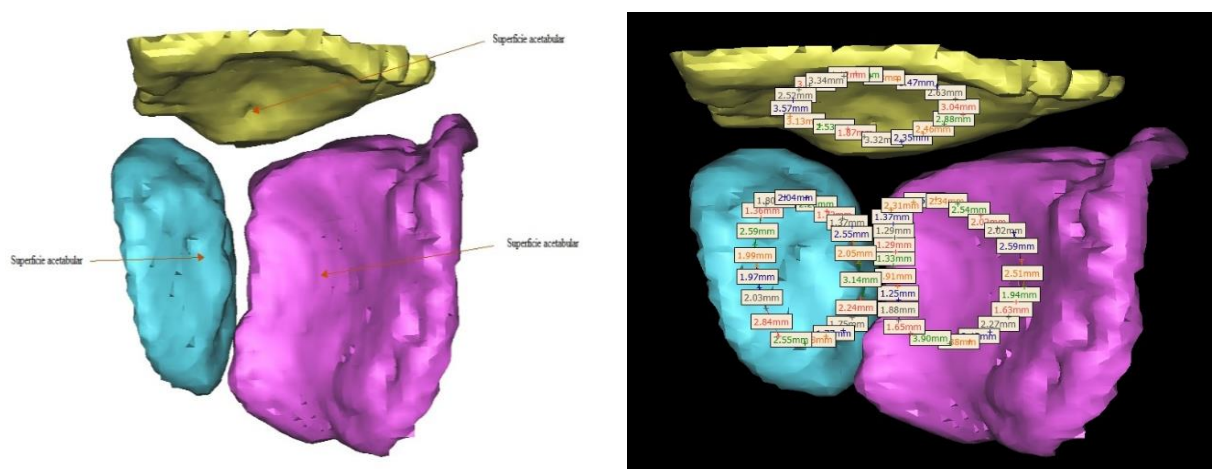


Figura 4. Limpieza de la tomografía, para la medición de la superficie acetabular por medio del software. Creación de Puntos y Líneas. Medición de la superficie acetabular

Las mediciones realizadas al acetábulo fueron recopiladas, y se desarrollaron pruebas estadísticas con el software Statgraphics Centurion (Statpoint Technologies, Inc., Warrenton, Virginia, EEUU) versión 16.1.11, la prueba de Kolmogorov-Smirnov fue aplicada para determinar la distribución de los datos.

Se aplicó el modelo general lineal univariante para contrastar las medias de las diferencias entre lado operado vs sano (Tabla 1), a través de una ANOVA de dos factores ya que se tomó en cuenta simultáneamente el grupo de edad al momento de la cirugía y el grupo del tiempo de seguimiento a 2 y 4 años.

Tabla 1. Variables de estudios.

V	TIPO	M	O
VI. Edad	Cuantitativa Discreta	Años Cumplidos	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
VI. Género	Cualitativa Nominal	Masculino – Femenino	M - F
VI. Lado	Cualitativa Nominal	Izquierdo – Derecho	I - D
VD. TAC 3D PO 2, 4, 6 años	Cuantitativa Discreta	Superficie Acetabular	mm

V: Variables, VI: Variable Independiente, VD: Variable Dependiente, M: Medición, O: Operación.

5. Resultados

Se obtuvieron las mediciones de superficie acetabular operado vs sano. (Tabla 2) Se observó diferencia significativa entre el acetábulo operado y el sano (edad de la cirugía) con valor $P=0.03$, en los pacientes con edad de tres años, se obtuvo una superficie postquirúrgica mayor en el acetábulo operado respecto al acetábulo sano, con valor de 15.1 ± 8.4 mm. A mayor edad del paciente, la superficie acetabular (operado vs sano) disminuye. (Figura 5)

Tabla 2. Mediciones de superficie acetabular. Operado vs sano.

Cirugía	PS 2 años			PO 2 años			PS 4 años			PO 4 años		
	S1	S2	S3	O1	O2	O3	S1	S2	S3	O1	O2	O3
3 años	70	72	68	113	70	70	79	60	70	110	73	73
4 años	76	75	74	79	80	79	84	63	57	90	70	65
5 años	112	99	100	82	80	90	119	70	78	85	65	70
6 años	154			103			147			99		

S: Sano. O: Operado. Seguimiento: 2 años (2s) y 4 años (4s). PS: Paciente sano. PO: Paciente operado

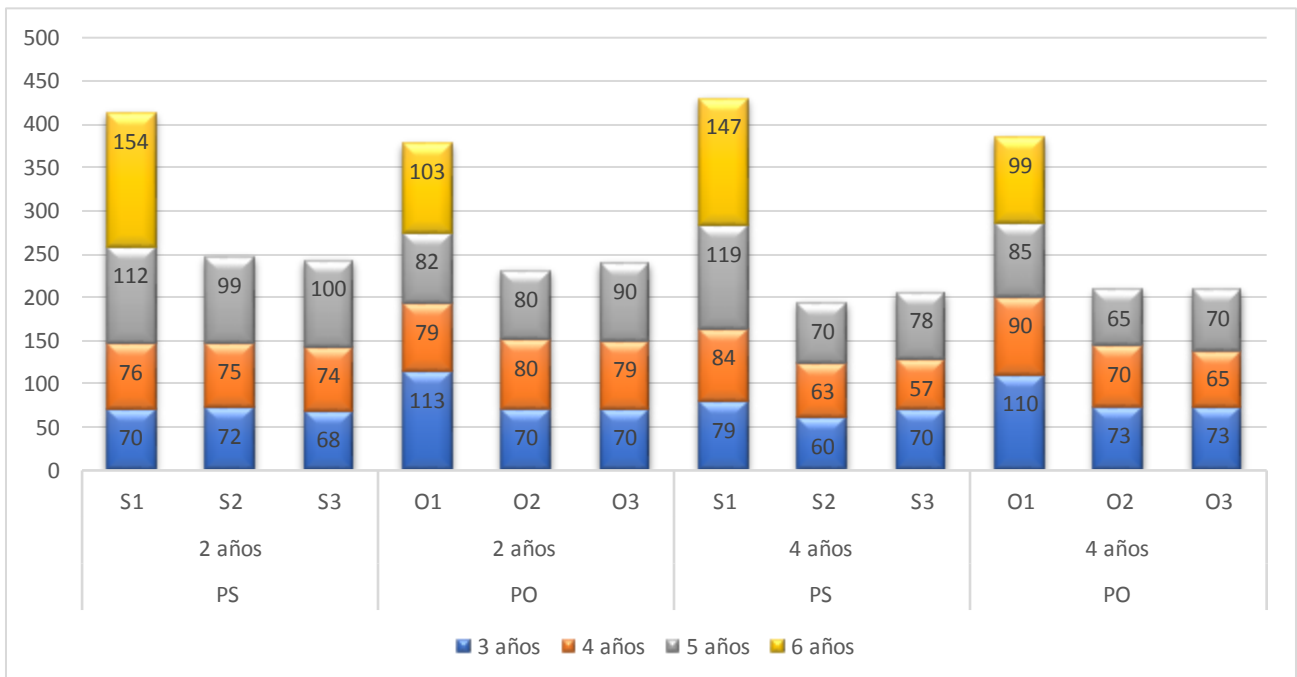


Figura 5. Comparación de superficie acetabular (sano vs operado).

Al tomar en cuenta el tiempo de seguimiento postquirúrgico y, simultáneamente, la edad de la cirugía (ver Tabla 3); en los niños que han cumplido 2 años de postquirúrgico y que fueron operados a los 3 años de edad, la superficie acetabular media del lado operado fue 14.3 +/- 10.7 mm mayor respecto al sano, repitiéndose el patrón anterior: a mayor edad al momento de la cirugía, el volumen acetabular del lado operado va disminuyendo respecto al sano.

Tabla 3. Comparación de superficie acetabular (sano vs operado).

Cirugía (años)	Media	Error Típico	IC 95% LS - LI	Sig. ^a	Diferencia de Medias
3	15.167	8.487	-4.901 – 35.234	(1.000) (.148) (.066)	1. (19.333) (39.000) (70.167 ^b)
2	14.333^d	10.735^d	-11.051 – 39.717		
4	16.000^d	13.148^d	-15.089 – 47.089		

a. Ajuste para comparaciones múltiples: Bonferroni, b. Una estimación de la media marginal poblacional modificada (J), c. Una estimación de la media marginal poblacional modificada (I). Diferencia de medias: 1. 3 (4) (5) (6), 2. 4 (3) (5) (6), 3. 5 (3) (4) (6), 4. 6 (3) (4) (5)
d. Seguimiento postquirúrgico vs Edad de la cirugía. 2 (3) y 4 (3). Solo se tomaron en cuenta valores positivos.

Es claro que en los pacientes de hasta 4 años de edad, el patrón fue muy similar a lo antes dicho, pero con una tendencia a un mejor resultado en los niños que fueron operados a los 3 años de edad ya que a los 4 años de postquirúrgico, el lado operado tuvo 16.0 +/- 13.1 mm más respecto al sano.

Por otra parte, nótese claramente que en los niños de tres años de edad la mayor diferencia del lado operado respecto al sano no se diferenció significativamente al compararla (2 vs 4 años de postquirúrgico) ($p = 0.92$); lo mismo sucedió en los de 4 años de edad, al comparar los 2 vs 4 años de postquirúrgico ($p = 0.98$); en cambio, en los que fueron operado a los 5 años de edad, los que tuvieron 4 años de seguimiento ya tenían una superficie acetabular menor que aquellos con 2 años postquirúrgicos aunque la diferencia no fue significativa ($p = 0.70$).

6. Conclusiones

Los procedimientos radiológicos han sido utilizados para evaluar la orientación del acetábulo y considerados como el estándar en imagen de la cadera, aunque no proporcionan información suficiente en los planos sagital y transversal. Debido a lo anterior, los modelos tomográficos computarizados 3D, surgen como opción de diagnóstico para evaluar las partes óseas de la pelvis, incluyendo ángulos de anteversión del acetábulo, así como la evaluación de la geometría acetabular y el análisis biomecánico.

