

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO
PROGRAMA DE POSGRADO EN ESPECIALIDADES MÉDICAS

EVIDENCIA ACTUAL DEL MANEJO CONSERVADOR DE LA ESCOLIOSIS IDIOPÁTICA DEL ADOLESCENTE MEDIANTE EL USO DE ORTESIS DE TRONCO: RECOMENDACIÓN DE FICHA TÉCNICA Y LISTA DE VERIFICACIÓN PARA SU PRESCRIPCIÓN Y MANEJO

Trabajo final de graduación sometido a la consideración de la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Medicina Física y Rehabilitación, para optar al grado y título de Médico Especialista en Medicina Física y Rehabilitación

LUIS ALEXANDER CÉSPEDES DURÁN

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica

Enero, 2024

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

Doy gracias desde lo más profundo de mi corazón a mis padres, quienes me han acompañado en estos años de residencia; han sido mi principal soporte emocional, han querido lo mejor para mi vida y me han inspirado a luchar por mis metas. A mis hermanas, por ser una fuente de apoyo y admiración incondicional, por estar para mí en momentos difíciles.

Así mismo, quiero expresar mi gratitud a todos los profesores, quienes con gran disposición me han corregido y transmitido su conocimiento y experiencia. A todos mis amigos y compañeros, con los cuales compartí innumerables momentos de alegría, diversión y ejercicio; además, fueron una invaluable compañía en momentos de apremio y agobio. Sin dejar de lado a todos los pacientes, quienes me dejaron aconsejarles y acompañarles en su proceso de rehabilitación.

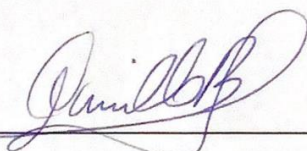
Por último, y de forma trascendental, agradezco a Dios, por haberme dado la posibilidad de escoger este camino, de guiarme a través de él y colocar a todas las personas y circunstancias en el momento oportuno que me permitieron llegar hasta este punto.

"Este Trabajo Final de Graduación fue aceptado por la Comisión de la especialidad en Medicina Física y Rehabilitación del Programa de Estudios de Posgrado en Especialidades Médicas de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar al grado y título de Especialista en Medicina Física y Rehabilitación"



Dr. Édgar Mora Montoya

Médico Especialista en Medicina Física y Rehabilitación
Tutor de Trabajo Final de Graduación



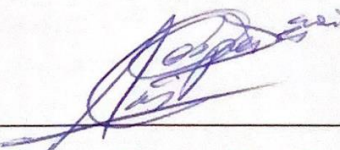
Dra. Severita Carrillo Barrantes

Médico Especialista en Medicina Física y Rehabilitación
Lectora de Trabajo Final de Graduación



Dr. Édgar Mora Montoya

Médico Especialista en Medicina Física y Rehabilitación
Coordinador Especialidad Medicina Física y Rehabilitación



Dr. Luis Alexander Céspedes Durán

Médico Residente Medicina Física y Rehabilitación
Sustentante

CARTA DE REVISIÓN FILOLÓGICA

San José, 6 de enero de 2024

Señores(as)
Sistema de Estudios de Posgrado
Universidad de Costa Rica

Estimados señores(as):

Yo, María Fernanda Sanabria Coto, cédula de identidad 114290780, bachiller en Filología española graduada en la Universidad de Costa Rica, perteneciente a la Asociación Costarricense de Filólogos (ACFIL), carné 225 y al Colegio de Licenciados y Profesores en Letras, Filosofía, Ciencias y Artes de Costa Rica (COLYPRO), código 75402, hago constar que he revisado el documento titulado:

**EVIDENCIA ACTUAL DEL MANEJO CONSERVADOR DE LA ESCOLIOSIS
IDIOPÁTICA DEL ADOLESCENTE MEDIANTE EL USO DE ORTESIS DE
TRONCO: RECOMENDACIÓN DE FICHA TÉCNICA Y LISTA DE
VERIFICACIÓN PARA SU PRESCRIPCIÓN Y MANEJO**

Dicho documento fue elaborado por Luis Alexander Céspedes Durán, cédula de identidad 115180561, con el fin de optar al grado de de Médico Especialista en Medicina Física y Rehabilitación. He revisado y corregido aspectos tales como construcción de párrafos, vicios del lenguaje trasladados a lo escrito, ortografía, puntuación y otros relacionados con el campo filológico.

Atentamente,

Fernanda S. Coto

María Fernanda Sanabria Coto
Asociación Costarricense de Filólogos. Carné nro. 225
Colypro. Código 75402
fernanda.sanabria@filologos.cr
Teléfono: +506 6022 9569



MARIA
FERNANDA
SANABRIA
COTO
(FIRMA)

Firmado digitalmente
por MARIA FERNANDA
SANABRIA COTO
(FIRMA)
Motivo: Revisión
filológica
Ubicación: Costa Rica
Fecha: 2024.01.06
20:38:05 -06'00'

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

SEP Sistema de
Estudios de Posgrado

Autorización para digitalización y comunicación pública de Trabajos Finales de Graduación del Sistema de Estudios de Posgrado en el Repositorio Institucional de la Universidad de Costa Rica.

Yo, Luis Alexander Céspedes Durán, con cédula de identidad 1-1518-0561, en mi condición de autor del TFG titulado "Evidencia actual del manejo conservador de la Escoliosis Idiopática del Adolescente mediante el uso de ortesis de tronco: Recomendación de ficha técnica y lista de verificación para su prescripción y manejo".