La capacidad de reconstrucción por medio de tomografía computarizada 3D ha permitido la evaluación precisa de la gravedad de la displasia acetabular. La cual puede contribuir a la evaluación radiográfica preoperatoria, mediante la cual es posible diagnosticar el tipo y grado de deficiencia acetabular. En pacientes con DDC, la cirugía es requerida para lograr una congruencia satisfactoria entre la cabeza femoral y el acetábulo, para lo cual se requiere de un total conocimiento de la patología ósea de la DDC, y de su estructura 3D, para la planificación y selección de procedimientos quirúrgicos adecuados.

Los resultados encontrados muestran un cambio significativo al comparar la cadera sana y operada. Incrementándose esta superficie en un 40%, contrario a lo encontrado en pacientes de cinco y seis años de edad con seguimiento postquirúrgico, en donde esta disminuye.

Una de las principales limitaciones de este estudio es el reducido número de pacientes, sería conveniente contar con una muestra mayor de pacientes para tener más sensibilidad y obtener resultados que sean estadísticamente significativos, así como poder identificar los factores determinantes para un diagnóstico y tratamiento más eficaz.

7. Referencias

[1] Aparicio M., ¿A quién se le debe realizar un ultrasonido de cadera y por qué? Detección oportuna y algoritmos de tratamiento. Rev Mex Ortop Ped; 15(1); 9-13, 2013.

[2] Bolaños T., Cañón S., Castaño J., Duque N., Franco N., López F., Pineda M., Ortega S., Caracterización de la Población Pediátrica con Displasia del Desarrollo de la Cadera en el HIU "RHT". Universidad de Manizales – Facultad de Ciencias de la Salud. Volumen 13 No. 1 2013.

[3] Ezirmik N., Yildiz K., Salter innominate osteotomy or Pemberton pericapsular osteotomy in treatment of developmental dysplasia of hip. *Turk J MedSci*; 42 (6): 1058-1062, 2012.

[4] Flores A., Castañeda L., Tratamiento de la displasia del desarrollo de la cadera tipo Graf III y IV con el arnés de Pavlik. *Rev Mex Ortop Ped*; 12(1); 19-23, 2010.

[5] Forlin E., Munhoz L., Figueredo D., Treatment of developmental dysplasia of hip after walking age with open reduction, femoral shortening and acetabular osteotomy. *Orthop Clin North Am.*, 37, 149-160, 2006.

[6] Francone V., García E., Saffe M., Locaso E., Luxación congénita inveterada de cadera Tratamiento quirúrgico. *Rev. Asoc. Arg. Ortop. y Traumatol.*, Vol. 58, N° 3 págs., 359-365, 2012.

[7] Grudziak J., Ward W., Dega osteotomy for the treatment of congenital dysplasia of the hip. *J Bone Joint Surg Am.*; 83:845-854, 2001.

[8] Jia J., Li L., Zhang L., Zhao Q., Wang E., Li Q., Can excessive lateral rotation of the ischium result in increased acetabular anteversion? A 3D-CT quantitative analysis of acetabular anteversion in children with unilateral developmental dysplasia of the hip. *J Pediatr Orthop.*; 31 (8): 864-9, 2011.

[9] Jia J., Li L., Zhang L., Zhao Q., Liu X., Three dimensional-CT evaluation of femoral neck anteversion, acetabular anteversion and combined anteversion in unilateral DDH in an early walking age group. *Int Orthop.*; 36 (1):119-24, 2012.

[10] Karlen J., Skaggs D., Ramachandran M, Kay R., The Dega osteotomy: a versatile osteotomy in the treatment of developmental and neuromuscular hip pathology. *J Ped Orthop.* 29(7):676-682, 2009.

[11] Kelley S., Bradley C., Wedge J., El manejo quirúrgico de la displasia del desarrollo de la cadera luxada. Técnica quirúrgica, optimizando los resultados y resultados a largo plazo. *Rev Mex Ortop Ped*; 15(1); 32-39, 2013.

[12] López E., Carillo H., Gutiérrez M., Dega versus salter osteotomy for the treatment of developmental dysplasia of the hip. *J Pediatr Orthop B*; 17:213–221, 2008.

[13] Morin, *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona. Editorial Gedisa, 1994.

[14] Ortega F., Displasia del Desarrollo de la Cadera. Rev. Med. Clin. Condes; 24(1) 37-43, 2013.

[15] Salter R., Role of innominate osteotomy in the treatment of congenital dislocation and subluxation of the hip in the older child. *J Bone Joint Surg*; 48-A : 1413-1439, 1966.

[16] Sánchez P., Helo F., Procedimiento tipo DEGA por doble abordaje. Revista Colombiana de Ortopedia y Traumatología. Volumen 18 - No. 3, 2004.

[17] Shipman S, Helfand M et al. Screening for developmental dysplasia of the hip: A systematic literature review for the U.S. Preventive Services Task Force. *Pediatrics.*; 117: 557-576, 2006.

[18] Silva O., Garzón D., Antecedentes, Historia y pronóstico de la displasia del desarrollo de la cadera, 2010.

[19] Tallroth K., Lepistö J., Computed tomography measurement of acetabular dimensions. *Acta Orthopaedica*; 77 (4): 598-602, 2006.

[20] Thomas S., Wedge J., Salter R., Outcome at forty-five years after open reduction and innominate osteotomy for late-presenting developmental dislocation of the hip. *J Bone Joint Surg Am.*; 89(11): 2341-2350, 2007.

[21] Trujillo S., Análisis Tomográfico Volumétrico de las Condiciones Acetabulares en Pacientes con DDC Inveterada Unilateral Operados con Técnica Tipo DEGA. Estudio Piloto. Facultad de Medicina. Secretaría de Salud. Instituto Nacional de Rehabilitación. 2013.

[22] Wedge J., Kelley S., Strategies to improve outcomes for operative childhood management of DDH. *Orthop Clin North Am.*; 43(3): 291-299, 2012.

A.3 Artículo en revisión: Volumetric measurement of the acetabular cavity in patients with unilateral inveterate developmental dysplasia of the hip operated with Dega technique (enviado a la revista Cirugía y Cirujanos, 16 de mayo de 2018)

Título: Medición volumétrica de la cavidad acetabular en pacientes con displasia del desarrollo de la cadera inveterada unilateral operados con técnica Dega

Title: Volumetric measurement of the acetabular cavity in patients with unilateral inveterate developmental dysplasia of the hip operated with Dega technique

Autores:

Benjamín Araujo-Monsalvo ^a.

Alejandro Trujillo-Satow^b.

Víctor Manuel Araujo-Monsalvo^c.

Ramiro Cuevas-Olivo^b.

Luis Manuel Hernández-Simón^a.

Víctor Manuel Domínguez-Hernández^{c,d,*}.

^aDepartamento de Ingeniería de Sistemas, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Instituto Politécnico Nacional.

^bServicio de Ortopedia Pediátrica, Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra.

^cLaboratorio de Biomecánica, Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra.

^dDepartamento de Bioingeniería, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Ciudad de México.

*** Autor para Correspondencia:**

Dr. Víctor Manuel Domínguez Hernández

Laboratorio de Biomecánica, Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra. Calz. México-Xochimilco No. 289, Col. Arrenal de Guadalupe, Delegación Tlalpan, Ciudad de México, CP 14389. México. Tel (+52) (55) 5999-1000 ext. 16166. Fax (+52) (55) 5603-9127. *E-Mail*: vdominguez@inr.gob.mx

Declaración de Conflicto de Interés

Ninguno de los autores tiene algún potencial conflicto de interés relacionado con el presente manuscrito.

Agradecimientos

Los autores agradecen el trabajo realizado por el técnico Martín Luna Méndez del Servicio de Tomografía Computada, del Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra.

A.4 Artículo aceptado para publicación: Effect of insertion angle on the stability of orthodontic mini-implants in a rabbit tibia model: a Finite Element Analysis. (enviado a la revista Cirugía y Cirujanos, 16 de mayo de 2018) Código. CIRU/0437/18

Title: Effect of insertion angle on the stability of orthodontic mini-implants in a rabbit tibia model: a Finite Element Analysis

Título: Efecto del ángulo de inserción en la estabilidad de mini-implantes ortodóncicos en un modelo de tibia de conejo: modelo de elementos finitos

Autores:

Víctor Manuel Araujo-Monsalvo¹.

Mercy Gilesllie González-Aréas².

Elisa Martínez-Coria³.

Enrique Flores-Cuamatzi¹.

Benjamín Araujo-Monsalvo⁴.

Víctor Manuel Domínguez-Hernández^{1,2}.

1 Laboratorio de Biomecánica, Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra.

2 Universidad Intercontinental, Maestría en Ortodoncia.

3 Servicio de Tomografía Computada, Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra.

4 Departamento de Ingeniería de Sistemas, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Instituto Politécnico Nacional.

2 / 2

*** Autor para Correspondencia:**

Dr. Víctor Manuel Domínguez Hernández

Laboratorio de Biomecánica, Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra. Calz. México-Xochimilco No. 289, Col. Arenal de Guadalupe, Delegación Tlalpan, Ciudad de México, CP 14389. México. Tel (+52) (55) 5999-1000 ext. 16166. Fax (+52) (55) 5603-9127. *E-Mail*: vm_dominguez@yahoo.com.mx

Acknowledgments

The authors gratefully acknowledge the work done by technician **Martín Luna Méndez** from Computed Tomography and Ultrasound Department, at the Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra.

Conflict of Interest The authors declare no conflict of interest related to the present manuscript.

Funding There was no funding sources.

ANEXO. Displasia del Desarrollo de la Cadera**Anexo 1 Clasificación Internacional de las Enfermedades. CIE -10****Tabla A 1.1 Clasificación Internacional de las Enfermedades. cie10.org**

Malformaciones Congénitas del Sistema Osteomuscular					
Nombre del capítulo	Códigos CIE-10	Categorías o grupos de enfermedad	Código CIE-10	Subgrupos de Enfermedades	Código CIE-10
Malformaciones congénitas del Sistema Osteomuscular	Q65-Q79	Deformidades congénitas de la cadera	Q65.0- Q65.9	Displasia congénita de cadera	S/C
		Deformidades congénitas de los pies	Q66.0- Q66.9		
		Deformidades congénitas de la columna vertebral	Q67.5		
		Deformidades congénitas del tórax	Q67.6- Q67.8		
		Otras deformidades osteomusculares congénitas	Q68.0- Q68.8		

Anexo 2 Incidencia en la DDC

Actualmente se cree que los niños son propensos a desarrollar displasia de cadera por las siguientes razones:

La displasia de cadera es aproximadamente 30 veces más frecuente cuando existe una historia familiar. El factor genético es un factor importante a considerar, pero no es la causa directa de la displasia de cadera.