Autorizo a la Universidad de Costa Rica para digitalizar y hacer divulgación pública de forma gratuita de dicho TFG a través del Repositorio Institucional u otro medio electrónico, para ser puesto a disposición del público según lo que establezca el Sistema de Estudios de Posgrado. SI NO *

*En caso de la negativa favor indicar el tiempo de restricción: _____ año (s).

Este Trabajo Final de Graduación será publicado en formato PDF, o en el formato que en el momento se establezca, de tal forma que el acceso al mismo sea libre, con el fin de permitir la consulta e impresión, pero no su modificación.

Manifiesto que mi Trabajo Final de Graduación fue debidamente subido al sistema digital Kerwá y su contenido corresponde al documento original que sirvió para la obtención de mi título, y que su información no infringe ni violenta ningún derecho a terceros. El TFG además cuenta con el visto bueno de mi Director (a) de Tesis o Tutor (a) y cumplió con lo establecido en la revisión del Formato por parte del Sistema de Estudios de Posgrado.

INFORMACIÓN DEL ESTUDIANTE:

Nombre Completo: Luis Alexander Céspedes Durán

Número de Carné: B11726 Número de cédula: 1-1518-0561

Correo Electrónico: luis.cespedesduran0410@gmail.com

Fecha: 10 de enero de 2024 Número de teléfono: 8778-8050

Nombre del Director (a) de Tesis o Tutor (a): Edgar Mora Montoya

LUIS
ALEXANDER
CESPEDES
DURAN (FIRMA)

Firmado digitalmente
por LUIS ALEXANDER
CESPEDES DURAN
(FIRMA)
Fecha: 2024.01.08
03:57:25 -06'00'

FIRMA ESTUDIANTE

Nota: El presente documento constituye una declaración jurada, cuyos alcances aseguran a la Universidad, que su contenido sea tomado como cierto. Su importancia radica en que permite abreviar procedimientos administrativos, y al mismo tiempo genera una responsabilidad legal para que quien declare contrario a la verdad de lo que manifiesta, puede como consecuencia, enfrentar un proceso penal por delito de perjurio, tipificado en el artículo 318 de nuestro Código Penal. Lo anterior implica que el estudiante se vea forzado a realizar su mayor esfuerzo para que no sólo incluya información veraz en la Licencia de Publicación, sino que también realice diligentemente la gestión de subir el documento correcto en la plataforma digital Kerwá.

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS	ii
HOJA DE APROBACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
CARTA DE REVISIÓN FILOLÓGICA.....	iv
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN.....	v
TABLA DE CONTENIDOS	vi
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
LISTA DE FIGURAS	xii
LISTA DE ABREVIATURAS	xiv
CAPÍTULO I. ASPECTOS INTRODUCTORIOS.....	1
1.1. Justificación	2
1.2. Objetivos.....	3
1.2.1. Objetivo general	3
1.2.2. Objetivos específicos.....	3
1.3. Metodología	4
CAPÍTULO II. ESCOLIOSIS IDIOPÁTICA	5
2.1. Definición	5
2.2. Aspectos epidemiológicos.....	6
2.3. Diagnóstico	6
2.4. Formas de clasificación.....	7
2.5. Etiopatogenia de la EI	9
2.6. Historia natural.....	11
2.7. Historia y evaluación clínica.....	13
2.7.1. Historia clínica	13
2.7.2. Evaluación clínica.....	15
2.8. Evaluación radiológica	18

2.9. Opciones de tratamiento	18
CAPÍTULO III. EVIDENCIA DE LAS ORTESIS DE TRONCO EN ESCOLIOSIS IDIOPÁTICA ..	20
3.1. Antecedentes e historia del manejo de la escoliosis	20
3.2. Eficacia del uso de ortesis de tronco en escoliosis idiopática.....	21
3.2.1. Evidencia previa a la publicación del estudio BrAIST	21
3.2.2. Evidencia a partir de la publicación del estudio BrAIST	24
3.2.3. Ortesis de tronco en curvas mayores de 40°	26
3.2.4. Ortesis de tronco asociado a los EFEE	28
3.2.5. Ortesis de tronco asociado al ejercicio físico	29
3.3. Factores predictores de éxito en el tratamiento ortésico	30
3.3.1. Porcentaje de corrección inicial	30
3.3.2. Magnitud y tipo de curva escoliótica	30
3.3.3. Nivel de madurez.....	31
3.3.4. Índice de masa corporal	32
3.3.5. Rotación vertebral	32
3.3.6. Adherencia y consistencia del tratamiento.....	33
3.3.7. Monitoreo del cumplimiento y equipos de apoyo	34
3.3.8. Otros factores pronósticos.....	35
CAPÍTULO IV. CARACTERÍSTICAS DE LAS ORTESIS DE TRONCO EMPLEADAS EN LA	37
ESCOLIOSIS IDIOPÁTICA DEL ADOLESCENTE	37
4.1. Conceptos biomecánicos relacionados con la EI y las ortesis de tronco	37
4.1.1. Biomecánica de la columna vertebral	37
4.1.2. Factores biomecánicos implicados en la progresión de la EI	38
4.2. Principios biomecánicos de corrección de las ortesis de tronco.....	41
4.2.1. Sistema Rigo-Cheneau y su correlación con el tratamiento ortésico	41
4.2.2. Principios biomecánicos generales de corrección de las ortesis de tronco	44
4.2.3. Sistemas de fuerzas de corrección en una ortesis de tronco	45