- Si un niño tiene DDC, el riesgo de que su hermano (a) lo tenga es del 6% (1 en 17).
- Si uno de los padres tiene DDC, el riesgo de que su hijo (a) lo tenga es del 12% (1 en 8).
- Si uno de los padres y un hijo (a) tiene DDC, el riesgo de que los próximos hijos (as) lo tenga es del 36% (1 en 3)

Esto significa que hasta 1 de cada 10 nacidos tendrán algún grado de inestabilidad de la cadera si uno de sus padres o un hermano (a) tiene displasia de cadera.

La posición del bebé en el vientre materno puede aumentar la presión sobre las caderas, distendiendo los ligamentos. Se piensa que los bebés en una posición normal dentro del vientre materno tienen mayor presión sobre la cadera izquierda que en la derecha. Esto puede ser la razón por la cual la cadera izquierda tiende a ser la más afectada.

Los bebés en posición pélvica (o sentados) son más propensos a presentar inestabilidad de la cadera que los bebés en una posición normal dentro del vientre materno. Los bebés con deformidades en los pies o con rigidez del cuello (torticollis), tienen un ligero aumento en el riesgo de displasia de cadera. Esto puede ser en parte por el espacio limitado dentro del vientre materno.

Además, alrededor del momento del nacimiento, la madre produce hormonas que permiten la laxitud (relajación) de los ligamentos para que el bebé pueda pasar a través del canal del parto.

Algunos bebés pueden ser más sensibles a estas hormonas que otros, ocasionando una laxitud excesiva en los ligamentos del bebé. Las niñas usualmente tienen ligamentos más laxos que los niños, y las niñas tienen de 4-5 veces más propensión a la displasia de cadera que los niños.

Los huesos de la articulación de la cadera son más blandos en los niños que en los adultos. Es más fácil que la cadera de un niño se subluje o se disloque (luje) que la cadera de un adulto. Esto es debido a que la parte cóncava de la articulación (acetábulo) es mayoritariamente cartílago suave, plegable. Mientras que, en los adultos, el acetábulo está conformado por hueso maduro.

Las poblaciones que por razones culturales mantienen a los niños en una posición con las caderas extendidas en inmovilizadores o transportadoras, tienen altas tasas de displasia de cadera en sus niños. En cambio, las sociedades que mantienen a sus niños con las caderas o las piernas separadas tienen tasas muy bajas de displasia de cadera.

Por esta razón, debe evitarse arrojar a los bebés en una posición con las caderas o piernas extendidas durante los primeros meses de vida, y más bien se debe utilizar una técnica que sea segura para las caderas.

Una técnica inadecuada para arrojar al bebé puede llevar al desarrollo de la displasia de cadera. Dentro del vientre materno las piernas del bebé se mantienen en la posición fetal: las piernas flexionadas hacia arriba y entrecruzadas. Una extensión repentina de las piernas hacia una posición de pie, puede aflojar la articulación y dañar el cartílago del acetábulo.

Para que la técnica permita un desarrollo saludable de la cadera, las piernas deben moverse libremente: flexionarse y separarse. Esta posición permite un desarrollo natural de la articulación de la cadera.

Anexo 3 Factores de Riesgo en la DDC

Las anomalías congénitas, también llamadas defectos de nacimiento, trastornos congénitos o malformaciones congénitas, pueden ser estructurales, pero también funcionales, como ocurre con los trastornos metabólicos presentes desde el nacimiento.

No es posible asignar una causa específica a cerca de un 50% de las anomalías congénitas. No obstante, se han identificado algunas de sus causas o factores de riesgo. (OMS, 2009)

Factores socioeconómicos

Factores genéticos

Infecciones

Estado nutricional de la madre

Factores ambientales

- En cifras aproximadas, las anomalías congénitas (también llamadas defectos de nacimiento) afectan a uno de cada 33 lactantes y causan 3,2 millones de discapacidades al año.
- Se calcula que cada año 270 000 recién nacidos fallecen durante los primeros 28 días de vida debido a anomalías congénitas.

- Las anomalías congénitas pueden ocasionar discapacidades crónicas con gran impacto en los afectados, sus familias, los sistemas de salud y la sociedad.
- Los trastornos congénitos graves más frecuentes son las malformaciones cardíacas, los defectos del tubo neural y el síndrome de Down.
- Las anomalías congénitas pueden tener un origen genético, infeccioso o ambiental, aunque en la mayoría de los casos resulta difícil identificar su causa.
- Mediante la vacunación oportuna de las mujeres durante la infancia y los años fecundos se pueden prevenir aproximadamente 110 000 casos de síndrome de rubéola congénita.
- Es posible prevenir o tratar muchas anomalías congénitas; para ello son fundamentales una ingesta suficiente de ácido fólico y yodo, la vacunación y cuidados prenatales adecuados. (OMS, 2010)

Respuesta de la OMS

En 2010, se presentó a la Asamblea de la Salud un informe sobre los defectos congénitos en el que se describen los componentes básicos para la creación de programas nacionales de prevención y atención de dichos defectos antes y después del nacimiento. Asimismo, se recomiendan prioridades para que la comunidad internacional colabore en la creación y fortalecimiento de esos programas nacionales.

La Estrategia Mundial del Secretario General de las Naciones Unidas para la Salud de la Mujer y el Niño, presentada en 2010 por las Naciones Unidas en colaboración con líderes gubernamentales y otras organizaciones como la OMS o el UNICEF, ha sido crucial para poner en práctica intervenciones eficaces con gran impacto en la mejora de la salud neonatal e infantil.

La OMS también colabora con el Centro Nacional de Defectos Congénitos y Discapacidades del Desarrollo de los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades de los Estados Unidos de América (CDC) y con otros asociados para implantar en los países una política mundial de enriquecimiento de los alimentos con folato y proporcionar los conocimientos técnicos necesarios para la vigilancia de los defectos del tubo neural, el seguimiento de las medidas de enriquecimiento de los alimentos con ácido fólico y la mejora de la capacidad de laboratorio relacionada con los defectos congénitos prevenibles con el folato.

La Organización Internacional de Vigilancia e Investigación de los Defectos de Nacimiento es una organización internacional de voluntarios sin fines de lucro en relaciones oficiales con la OMS que reúne los programas de vigilancia e investigación de todo el mundo sobre los defectos congénitos, con el fin de investigar y prevenir estos defectos y reducir el impacto de sus consecuencias.

Los departamentos de la OMS Salud Reproductiva e Investigaciones Conexas y Nutrición para la Salud y el Desarrollo, en colaboración con la Organización Internacional de Vigilancia e Investigación de los Defectos de Nacimiento y el Centro Nacional de Defectos Congénitos y Discapacidades del Desarrollo de los CDC, convocan talleres anuales sobre la vigilancia y la prevención de los defectos congénitos y el parto prematuro.

La Alianza GAVI, de la que forma parte la OMS, presta asistencia a los países en desarrollo para que mejoren el control y la eliminación de la rubéola y del síndrome de rubéola congénita a través de la inmunización.

La OMS elabora instrumentos normativos, como directrices y un plan de acción mundial, para reforzar los servicios de atención médica y rehabilitación con el fin de apoyar la aplicación de la Convención sobre los derechos de las personas con discapacidad.

Asimismo, la OMS presta apoyo a los países para que integren los servicios de atención médica y rehabilitación en la atención primaria general; apoya la formulación de programas de rehabilitación en la comunidad, y facilita el fortalecimiento de centros de rehabilitación especializados y sus relaciones con la rehabilitación en la comunidad.

Se encuentran entre las 20 principales causas de hospitalización general. Causan el 19% de la discapacidad en México. La Organización Mundial de la Salud estima que actualmente a nivel mundial 7.9 millones de niños nacen con algún defecto, 94% de las muertes por estos defectos ocurren en países de bajo y mediano ingreso.

En el marco de la Sesión Conjunta de la Academia Nacional de Medicina y el Grupo de Estudios al Nacimiento, A.C. (GEN), agregó que 22.7% de la mortalidad infantil se debe a malformaciones congénitas y se encuentran entre las 20 principales causas de hospitalización general además causan el 19% de la discapacidad en México, de acuerdo con información del Instituto Nacional de Geografía y Estadística e Informática (INEGI).

Las malformaciones congénitas se dividen en dos categorías: anomalías congénitas y hereditarias dentro de las cuales se encuentran las malformaciones del corazón, del sistema nervioso, osteomusculares, metabólicas. Por otro lado, se encuentran las condiciones fetales y neonatales de alto riesgo para producir alteraciones sistémicas que incluyen prematuridad, bajo peso al nacer, hipoxia neonatal y asfixia.

La Secretaría de Salud, de acuerdo al Plan Nacional de Desarrollo, tiene entre sus objetivos evitar el empobrecimiento de la población por motivos de salud a través de la incorporación de las familias con mayores carencias al Seguro Popular, a los programas para no asegurados y al IMSS Oportunidades.

Se ha creado el Seguro Médico para una Nueva Generación cuya misión es reducir la carga de enfermedad y discapacidad en los recién nacidos, contribuir a un crecimiento y desarrollo saludable durante los primeros años de vida.

También se fortalece la planificación del embarazo, consulta pre concepcional y adecuada atención a la embarazada, así como tamiz metabólico para prevenir el retraso mental irreversible por hipotiroidismo congénito. Se trabaja también en el tamiz auditivo a fin de identificar los problemas para establecer un diagnóstico oportuno, así como el tratamiento protésico, en la prevención de la rubéola congénita y se prevé que para el próximo año ya no exista ningún caso.

Datos censales de 2010 indican que en el país residen 32.5 millones de niños de 0 a 14 años. En 2010 en México, de cada 100 nacidos vivos, 8 nacieron con bajo peso y 3 con macrosomía. Durante 2010, de las enfermedades de seguimiento epidemiológico, las infecciones respiratorias agudas presentan el porcentaje más alto (76.5%) entre los niños de 0 a 14 años.

En 2010 fallecieron 14.2 niños menores de un año de edad por cada mil nacimientos. Información censal de 2010 señala que 3.6% de la población de 8 a 14 años, no sabe leer ni escribir, 29.6% de éstos no asiste a la escuela.

En 2009, uno de cada diez niños (10.7%) de 5 a 17 años forman parte de la población ocupada. En el año 2010, 520 mil niños, es decir 1.6% de la población infantil del país reportó tener alguna discapacidad. Datos de la muestra censal de 2010 indican que 73.5% de los niños cohabita en el hogar con ambos padres, 15.9% sólo con la madre y 1.1% solamente con el padre.

La primera medida jurídica sobre los Derechos del Niño se tomó en 1924, cuando la Liga de las Naciones Unidas, predecesora de la actual Organización de las Naciones Unidas (ONU), dio a conocer la primera declaración de los derechos del niño y convocó a los países a determinar un día de celebración para ellos. En México, ese mismo año se decretó el 30 de abril como “Día del Niño”, cuando el general Álvaro Obregón era presidente de la República y José Vasconcelos ministro de Educación Pública.

En el marco de esta conmemoración, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) presenta una selección de indicadores sociodemográficos acerca de la población infantil, con el propósito de contribuir al conocimiento sobre la situación y características de este grupo de población.

En 1990 se llevó a cabo la Cumbre Mundial en favor de la Infancia en la cual diversos países se comprometieron a instrumentar acciones encaminadas a la protección y cuidado de la niñez, particularmente de aquellos que se encuentran en circunstancias desventajosas. En este sentido, el Fondo de Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) establece que la manera más apropiada de interrumpir la transmisión intergeneracional de la pobreza es conceder más importancia a la atención y protección a los derechos de niños y adolescentes.

México ha colaborado y firmado convenios internacionales que se han traducido en diversos instrumentos jurídicos que se deben considerar al momento de estudiar y dar seguimiento a la situación de los niños. De esta forma se identifican las necesidades que por derecho tienen los niños y legitima el reclamo social y las acciones del Estado para hacerlas cumplir.

Datos censales de 2010 indican que en el país residen 32.5 millones de niños de 0 a 14 años de edad, en términos relativos representan 29% de la población total. Cabe señalar que el monto de niños ha aumentado ligeramente en las últimas décadas, aunque su participación porcentual ha disminuido: en 1990 el número de niños ascendía a 31.1 millones y su proporción respecto al total era del 38.3 por ciento. Lo anterior se explica por las transformaciones sociales y económicas que durante el siglo pasado dieron origen a una mayor sobrevivencia y una reducción paulatina de la fecundidad, aspectos que provocaron un proceso de envejecimiento que se manifiesta en un aumento relativo de la población de mayor edad y en una menor participación porcentual de niños.

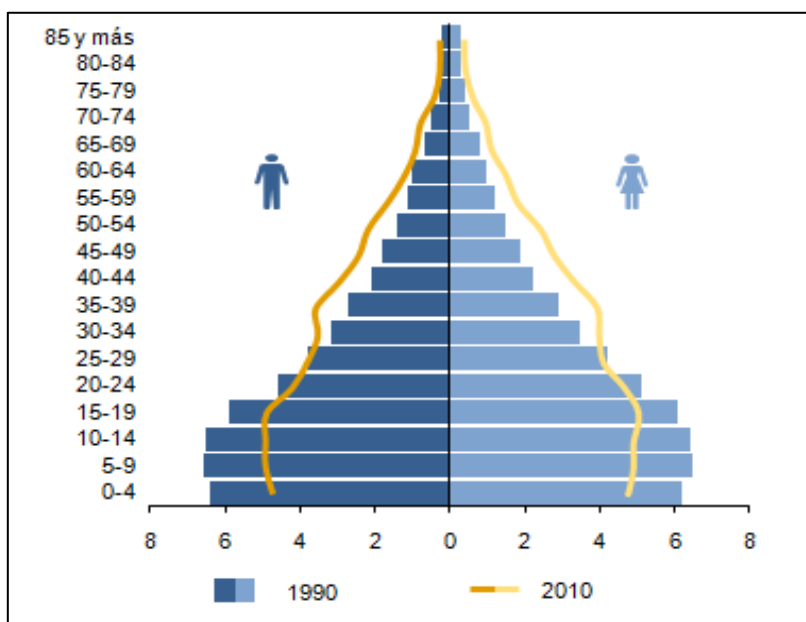


Figura A.1.1 Distribución porcentual de la población por grupos de edad y sexo 1990 y 2010. INEGI.

Conforme los niños crecen, enfrentan problemas de salud que en ocasiones requieren de atención hospitalaria. Durante 2009, la principal causa de hospitalización en los niños menores de 1 año son las afecciones originadas en el periodo perinatal (62.8%); para los niños de 1 a 4 años otras enfermedades del aparato respiratorio (24.3%) y en los niños de 5 a 14 años las enfermedades de otras partes del aparato digestivo (15.8% en niños de 5 a 9 años y 17.4% en niños de 10 a 14 años).

El sistema de salud hace un seguimiento de enfermedades que cataloga como de seguimiento epidemiológico debido a su incidencia. Al respecto, durante 2010, del total de enfermedades de seguimiento en niños de 0 a 14 años, las infecciones respiratorias agudas concentran el porcentaje más alto 76.5%, seguido de las infecciones intestinales por otros organismos y las mal definidas 11.4%.

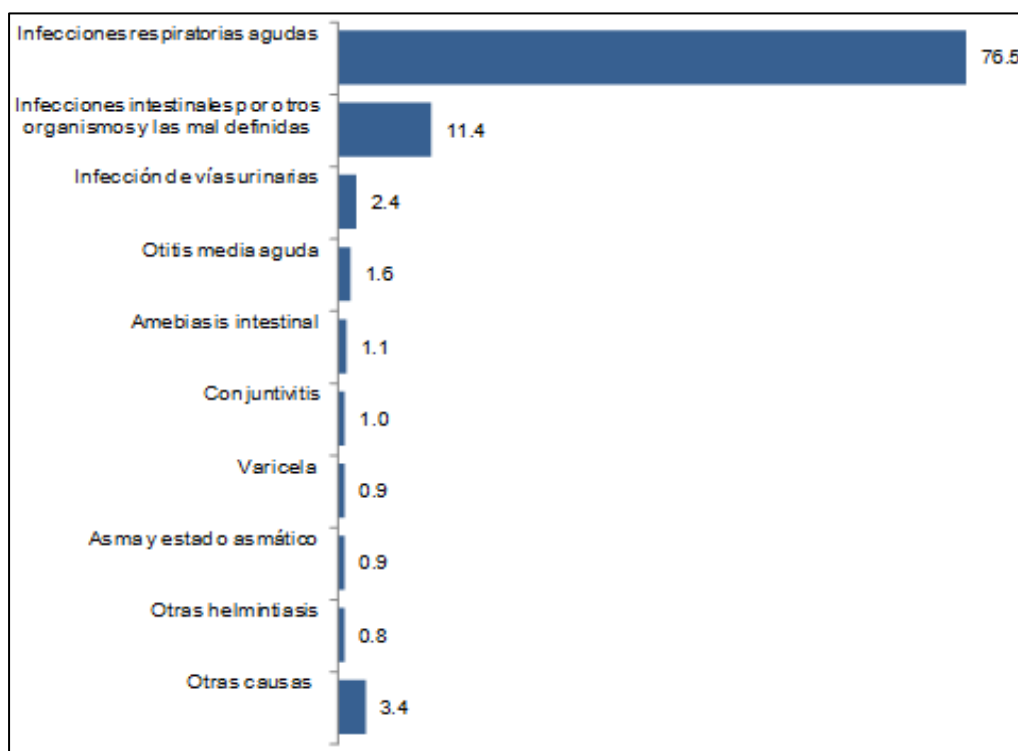


Figura A.1.2 Distribución porcentual de la población de 0 a 14 años según las principales enfermedades de vigilancia epidemiológica 2010. INEGI

Luxación Congénita de Cadera

La luxación congénita de cadera se presenta como una afección de origen incierto, evolución insidiosa y tratamiento desalentador si su diagnóstico no se realiza precozmente. (Klasic, 1989; López, 1997; INR, 2011; Bolaños et. al, 2013)

Es una alteración en el desarrollo de la cadera, ya sea en el acetábulo y/o la cabeza y cuello femoral, y/o de sus estructuras blandas, lo cual implica una amplia gama de trastornos, desde la simple laxitud ligamentaria, hasta la pérdida completa de las relaciones coxofemorales, por el desplazamiento de la cabeza del fémur fuera del acetábulo. (Klasic, 1989; López, 1997; Rodríguez, 1998; INR, 2011; Bolaños et. al, 2013)

En este padecimiento, existe pérdida del contacto normal entre el fémur y el acetábulo. Comprende desde la luxación con pérdida completa del contacto entre los extremos articulares, hasta la inestabilidad, en que la pérdida de contacto sólo se produce aplicando fuerzas durante la exploración. (De Luca, 2003; Mazumder, 2007; Gelfer, Kennedy, 2008; Carol, 2011; Bolaños et. al, 2013)

La luxación congénita de cadera puede presentarse de dos formas: que ya exista al nacer, o que al nacer existan las condiciones para que posteriormente aparezca, lo que lleva a la existencia de dos tipos de displasias de cadera o malformaciones luxantes:

- **Displásicas Antropológicas.** Tienen carácter hereditario y fundamentalmente se dan en niñas. En una proporción de 7:1. En el nacimiento, la cadera no está luxada pero se luxa inmediatamente. En una radiografía antero-posterior se diferencia muy poco de la cadera normal y si acaso en el tamaño. Si el diagnóstico es precoz, tendrá tratamiento satisfactorio.
- **Displásicas Teratológicas.** El niño nace con la cadera ya luxada. esta situación está íntimamente ligada a algo que ha sucedido en el período embrionario. Son niños con malformaciones congénitas asociadas: pie zambo, estrabismo, miembros inferiores displásicos, etc., su frecuencia es igual en varones que en hembras.