4.3. Principios de efectividad de una ortesis de tronco.....	51
4.3.1. ¿Qué necesita una ortesis de tronco para ser efectiva?	51
4.4. Clasificación de las ortesis de tronco empleadas en EI.....	53
4.4.1. Sistemas de clasificación.....	53
4.4.2. Ítems de clasificación	54
4.5. Ortesis de tronco más empleadas en la EI.....	56
4.6. Comparación entre los diferentes tipos de ortesis.....	71
4.6.1. Ortesis rígida versus ortesis blanda.....	71
4.6.2. Tiempo completo versus tiempo parcial.....	71
4.6.3. Uso diurno versus uso nocturno.	72
4.6.4. Ortesis simétrica versus ortesis asimétrica.....	72
4.6.5. Confección CAD/CAM, elementos finitos, convencional	73
CAPÍTULO V. MEJORES PRÁCTICAS RELACIONADAS CON PRESCRIPCIÓN, MONITOREO Y DESCONTINUACIÓN DE LAS ORTESIS DE TRONCO	75
5.1. Recomendaciones en torno a la prescripción de las ortesis.....	75
5.1.1. Objetivos del tratamiento con ortesis de tronco	75
5.1.2. Inicio del tratamiento con ortesis de tronco en escoliosis idiopática.....	75
5.1.3. ¿Cómo definir alto y bajo riesgo de progresión?.....	76
5.1.4. Dosis de prescripción de las ortesis de tronco.....	76
5.1.5. Tipo de ortesis de tronco	77
5.2. Recomendaciones en torno a la monitorización de las ortesis	77
5.2.1. Evaluación radiológica.....	77
5.2.2. Ejercicios fisioterapéuticos específicos en escoliosis.....	78
5.2.3. Ejercicio físico y actividades deportivas.....	78
5.2.4. Monitoreo de la adherencia	79
5.2.5. Aspectos psicosociales de la prescripción	79
5.2.6. Cambio de corsé	79

5.2.6. Rol del equipo de apoyo	79
5.3. Recomendaciones en torno a la discontinuación de las ortesis	80
5.3.1. ¿Cuándo se debe discontinuar la ortesis de tronco?	80
5.3.2. Descontinuación progresiva de las ortesis.....	80
CAPÍTULO VI. RECOMENDACIÓN DE FICHA TÉCNICA PARA LA PRESCRIPCIÓN.....	81
CAPÍTULO VII. LISTA DE VERIFICACIÓN DE PRESCRIPCIÓN DE ORTESIS EN ESCOLIOSIS	83
7.1. Limitaciones de la ficha propuesta	83
CAPÍTULO VIII. CONCLUSIONES.....	84
BIBLIOGRAFÍA	85
APÉNDICES	93
Apéndice A. Clasificación de Lenke utilizada en el abordaje quirúrgico de la escoliosis idiopática	93
Apéndice B. Clasificación de Rigo-Cheneau utilizada en el manejo conservador a través de ortesis de tronco en escoliosis idiopática	94
Apéndice C. Clasificación de las ortesis de tronco más utilizadas en escoliosis idiopática	98
Apéndice D. Recomendaciones de manejo en escoliosis idiopática según tipo de escoliosis, madurez esquelética y presencia de dolor (guías clínicas de la SOSORT) en el manejo conservador de escoliosis idiopática.....	99
Apéndice E. Ficha técnica para la prescripción de ortesis de tronco en escoliosis idiopática	100
Apéndice F. Lista de verificación durante la prescripción, monitorización y discontinuación de las ortesis de tronco.....	103
Apéndice G. Signo de Risser	104
Apéndice H. Clasificación de Sanders y características radiográficas.....	105

RESUMEN

Las ortesis de tronco (OT) son dispositivos que aplican distintos grados de fuerzas correctivas externas al tronco. Usualmente son elaboradas a través de materiales rígidos, sin embargo, en relación con el tratamiento de la escoliosis idiopática (EI), también pueden ser diseñadas con materiales flexibles. Constituyen, actualmente, uno de los pilares del tratamiento conservador de algunos pacientes con EI que, en conjunto con los ejercicios fisioterapéuticos específicos en escoliosis (EFEE), intentan detener la progresión de la curva en periodos de crecimiento, evitando de esta manera desenlaces quirúrgicos o curvas escolióticas severas que alteren la estética, la calidad de vida y puedan generar síndromes dolorosos.

A pesar de esto, la evidencia no siempre ha respaldado su uso, debido a la dificultad de llevar a cabo ensayos controlados aleatorizados (ECA) en estos individuos, así como la gran variabilidad de criterios, tipos de ortesis utilizadas y la forma de aplicación relacionada con el cumplimiento. Por tanto, es imprescindible, además de un soporte científico de su utilización, una descripción de los principios biomecánicos que gobiernan las OT, buscando facilitar los principales criterios y recomendaciones para su prescripción.

A partir de lo anterior, la presente revisión bibliográfica plantea un conocimiento actualizado de las OT en el abordaje conservador de los pacientes con EI, con el fin de brindar de forma secuencial, una serie de herramientas que faciliten su prescripción y seguimiento. Finalmente, incentiva a la aplicación de dichas recomendaciones a través de una ficha técnica y hoja de verificación, de provecho para todos aquellos profesionales vinculados al tratamiento de personas con EI.