Existen otras clasificaciones: Putti las divide en **embrionarias** que equivalen a las antropológicas y **fetales** que equivalen a las teratológicas. Hase por su parte las divide en dos: **Luxación típica** (frecuencia máxima). **Luxación atípica**, que corresponde a las teratológicas y a otro grupo de luxaciones como la luxación de la mielodisplasia. (De Luca, 2003; Mazumder, 2007; Gelfer, Kennedy, 2008; Carol, 2011; Bolaños et. al, 2013)

Displasia del Desarrollo de la Cadera Temprana

El término *desplazamiento de la cadera durante el desarrollo (developmental dysplasia)* fue sugerido inicialmente por Michele en 1962, por Howorth en 1963, y propuesto por Klisic en 1989. Es uno de los 15 términos, que aproximadamente han sido creados por los investigadores en los últimos 70 años para sustituir el título de *luxación congénita de la cadera*.

Las sociedades de ortopedia pediátrica norteamericanas y de los países europeos, en los años 1993/1994 aprobaron el cambio de la denominación, tomando la de *displasia del desarrollo de la cadera, o dislocación de la cadera en desarrollo*, los cuales consideran a la afección de la cadera en forma más real, indica un proceso dinámico en su producción, y señala un potencial de mejoría o de deterioro durante el desarrollo del niño, de acuerdo con el cuidado que haya recibido. (Malagón, 1998)

El nombre displasia de la cadera fue inicialmente sugerido por Le Damani en 1912, usado por Hilgenreiner en 1926 y difundido por Putti en 1929. Ha sido clásicamente utilizado para designar la luxación congénita de la cadera.

En 1989, el Dr. Predrag Klisic, ortopedista infantil yugoslavo, propuso el nuevo término de Displasia del Desarrollo de la Cadera (DDC), argumentando que en algunos pacientes el problema no está presente desde el nacimiento, puede evolucionar o involucionar a lo largo del proceso de desarrollo del niño. (AAO, 2000; Murillo et al., 2008; Sewell et al., 2009)

Desde el punto de vista etimológico, la palabra displasia viene de las raíces latinas *dis-* (alteración, trastorno) y *-plassein* (formación) y significa alteración en la formación de un órgano o estructura corporal. Desde el punto de vista embriológico, displasia hace referencia a una alteración en el tejido que compone una estructura u órgano determinado. (Dorland, 1996; Campos, 1997; AAO, 2000; INSP, 2000; Espinosa, 2005; INR, 2013)

La displasia del desarrollo de cadera (DDC) se define como una alteración en la formación y desarrollo de la articulación de la cadera, incluyendo el acetábulo, así como fémur y tejidos blandos involucrados en la articulación. (AAO, 2000; INSP, 2000; Espinosa, 2005; Murillo et al., 2008; Chen et al., 2010; Sankar et al., 2010; INR, 2013) (Figura 3.2)

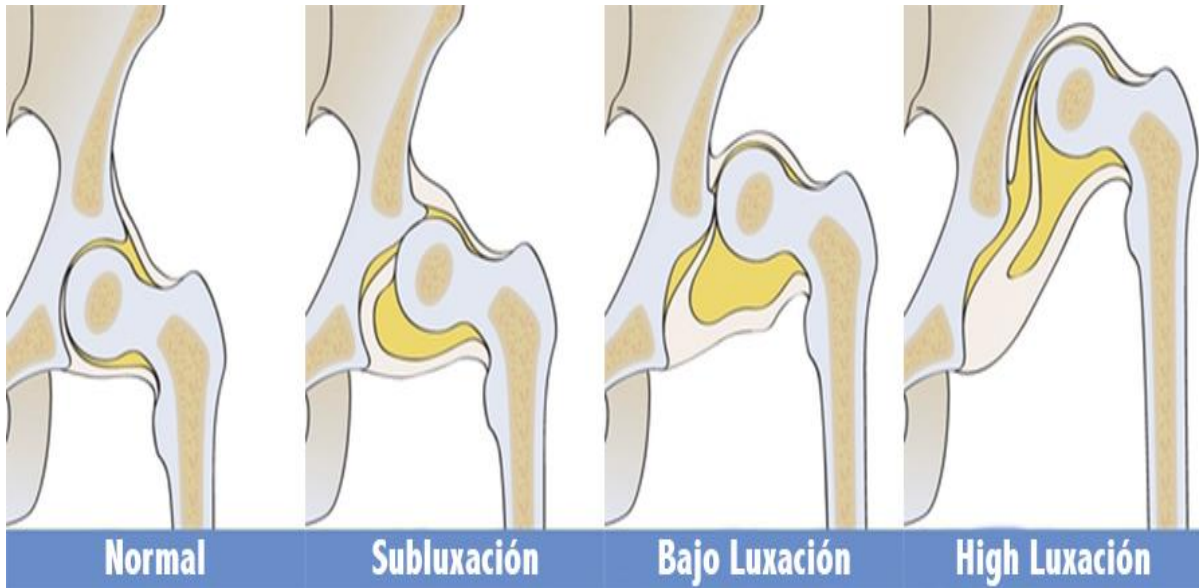


Figura A.1.3 Luxación Congénita de Cadera. CECIMAC. AAOS, 2000

Tabla A 1.2 Cobertura de la cabeza femoral de Terjesen.

Cobertura de la cabeza femoral	Inferencia
> 50 %	Normal
49-40%	Posible Displasia en recién nacidos
49-40%	Displasia en infantes mayores a 4 meses
39-10%	Subluxación
< 10%	Dislocación

Factores de Riesgo

En la actualidad, se conocen ciertos factores relacionados con la luxación, que permiten la comprensión y abordaje del problema.

Existen **factores raciales**: excepcionalmente se observa en personas de raza amarilla y es muy común en la raza blanca caucasiana, pero en personas de raza negra no se observa este padecimiento.

La zona de máxima frecuencia corresponde a una banda de concavidad norte que pasa por Bretaña francesa, macizo central, norte de Italia, Yugoslavia, Checoslovaquia, una porción de Escandinavia y Escocia. En España aun estando fuera de dicha banda el número es apreciable, correspondiendo a la zona norte la máxima frecuencia.

La herencia es un factor importante, ya que tienen mayor riesgo aquellos niños cuyos padres o familiares cercanos la presentaron; por ejemplo abuelos que hayan sido sometidos a cirugía de prótesis de cadera.

La displasia es más frecuente en los primogénitos, bajo peso al nacimiento, embarazos múltiples, parto en presentación podálica o cuya madre presentó durante el embarazo una disminución del líquido amniótico. La displasia es más frecuente en las mujeres respecto a los hombres en una relación de 6 a 1. Es frecuente encontrar displasia de caderas en niños con otras alteraciones: como el pie zambo, metatarso aducto, tortícolis de cuello, o malformaciones de miembros.

Todos estos factores tienen en común la limitación del espacio en el que el feto puede moverse dentro del útero, interfiriendo con el normal desarrollo de sus caderas. El nacimiento por cesárea no constituye por sí mismo un factor de riesgo para el desarrollo de la enfermedad.

La incidencia de la DDC varía según su grado de severidad, a saber: para la displasia acetabular pura (insuficiencia acetabular) es de 1 por cada 100 neonatos (es la modalidad más común del síndrome); la luxación congénita de cadera tiene una incidencia de 1 por cada 1000 nacidos vivos, y la de la cadera inestable del recién nacido es de 0,5-1 %. La incidencia combinada de todos estos grupos es de 2 a 5 por cada 1000 recién nacidos. La incidencia reportada de luxaciones tardías es de 4 por cada 10 000 nacimientos.

Aproximadamente 10 % a 20 % de los neonatos de sexo femenino con presentación podálica padecerán DDC. Solo 2 % a 4 % de los partos ocurren en presentación de pelvis, pero 17 % a 20 % de los casos de DDC son productos de nacimientos en podálica; 1 de cada 15 niñas con presentación podálica tendrá DDC. La frecuencia es mayor en primogénitos.

El 80 % de los pacientes con DDC son mujeres. La proporción niñas: niños con DDC es de 6:1. Es bilateral en alrededor del 40 % de los casos; es unilateral izquierda en el 35 % y unilateral derecha en el 25 %. Así pues, en casos unilaterales o asimétricos, la cadera más comúnmente afectada es la izquierda, en una proporción de 3:1.

La historia familiar positiva se encuentra en 12 % a 33 % de los casos. El riesgo en las gestaciones subsecuentes es del 6 % si ninguno de los padres tuvo DDC, del 12 % cuando uno de los padres tuvo DDC y del 36 % cuando ambos padres tuvieron DDC.

Desde el punto de vista racial, la incidencia es mayor en nativos americanos y en caucásicos (escandinavos) y es muy baja en africanos y sus descendientes, al igual que en los asiáticos. (Delgado et al., 2006)

La incidencia de la DDC a nivel mundial es de 1.5 por mil recién nacidos. En México, la incidencia de DDC es de 2 a 6 por mil nacidos vivos y es la primera causa de hospitalización en los departamentos de ortopedia pediátrica a nivel nacional. (Dimeglio et al., 2007; Trujillo, 2013)

Diagnóstico Clínico y Tratamiento de la DDC Temprana

Diagnóstico Clínico de la DDC Temprana

Para su diagnóstico, la maniobra de Barlow comprueba lo luxable de una cadera reducida. El niño se coloca en decúbito supino con las caderas en abducción a 45 grados. Mientras una cadera fija la pelvis y la otra se moviliza, suavemente en aducción y abducción, tratando de deslizarla sobre el borde acetabular, pretendiendo luxarla al aducirla al empujar con el pulgar el cuello luxado, mientras el lado contralateral flexiona la rodilla. (Barlow 1962; INSP, 2000; Daza, Canaval, 2007; Dezateux, Rosendahl, 2007; Cymet et al., 2011; Aparicio, 2013). (Figura 3.3)

La exploración física intencionada se realiza mediante la prueba de Ortolani. Con esta maniobra se pretende comprobar la reducción de una cadera previamente luxada. Se debe hacer con el niño en decúbito supino, relajado y flexionando las caderas y rodillas 90 grados, fijado el muslo con el dedo pulgar, mientras el segundo y tercer dedo fija el relieve del trocánter. Luego se abduce el muslo y se estira, presionando el trocánter hacia adentro, hacia el borde acetabular. Si hay luxación se escucha un “click” y se puede ver cómo resalta el muslo que se tracciona. (Ortolani, 1937; INSP, 2000; Daza, Canaval, 2007; Cymet, Álvarez, 2011; Aparicio, 2013).