ABSTRACT

Bracing are devices that apply different levels of external corrective forces to the trunk. Usually, they are made with rigid plastic, however, in Idiopathic Scoliosis, it could be made with flexible materials. At the moment, bracing is an important conservative treatment in some patients with Idiopathic Scoliosis, and in conjunction with physiotherapeutic scoliosis-specific exercises, they try to halt the progressive nature of the scoliotic curve during rapid growth, avoiding the surgical approach, or the progression to severe curves that affect aesthetics, quality of life and produces spinal pain.

Despite this, the evidence not always has supported their use, because the difficulty to carry out randomized controlled trials, as well as the high variability of criteria, bracing types and compliance around bracing. Therefore, besides its scientific support, is essential know the biomechanical principles of bracing and the upgrade of main criteria and recommendations of brace prescription.

The actual bibliographic review, shows an updated knowledge about bracing, related to the conservative management of idiopathic scoliosis, with the objective of give in a systematic view, many tools to facilitate the prescription and follow up around bracing. Finally, encourage the application of this recommendations through a data sheet and checklist, being helpful to all professionals linked to the treatment of idiopathic scoliosis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Método de Cobb empleado para el diagnóstico de escoliosis.....	7
Figura 2. Modelo etiopatogénico propuesto para la EI.....	10
Figura 3. Velocidad de crecimiento longitudinal en relación con la velocidad máxima de crecimiento (“Peak Height Velocity”, PHV), cierre del cartílago trirradiado (Triradiate cartilage closure, TRC) y el estadio de Risser.	12
Figura 4. Medida del ángulo de rotación del tronco (ART) utilizando el escoliómetro de Bunnell, colocado sobre el punto de mayor inclinación del tronco.....	16
Figura 5. Medición de la altura de la giba en un paciente con EI.	17
Figura 6. Ilustración de la escalera y el banco hipocráticos, primeros métodos de tratamiento de las deformidades espinales.	20
Figura 7. Unidad Funcional Espinal de la columna vertebral	38
Figura 8. Ciclo vicioso de Stokes que representa la teoría biomecánica de progresión de la escoliosis.....	39
Figura 9. Tipos básicos de los patrones de curvas definidos en la clasificación de Rigo.	42
Figura 10. Diferentes patrones de curvas según la clasificación de Rigo.....	43
Figura 11. Sistema de tres puntos aplicado en el plano frontal de la curva escoliótica torácica y lumbar	45
Figura 12. Dirección del vector de fuerza en sentido oblicuo a nivel de la giba dorsal derecha; desde la zona dorso-lateral hacia la zona ventro-medial.	46
Figura 13. Fuerzas aplicadas en una curva torácica de convexidad derecha.	47
Figura 14. Efecto resultante desrotativo con la aplicación del sistema de pares de fuerzas.....	48
Figura 15. Corrección de la giba lumbar izquierda según las áreas de contacto donde se aplican las fuerzas correctivas.....	50

Figura 16. Corsé de Milwaukee.	57
Figura 17. Ortesis tipo ART.	58
Figura 18. Ortesis de Sforzesco.	59
Figura 19. Corsé nocturno de Charleston.	60
Figura 20. Corsé Providence	61
Figura 21. Sistema de Rigo-Cheneau.....	62
Figura 22. Ortesis de Sibilla.....	63
Figura 23. Corsé de Wilmington	64
Figura 24. Corsé de Boston.....	65
Figura 25. Ortesis TLI.....	66
Figura 26. Corsé de Lyon.	67
Figura 27. Ortesis de tipo TriaC.....	68
Figura 28. Corsé SpineCor.....	69
Figura 29. Ortesis lumbosacra de tipo PASB.....	70

LISTA DE ABREVIATURAS

OT	Ortesis de tronco
EI	Escoliosis idiopática
EFEE	Ejercicios fisioterapéuticos específicos de escoliosis
ECA	Ensayos controlados aleatorizados
AC	Ángulo de Cobb
CENARE	Centro Nacional de Rehabilitación
CV	Columna vertebral
MC	Método de Cobb
SOSORT	Scientific Society on Scoliosis Orthopaedic and Rehabilitation Treatment
ME	Madurez esquelética
EIA	Escoliosis idiopática del adolescente
EITe	Escoliosis idiopática temprana
EITa	Escoliosis idiopática tardía
SNC	Sistema nervioso central
VMC	Velocidad máxima de crecimiento
MO	Madurez ósea
ART	Ángulo de rotación del tronco
PA	Posteroanterior
TLSO	Ortesis toracolumbosacra
SRS	Scoliosis Research Society
PASB	Progressive Action Short Brace
NNT	Número necesario para tratar
UFE	Unidad funcional espinal

DI	Disco intervertebral
PPT	Posición del punto transicional
LSM	Línea sacra media
IMC	Índice de masa corporal
XR	I- Radiografía inicial
IC-XR	Radiografía con corrección inicial de la ortesis
FWO-XR	Primera radiografía sin ortesis posterior al comienzo del tratamiento
ET-XR	Radiografía al finalizar el tratamiento ortésico
ACT	Áreas de contacto
3PS	Sistema de tres puntos
PoF	Pares de fuerzas

CAPÍTULO I. ASPECTOS INTRODUCTORIOS

La escoliosis idiopática (EI) constituye una deformidad tridimensional de la columna y el tronco que afecta del 1 al 3% de la población mundial de forma estimada. Diagnosticada por medio del método de Cobb (curva vertebral patológica en el plano frontal de $\geq 10^\circ$), la EI presenta, además, una serie de cambios morfológicos en los planos transversal y sagital. Por definición, la EI tiene un origen incierto, probablemente multifactorial, que afecta a niños por lo demás sanos; representando un riesgo de empeoramiento, los periodos de crecimiento acelerado, llevando a posibles complicaciones durante la edad adulta. El manejo conservador de la EI intenta detener este crecimiento asimétrico deformante, de tal forma que se evite el abordaje quirúrgico. Pero, aún más importante, es mejorar la estética, calidad de vida y bienestar psicológico, agregado a la finalidad de prevenir disfunción respiratoria y síndromes dolorosos espinales (1, 4).

Dentro del manejo conservador de la EI, las ortesis de tronco (OT) representan una opción prometedora; debido a la posibilidad de reajustar las cargas biomecánicas asimétricas que llevan a su empeoramiento, con el obstáculo de no contar de forma amplia con una evidencia sólida que respalde su uso. La mayoría de los ensayos probados hasta el momento generan una gran diversidad de resultados, debido no solo a los inconvenientes de aleatorización, sino a la gran variedad de dispositivos que requieren adecuados principios biomecánicos y una informada preparación del paciente para lograr resultados. Con el paso del tiempo, mayor ha sido la evidencia acumulada de las OT, siendo el estudio Bracing in Adolescent Idiopathic Scoliosis Trial (BrAIST) un cambio de paradigma a un dispositivo que se estaba quedando obsoleto (5).

Comprender el funcionamiento de las OT desde un punto de vista biomecánico, así como los principales factores relacionados con su prescripción, monitoreo y discontinuación, permitirá brindar un abordaje individualizado, orientado no solo a conseguir una ortesis funcional, sino a conseguir un equipo multidisciplinario que demuestre un tratamiento centrado en el paciente y en la familia. En este sentido: ¿qué requiere una OT para ser eficiente? Pregunta que debe ser respondida dentro de un marco de principios relacionados con la eficiencia y aceptabilidad de un dispositivo, el cual logre adaptarse a un individuo durante la adolescencia que requiere, por lo demás, un medio motivacional para lograr: corrección, adherencia, consistencia y calidad de vida durante esta etapa (6).

El presente trabajo intenta, en primera instancia, dar un recorrido por los datos más importantes y significativos que fundamentan el uso de las OT en la EI. Así mismo, puntualizar en los principios biomecánicos y las características relevantes de los distintos diseños; facilitando la prescripción, el monitoreo y la discontinuación en la práctica diaria. Este trabajo conlleva una gran importancia desde el punto de vista clínico, con la posibilidad de brindar un mayor entendimiento sobre los conceptos más relevantes relacionados con las OT y que, debido a esto, genere un impacto positivo en los distintos sitios en los que se manejan pacientes con EI.

1.1. Justificación

La escoliosis idiopática (EI) tiene una incidencia mundial de entre el 1 y 3%, con una prevalencia global agrupada del 1.34% para aquellos individuos con curvas de 10 grados o más, según la medición del Ángulo de Cobb (AC). Los pacientes con EI entre los 20 y 39 años tienen una incidencia del 20% de dolor lumbar, la cual aumenta hasta 69% en personas mayores de 40 años, demostrando un incremento no lineal a lo largo de la vida. Sin embargo, lo más significativo de los recientes análisis sobre los componentes de salud mental en la población con EI es que la pobre autoestima y la carencia de bienestar psicológico repercute de manera independiente en la incidencia del dolor crónico y, por tanto, en la calidad de vida. Por tal razón, la estética, calidad de vida, discapacidad y el bienestar psicológico deben ser los objetivos primordiales del tratamiento conservador de la EI, en un intento por reducir las complicaciones tardías de esta condición (1, 2).

Por otro lado, según la Encuesta Nacional de Discapacidad del Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC) (3) del 2018, el 41.1% de las personas con algún grado de discapacidad y hasta el 10.1% de personas que no presentan discapacidad manifiestan dolor de espalda crónico recurrente. Debido a la carencia de datos estadísticos nacionales sobre la incidencia de EI, no es posible conocer la prevalencia real de individuos con dicha deformidad ni su posible relación causal o predisponente con el dolor dorsolumbar en la edad adulta (3).

A pesar de lo anterior, se conoce que, en el Centro Nacional de Rehabilitación (CENARE), se atendieron desde el año 2022 y hasta septiembre de 2023, un total de 781 consultas de pacientes con algún tipo de EI, y hasta 134 atenciones relacionadas con la revisión y seguimiento de las OT. Por tanto, al existir un gran número de personas que reciben atención relacionada con EI en las instituciones costarricenses, se hace indispensable una actualización de los conceptos

relacionados con la prescripción, monitorización e incluso discontinuación de dichos dispositivos ortopédicos, con la finalidad de brindar un abordaje conservador optimizado.

Con el presente trabajo de revisión, se pretende actualizar los conocimientos relacionados con la prescripción de las OT en el manejo conservador de personas con EI y elaborar una serie de recomendaciones de forma sistematizada, que sean de utilidad para los profesionales que manejan pacientes con dicha deformidad de la columna vertebral (CV) y el tronco.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Fundamentar, a través de la evidencia actual, el uso de las ortesis de tronco en el tratamiento conservador de la escoliosis idiopática del adolescente.