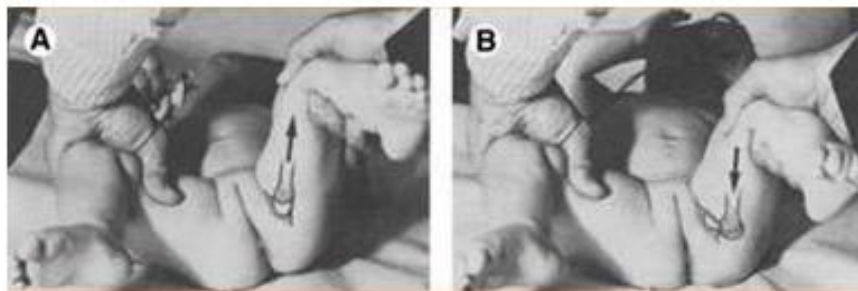


Figura A.1.4 Maniobra de Barlow. Adv Neonatal Care, W. B. Saunders, 2003

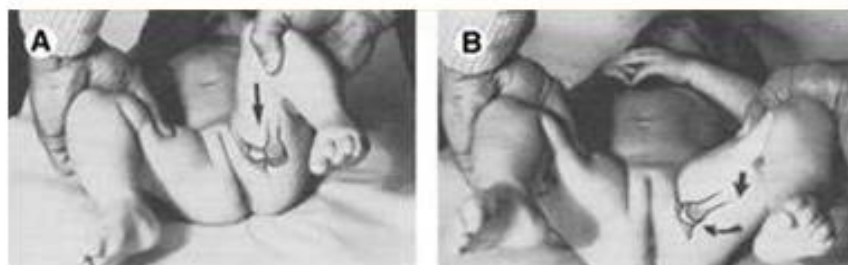


Figura A.1.5 Maniobra de Ortolani. Adv Neonatal Care, W. B. Saunders, 2003

De los 3 a 6 meses de edad. Surgen algunos signos físicos que tienen nivel de evidencia: Signo de Galeazzi (Delgado et. al, 2006) y la asimetría de pliegues de la cara interna de los muslos. Cuando se presentan ambos signos crece la probabilidad de DDC unilateral y es necesario hacer una evaluación más completa por el ortopedista (SS, 2008).

En las dos últimas décadas, el uso del ultrasonido en la detección, diagnóstico y manejo de la DDC se ha constituido como una práctica médica habitual. La principal ventaja es que se tienen datos objetivos de la anatomía del acetábulo, además de ser un método seguro y no invasivo. Varios autores recomiendan el uso del ultrasonido como examen de rutina en todos los niños, otros únicamente en aquellos en riesgo.

Sin embargo, todos los autores son conscientes de la necesidad de radiólogos con especial entrenamiento en la detección de estos signos de diagnóstico. (Berman & Klenerman, 1986; Tonnis et al., 1990)

La piedra angular en el diagnóstico temprano sigue siendo el cuidadoso examen clínico realizado por expertos, como mínimo dos veces en los tres primeros meses de vida. A pesar de que la ultrasonografía de la cadera puede distinguir entre la verdadera displasia y variaciones anatómicas de la cadera, una imagen de rayos X a los 3 o 4 meses de edad es el mejor método de diagnóstico ante una cadera dudosa. (Bourne, 2003)

Se requieren estudios futuros para entender mejor la genética, la embriología y la influencia de las variables ambientales, las manifestaciones patológicas y la historia natural de la DDC, para mejorar los métodos de búsqueda, el examen físico detallado y finalmente mejorar el pronóstico de estos pacientes.

La ecografía dinámica surge como una técnica de imagen para corroborar o descartar el diagnóstico observado en las Maniobras. El ultrasonido ayuda al diagnóstico en los niños menores de 5 meses, pero la radiografía de la pelvis es más útil en lactantes y niños. La Artrografía, la Tomografía Computada y la Resonancia Magnética también pueden ser útiles (Castañeda, 2009; Ortega, 2013).

Desde el punto de vista radiológico, la línea de Shenton en la displasia está parcialmente preservada. El arco o línea de Shenton es el arco formado al trazar una línea siguiendo la parte inferior del cuello del fémur y la parte inferior de la rama iliopúbica.

Todas las caderas subluxadas, por definición son caderas displásicas pero la definición radiológica de subluxación hace referencia a la disrupción de la línea de Shenton y el desplazamiento lateral o superolateral de la cabeza femoral con respecto al acetábulo. (Shenton, 1911)

La Línea de Hilgeneiner une la parte superior de los cartílagos trirradiados. (Figura 1.9)

El índice acetabular se forma por la unión de dos líneas, una oblicua que se dibuja desde el borde superior lateral del techo acetabular y el borde superior lateral del cartílago trirradiado; y la línea de Hilgenreiner. Al nacimiento, el índice es de aproximadamente 30° y va disminuyendo 1° por cada mes de vida hasta llegar a 18°. (Figura 2)

Tabla A.1.3 Índice Acetabular.

EDAD	GRADOS
Al nacer	27 +/-2
1 mes	25 +/-2
6 meses	20
1 año	20
3 años	15
10 años	10

La línea de Perkin es la línea perpendicular a la línea de Hilgenreiner, situada en el borde lateral del acetábulo. Esta línea y la de Hilgenreiner dividen el área de la cadera en cuatro cuadrantes. La cabeza femoral debe estar en el cuadrante inferior interno. En caso de luxación estará en el cuadrante superior externo. (*Wheeless' Textbook of Orthopaedics*)

Tabla A.1.4 Interpretación Pélvica y Ángulos de la cadera.

TIPO (Interpretación)	TECHO ÓSEO	BORDE	ÁNGULO ALFA	ÁNGULO BETA
Ia Cadera madura	Bueno	Angular	> 60	< 55
Ib Forma de transición	Bueno	Romo	> 60	> 55
IIa Fisiológicamente inmadura	Suficiente	Redondeado	50-59	> 55
< 3 meses de edad				
IIb Osificación retardada	Deficiente	Redondeado	50-59	> 55
> 3 meses de edad				
IIc Rango crítico. Cualquier edad	Deficiente	Redondeado o plano	43-49	70-79
IId Cadera subluxada	Muy deficiente	Redondeado o plano	43-49	> 77
IIIa Cadera luxada. Sin alteración estructural	Pobre	Plano	< 43	> 77
IIIb Cadera luxada. Con alteración estructural	Pobre	Plano	< 43	> 77
IV Severa luxación	Pobre	Plano	No medible	

Los cuadrantes de Ombredane se forman de la intersección de las líneas de Hilgenreiner y la de Perkin surgen los cuatro cuadrantes de Ombredane, en donde en una cadera normal el núcleo epifisiario debe ubicarse en el cuadrante inferior interno, y en la cadera luxada el núcleo se desliza al cuadrante superior externo. (*Wheless' Textbook of Orthopaedics*)

El ángulo centro borde de Wiberg mide la lateralización de la cabeza femoral en las imágenes AP de pelvis. Está formado por la intersección de una línea vertical trazada por el centro de la cabeza femoral, con otra línea trazada a partir del centro de la cabeza femoral con el borde externo del acetábulo. Su valor normal es de 25 a 45°. Un ángulo menor de 20° es diagnóstico de displasia.

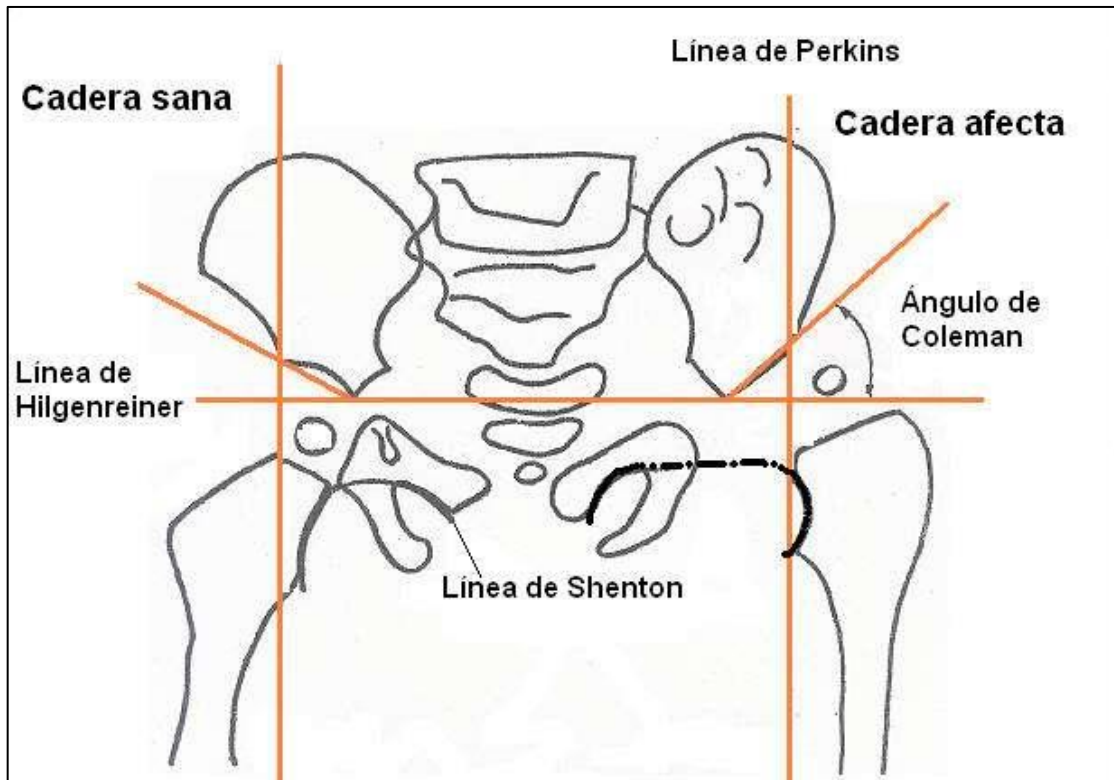


Figura A.1.6 Ángulos y Líneas de Cadera Sana vs Cadera con Displasia. Barnusell, Coll, Figaró y Pulggros, Asociación Española de Pediatría. 2008

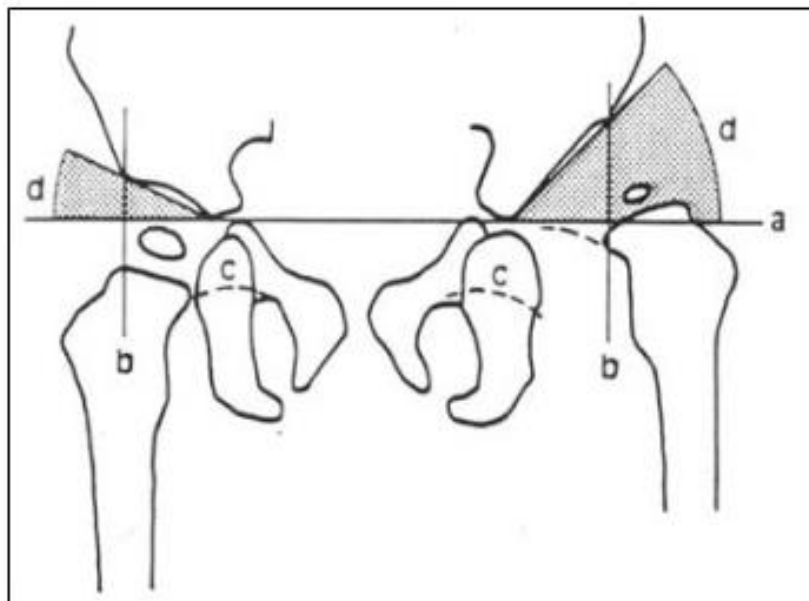


Figura A.1.7 Índice Acetabular. Urgencias traumatológicas y ortopédicas. Barnusell, Coll, Figaró y Pulggros, Asociación Española de Pediatría. 2008

Cuando no se cuenta con la herramienta del ultrasonido, la clasificación radiológica descrita por Tönnis, nos permite clasificar la displasia evolutiva de la cadera en cuatro tipos, dependiendo de la posición del centro del núcleo de osificación femoral en la radiografía AP de cadera. (Harrison, 1961)

1. Grado I: el centro de osificación es medial a la línea vertical que pasa por el borde superior del acetábulo (cadera normal).
2. Grado II: el centro de osificación es lateral a la línea de Perkins, pero debajo del borde superior del acetábulo.
3. Grado III: el centro de osificación está a nivel del borde acetabular.
4. Grado IV: el centro de osificación está por encima del borde acetabular.

Tratamiento de la DDC Temprana

El arnés de Pavlik es un método efectivo y seguro para el tratamiento inicial de la displasia del desarrollo de la cadera (DDC) que tradicionalmente se ha utilizado en menores de 6 meses (Ramsey et. al, 1976). Las tasas de éxito en el tratamiento de la DDC con el arnés de Pavlik varían desde 7% hasta 99% (Flores & Castañeda, 2010). (Figura 3.7)

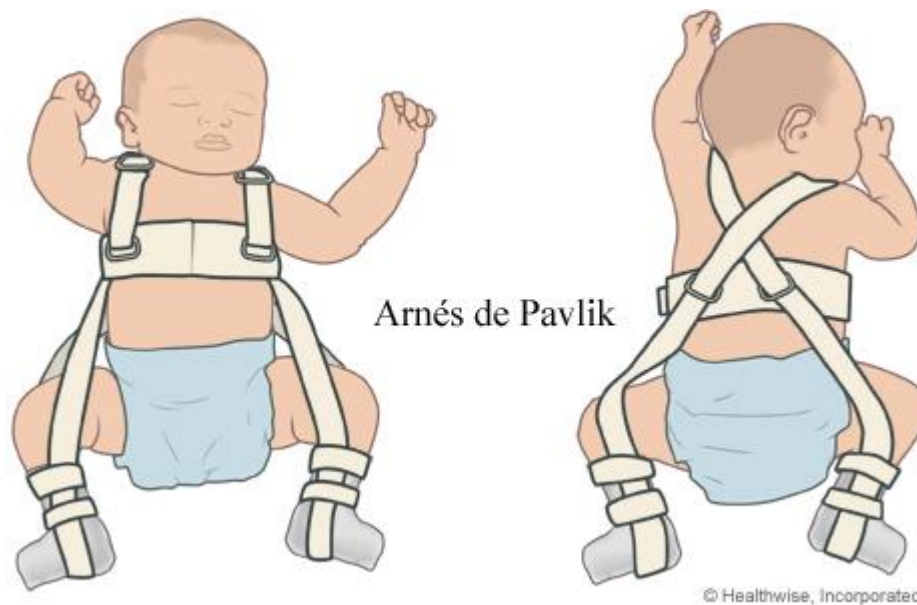


Figura A.1.8 Arnés de Pavlik. Ortopedia móvil, www.ortopediamovil.com.mx

El manejo quirúrgico de la displasia del desarrollo de la cadera luxada es técnicamente demandante y existen varias opciones quirúrgicas que han demostrado buenos resultados (Thomas et. al, 2007; Wedge & Kelley, 2012). La Reducción Cerrada (falló del Arnés de Pavlik), Reducción Abierta y Osteotomía de Ilíaco (Osteotomía de Salter) (Salter, 1966), Acetabuloplastía de Pemberton y/o Chiari (Rodríguez, 1998; Carpio, 2011), Osteotomías cotilo (acetabuloplastias): Shelf, Degas, Ganz, Klisic (Sales de Gauzy, 2010; Carpio, 2011). (Figura 3.8)

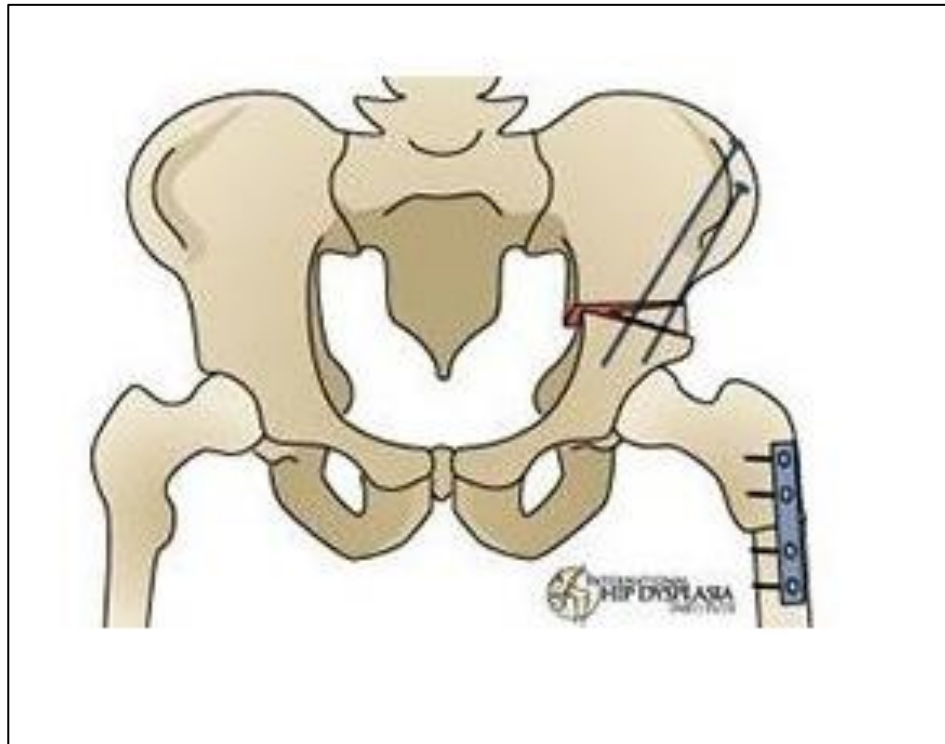


Figura A.1.9 Osteotomía. Morcuende JA, Weinstein SL. Developmental dysplasia of the hip: natural history, results of treatment, and controversies. In: Bourne R, ed. Controversies in Hip Surgery. Oxford, UK: Oxford University Press; 2003.

Displasia Persistente

Doyle y Bowen (1999) proponen cinco tipos de displasia ósea en pacientes con displasia del desarrollo de la cadera, clasificados de la siguiente manera:

- Tipo I: acetábulo mal direccionado
- Tipo II: acetábulo poco profundo
- Tipo III: falso acetábulo
- Tipo IV: acetábulo lateralizado
- Tipo V: deformidad femoral.