1.2.2. Objetivos específicos

1. Explicar los principios biomecánicos y las características más representativas de los diferentes tipos de ortesis de tronco en el manejo conservador de la escoliosis idiopática del adolescente.
2. Describir las principales pautas relacionadas con la prescripción, monitorización y discontinuación de las ortesis de tronco en el tratamiento conservador de la escoliosis idiopática del adolescente.
3. Facilitar, por medio de una ficha técnica y lista de verificación, la prescripción y el manejo conservador de la escoliosis idiopática del adolescente a través de las ortesis de tronco.

1.3. Metodología

El presente trabajo de investigación de tipo revisión bibliográfica se llevó a cabo a través de la exploración de distintas bases de datos disponibles. Clinical Key, Medline, EBSCO, Dynamed y PubMed, así como las revistas *Spine Deformity*, *Scoliosis and Spinal Disorders*, *New England Journal of Medicine* y *European Spine Journal* fueron utilizadas para realizar el presente análisis. De la misma forma, se indagó en las sociedades científicas como SOSORT, SRS, ISICO, ISPO y POSNA; las cuales se encargan de publicar con mayor seguimiento evidencia relacionada con los desórdenes de la columna vertebral y el tronco.

Se emplearon palabras clave como: “Bracing for Adolescent Idiopathic Scoliosis”, “Conservative treatment in the management of Idiopathic Scoliosis” y “Classification of Scoliosis Braces”. Incluyendo, por tanto, estudios controlados aleatorizados, revisiones sistemáticas y recomendaciones de consensos de expertos relacionados con el uso de ortesis de tronco en el manejo conservador de la escoliosis idiopática del adolescente.

Por último, se utilizó el libro *AAOS Atlas of Orthosis and Assistive Devices*, así como *Fisiología Articular: Tomo del raquis y cintura pélvica*, con el objetivo de ampliar la información más relevante en relación con los principales aspectos anatómicos y biomecánicos de las ortesis de tronco.

CAPÍTULO II. ESCOLIOSIS IDIOPÁTICA

2.1. Definición

La escoliosis idiopática (EI) es una deformidad tridimensional de la columna y el tronco, caracterizada por una desviación en el plano frontal ($\geq 10^\circ$ según el método de Cobb), asociada a rotación axial en el plano horizontal (torsión) y alteración en el perfil sagital. La EI hace referencia a la escoliosis primaria, a diferencia de la escoliosis secundaria que ocurre por causas extraespinales conocidas (por ejemplo, tono asimétrico de músculos paraespinales, defectos congénitos vertebrales o discrepancia en la longitud de las extremidades inferiores). Por tanto, en la EI, no es posible encontrar una enfermedad o condición específica que cause la deformación, sino que sucede en niños aparentemente sanos, donde los periodos de rápido crecimiento juegan un papel fundamental en el agravamiento de la alteración morfológica de la columna (7).

La escoliosis es la deformidad más común del raquis; dentro de la cual, la EI representa hasta el 80% de todos los distintos tipos de escoliosis descritas. El restante 20% corresponde a las causas secundarias de escoliosis, dentro de las que se pueden mencionar (8):

- **Escoliosis neuromuscular:** la cual toma en cuenta escoliosis secundarias por trastornos de la neurona motora superior, neurona motora inferior, escoliosis relacionada con trastorno de la unión neuromuscular y las causas miopáticas de escoliosis.
- **Escoliosis congénita:** son anomalías congénitas que ocurren durante el desarrollo vertebral durante las primeras 6 semanas de gestación. Corresponde a fallos en la segmentación, formación o defectos mixtos.
- **Escoliosis sindrómica:** relacionada con la presencia de alteraciones en tejido conjuntivo (Síndrome de Marfán, Síndrome de Ehlers-Danlos), síndromes metabólicos (Osteocondrodistrofias), neurofibromatosis, Síndrome de VACTERL, entre otros.
- **Otras causas:** relacionado con la presencia de tumores, tras radioterapia, escoliosis degenerativa e infecciones.

2.2. Aspectos epidemiológicos

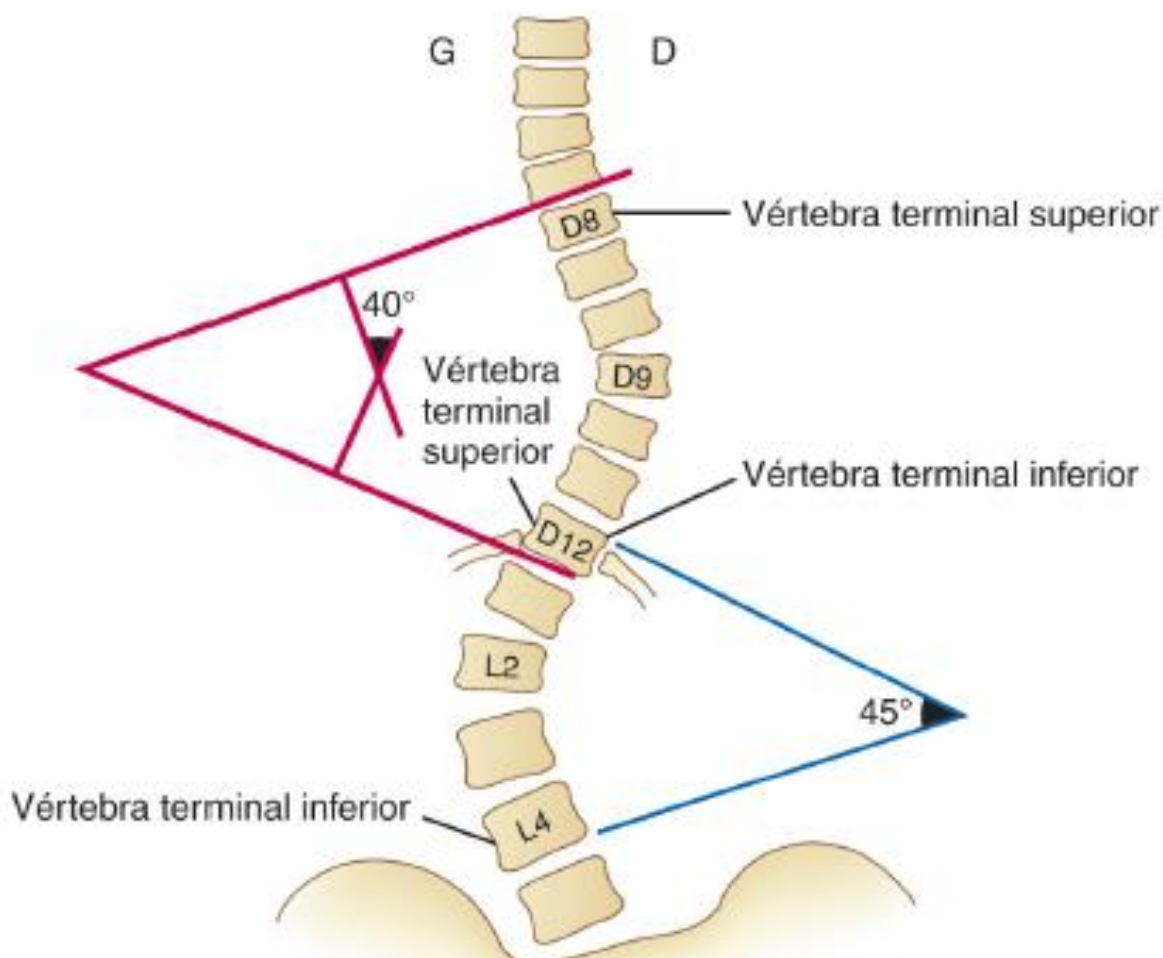
La prevalencia global de la EI es de 1 a 3%, con una gran variabilidad de rangos de acuerdo con distintos estudios y datos epidemiológicos reportados. Sin embargo, la estimación global agrupada para curvas espinales de, al menos, 10° o más, es del 1.34%. No obstante, la prevalencia de curvas con 20° o más, lo cual define al menos un seguimiento estrecho con el paciente o incluso la necesidad de brindar tratamiento, es de aproximadamente 0.22%. Por último, la prevalencia de pacientes, quienes han sido tratados por escoliosis ya sea de forma conservadora a través de OT o por intervención quirúrgica, es de 0.07% (1).

De igual modo, la incidencia de EI está ligada al género; siendo la proporción de niñas afectadas en comparación con los niños, en relación con la magnitud de la curva. Cuando el AC es de 10-20°, la relación de niñas afectadas: niños afectados es de 1.3:1; incrementándose a 5.4:1 con magnitudes entre 20-30°, y llega incluso hasta una proporción de 7:1 con valores angulares superiores a los 30° (9).

2.3. Diagnóstico

La evaluación radiográfica continúa siendo el estándar de referencia para el diagnóstico de EI, utilizando el método de Cobb (MC). Este último representa el ángulo formado por una primera línea trazada sobre el platillo superior de la vértebra límite superior (es decir, la vértebra craneal más inclinada) y una segunda línea sobre el platillo inferior de la vértebra límite inferior (correspondiente a la vértebra inferior de la curva escoliótica con mayor inclinación) (Figura 1). Por comodidad, de forma usual se dibuja el ángulo complementario formado por las perpendiculares a dichas rectas; tras lo cual, una magnitud de 10° o más en dicha angulación permite realizar el diagnóstico de EI, una vez descartadas las causas secundarias de escoliosis mencionadas con anterioridad (9).

Figura 1. Método de Cobb empleado para el diagnóstico de escoliosis.



Nota: Una medición del ángulo de Cobb $\geq 10^\circ$, excluyendo causas secundarias de escoliosis, permite diagnosticar la EI.

2.4. Formas de clasificación

Una gran variedad de clasificaciones para la EI han sido propuestas a través de las diversas investigaciones. Sin embargo, la mayoría se han desarrollado con fines quirúrgicos. Aun así, la International Scientific Society on Scoliosis Orthopaedic and Rehabilitation Treatment (SOSORT por sus siglas en inglés) ha respaldado, por medio de consensos, las subclasificaciones relacionadas con la edad cronológica, magnitud angular y ubicación topográfica del ápex de la curva (9).

A. Edad cronológica: se realiza al momento del diagnóstico de EI. Es importante, ya que, cuanto mayor tiempo entre el diagnóstico y la conclusión de la madurez esquelética (ME), mayor riesgo de desarrollar una deformidad más severa. Desde este punto de vista, la escoliosis se divide en

cuatro principales tipos de EI, siendo la principal forma de clasificación (mas no lo única) en relación con la edad del individuo (Tabla 1).

Cabe resaltar que, dentro de la edad cronológica, existen otras clasificaciones que se han ido desarrollando, pero que aún no terminan de estandarizarse. La escoliosis de inicio temprano (EITe) es un término que engloba un conjunto de deformidades espinales que se diagnostican antes de los 10 años, siendo posterior a este periodo una escoliosis de inicio tardío (EITa). La EITe tiene un alto riesgo de desarrollar escoliosis severa al final del crecimiento, incrementando la morbilidad y mortalidad (deformidad significativa, deterioro cardiopulmonar). La clasificación previamente tenía un límite de 5 años, no obstante, como el principal crecimiento alveolar ocurre en los primeros 8 años de vida, una deformidad severa al finalizar la madurez afectaría negativamente la madurez pulmonar, por lo que se delimitó recientemente a 10 años (10).