El acetábulo mal direccionado es aquel que se desarrolla y persiste en posición anterior y lateral. (Doyle & Bowen, 1999) Cuando la cadera está luxada, no existen las fuerzas correctivas que se ejercen por la parte proximal del fémur para redireccionar el acetábulo a su adecuada posición, por tanto, al llegar a la edad adulta se presenta entre 15 y 30° de anteversión y aproximadamente 45° caudalmente. (Langenskiöld & Laurent, 1996)

Si el acetábulo persiste en anteversión exagerada, después de ser reducida la cadera, la cabeza femoral estará inadecuadamente cubierta en la parte anterior y lateral, especialmente cuando la cadera esté en extensión y aducción. Además, los estímulos para el crecimiento del acetábulo disminuyen ante la ausencia de fuerzas concéntricas generadas por la cabeza femoral, permaneciendo el acetábulo poco profundo, engrosado y oblicuo. (Salter, 1966; Tachdjian, 1990)

El acetábulo poco profundo proviene de la inestabilidad articular. El deterioro del crecimiento del labrum reduce la profundidad del acetábulo. (Ponseti, 1978; Wedge & Wasylenko, 1978) Considerando el acetábulo como una copa hemisférica, el acetábulo poco profundo se ve como una sección semiesférica de gran radio. (Doyle & Bowen, 1999) La laxitud capsular permite que la cabeza femoral se deslice ligeramente hacia afuera, reforzando la conformación de un acetábulo alargado, abierto e incongruente con la cabeza femoral, lo que va a producir futura inestabilidad. (Tachdjian, 1990; Howorth, 1963)

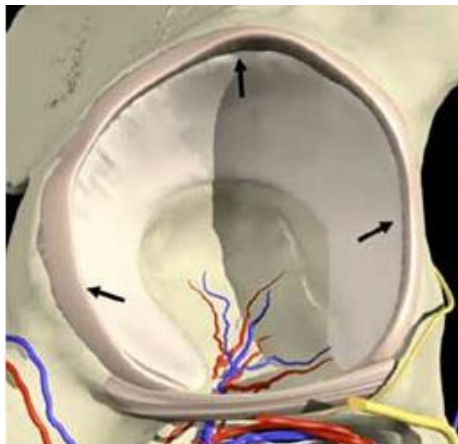


Figura A.1.10 Labrum de la articulación de la cadera. Ponseti, 1978; Wedge & Wasylenko, 1978

El falso acetábulo es una cavidad recubierta de fibrocartílago ectópico, creado por la estimulación mecánica de la cabeza femoral luxada contra el ilium. (Doyle & Bowen, 1999) (Figura 4).



Figura A.1.11 Falso acetábulo en la luxación de la cadera. Doyle & Bowen, 1999

La lateralización de la cabeza femoral se presenta con una ampliación del acetábulo medial y una osificación de la cavidad, debido a una larga permanencia de la subluxación lateral. También se presenta por el cierre prematuro del cartílago trirradiado, llevando a una incongruencia entre el acetábulo y la cabeza femoral. (Doyle & Bowen, 1999)

La habitual lateralización del acetábulo puede llevar a una hipertrofia de los tejidos blandos periacetabulares reduciendo la profundidad del acetábulo, lo que lleva a la persistencia de la posición lateral de la cabeza femoral. (Tachdjian, 1990)

Doyle y Bowen (1999) consideran la deformidad femoral como un tipo de displasia de la cadera. Estas deformidades pueden ser: valgo y anteversión del cuello femoral, detención en el crecimiento de la fisis de la cabeza, discrepancia entre el trocánter mayor y la cabeza femoral, pérdida de la esfericidad de la cabeza. La persistencia de la anteversión femoral aumentada y la coxa valga son factores importantes en la disminución de la estabilidad de la articulación de la cadera. Adicionalmente, el sobrecrecimiento relativo del trocánter con respecto a la cabeza femoral produce una debilidad relativa de los abductores de la cadera. (Weinstein, 1987)

Después de tratamiento no quirúrgico pueden ocurrir alteraciones en el crecimiento de la cabeza femoral secundarios a necrosis avascular. (Weinstein, 1987) El trastorno de crecimiento puede estar localizado en la región *central o lateral* de la fisis del fémur, el trastorno en la región lateral provoca una deformidad en valgus del cuello femoral y de la cabeza, que produce un cubrimiento inadecuado por parte del acetábulo. La alteración a nivel central de la fisis determina un acortamiento del cuello femoral.

También, la pérdida de la esfericidad de la cabeza femoral ocasiona también un daño en el acetábulo. (Kalambachi & MacEwen, 1980) Puede presentarse irregularidad de la cabeza femoral, el aplanamiento y la coxa magna.

Esta incongruencia también causa inestabilidad de la articulación de la cadera. (Solomon, 1976) Hace cuatro décadas, Murray (1965) sugirió la relación entre una deformidad rara de la cabeza femoral llamada "en cacha de revólver" con el subsiguiente desarrollo de osteoartritis (OA) de la cadera. Esta deformidad es causada por un deslizamiento epifisario leve de la cabeza femoral, que se evidencia en la radiografía anteroposterior de la pelvis. (Figuras 4.1 incisos a y b) (Murray, 1965)



Figura A.1.12 a) Cabeza femoral “en cache de revolver”. Un punto de vista de esta enfermedad del desarrollo. Tomado de John Killian MD, Birmingham, AL.
http://www.bvs.sld.cu/revistas/ibi/vol30_1_11/ibi10111.htm

Displasia del Desarrollo de la Cadera Inveterada

Diagnóstico y Tratamiento de la Cadera Inveterada

La DDC inveterada se define como aquella displasia de cadera que se presenta en pacientes mayores de 3 años de edad, quienes no han recibido ningún tipo de tratamiento previo, ni conservador ni quirúrgico. No existen estudios de su prevalencia en nuestro medio, y al ser una patología directamente relacionada con el grado de desarrollo socioeconómico, no se pueden transpolar las prevalencias reportadas en otros países.

En los pacientes que presentan DDC inveterada las dificultades y objetivos del tratamiento a los que se enfrenta el cirujano no son los mismos que en la DDC temprana, ya que existen cambios morfológicos y biomecánicos específicos.

Dentro de estas dificultades sobresalen tres: el descenso de la cabeza femoral y una adecuada reducción, el mantener la reducción posterior a la cirugía y obtener una cadera funcional

Los principios del tratamiento en la DDC inveterada son diferentes a aquellos presentados en la DDC temprana. En los niños mayores los músculos, tendones y capsula articular de la cadera se tensan durante y después de la reducción de la cadera, lo cual puede inducir isquemia y Necrosis Avascular (NA) de la cabeza femoral. Uno de los métodos utilizados para disminuir el riesgo de la NA es la tracción, pero no existen estudios concluyentes que demuestren o descarten su beneficio.

Los objetivos principales en el tratamiento de la DDC inveterada son el lograr una adecuada reducción de la cadera, sin aumentar la presión de la cabeza dentro del acetábulo, lograr que dicha reducción sea permanente. Dichos objetivos tienen la finalidad de evitar el dolor, la discapacidad funcional y finalmente retrasar la presentación de la artrosis, dando así un mejor pronóstico funcional al paciente.

El tratamiento de la DDC ha evolucionado de manera importante, desde el uso de órtesis y aparatos para facilitar la deambulaci3n, hasta el tratamiento quirúrgico, tanto enfocado al fémur, así como al acetábulo y a los tejidos blandos. Finalmente se han propuesto tratamientos en los cuales se combinan estos últimos mencionados tratando de obtener el mayor beneficio posible con el menor número de eventos adversos. (Dobashi, 2006)

Los procedimientos que se llevan a cabo son una reducción abierta de la articulaci3n de la cadera. Una diafisectomía a nivel subtrocantérico, y finalmente una acetabuloplastía con forma de domo tanto en el plano coronal como en el plano sagital, en la cual se utilizaba el fragmento de diáfisis obtenido previamente. Dicho fragmento cilíndrico era posteriormente cortado en forma de cuña y colocado a nivel dicha osteotomía, esto con la intenci3n de evitar el colapso.

El tratamiento ha evolucionado de manera importante, desde el uso de órtesis y aparatos para facilitar la deambulaci3n, hasta el tratamiento quirúrgico, tanto enfocado al fémur, así como al acetábulo y a los tejidos blandos. Finalmente se han propuesto tratamientos en los cuales se combinan estos últimos mencionados tratando de obtener el mayor beneficio posible con el menor número de eventos adversos.

En 1969 el ortopedista Wictor Dega (Polonia) reportó una serie de casos en los cuales llevo a cabo un tratamiento quirúrgico en el cual se realizaban dos procedimientos quirúrgicos en un solo tiempo. **Osteotomía a nivel transtrocanterico y Acetabuloplastía.** (Sánchez & Helo, 2004) Presentando resultados satisfactorios en la mayoría de los casos, disminuyendo riesgos en diferentes eventos quirúrgicos. (Figura 4.2)

En 1969 publicó otro artículo en el cual describió una técnica para múltiples procedimientos en un solo tiempo quirúrgico. La cuál consto de una diafisectomía a nivel subtrocantérico y una acetabuloplastía con forma de domo tanto en el plano coronal como en el plano sagital, en la cual se utilizaba el fragmento de diáfisis obtenido previamente.

Dicho fragmento cilíndrico era posteriormente cortado en forma de cuña y colocado a nivel dicha osteotomía, esto con la intención de evitar el colapso. Los resultados reportados fueron buenos de acuerdo con el autor. (Trujillo, 2013)

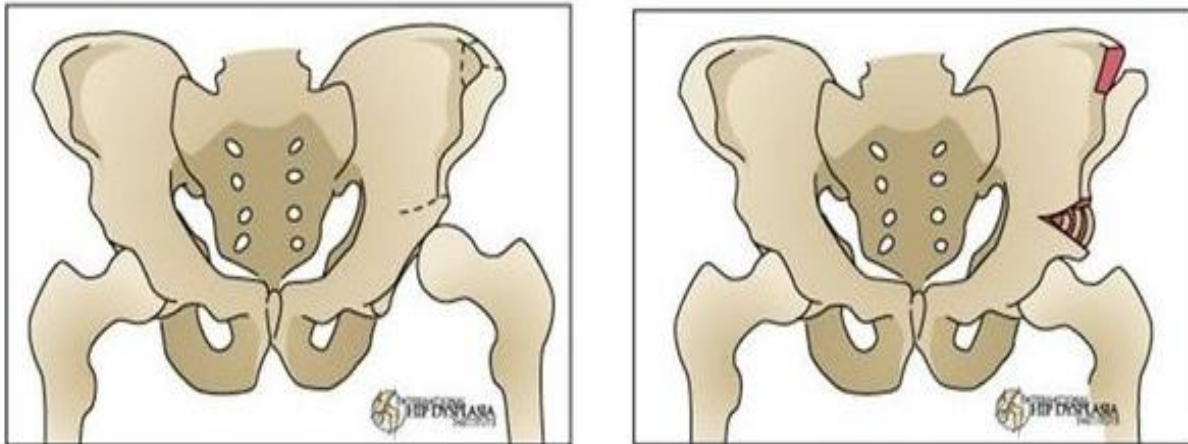


Figura A.1.13 Procedimiento Dega modificado. Grudziak & Ward, 2001