La problemática con respecto a esta forma de clasificación es que considera EITe a cualquier deformidad de 10° o más en plano frontal sin importar la causa; por lo que, además de la EI, también considera la escoliosis neuromuscular, escoliosis congénita e incluso la escoliosis sindrómica. De tal forma que, si bien toma en cuenta una caracterización del problema y sugiere un pronóstico cardiopulmonar significativo, no permite realizar una distinción etiológica; siendo esta última parte indispensable en términos de tratamiento y pronóstico (10).

B. Magnitud angular según el Método de Cobb: se realiza con base en la curva frontal a través del estudio radiológico de columna. Es de gran importancia, dado que es uno de los factores más determinantes para decidir el manejo a través del tratamiento conservador (Tabla 1).

C. Ubicación topográfica: basada en la localización anatómica de la curva en el plano frontal. La más antigua divide las curvas de acuerdo con el sitio topográfico del ápex (Tabla 1).

Existen algunas otras agrupaciones descritas para la EI que son empleadas de forma regular en la planificación operatoria, como es el caso de la clasificación de Lenke. No obstante, no permite clasificar de manera específica a un paciente desde el punto de vista del manejo conservador a través de las OT.

Tabla 1. Clasificación de la escoliosis idiopática según edad, magnitud angular y topografía del ápex de la curva.

Cronológica (años)		Magnitud angular (°)		Topografía del ápex	
El Infantil	0-2	Leve	10-20°	Cervical	↑ DI C6-C7
El Juvenil	3-9	Moderada	21-35°	Cérvico-torácico	C7-T1
El del Adolescente	10-17	Moderada a severa	36-40°	Torácica	DI (T1-T2)-T11-T12
El del Adulto	≥18	Severa	41-50°	Toracolumbar	T12-L1
Escoliosis de inicio temprano*	<10	Severa a muy severa	51-55°	Lumbar	↓DI L1-L2
Escoliosis de inicio tardío*	≥10	Muy severa	≥56°		

El: Escoliosis idiopática; DI: Disco intervertebral.

**Dentro de la escoliosis de inicio temprano y tardío, engloba otros tipos de escoliosis junto a la EI.*

2.5. Etiopatogenia de la EI

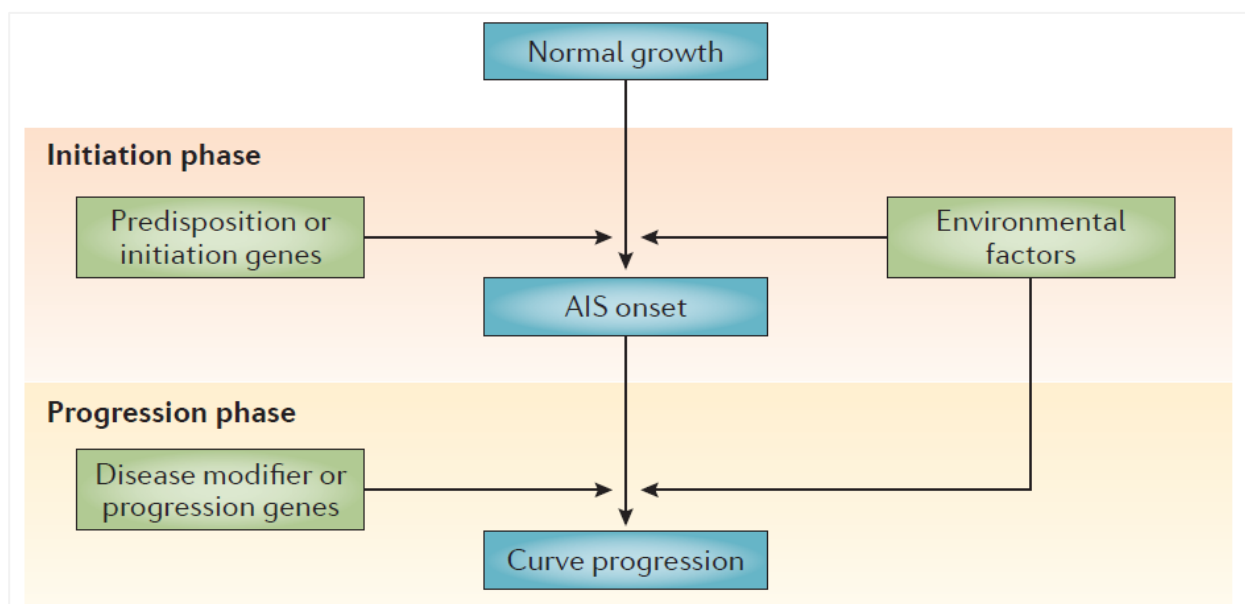
El origen de la EI cuenta con un amplio rango de conceptos e hipótesis propuestas, sin poder determinar una teoría etiopatogénica convincente. Más que lo anterior, el consenso actual sobre el proceso desencadenante de la escoliosis relaciona múltiples causas en un paciente con predisposición a sufrir EI. Las teorías pueden ser divididas en seis principales categorías de acuerdo con el tipo de anomalía descrita: genética, sistema nervioso central (SNC), crecimiento esquelético, metabolismo óseo, vías metabólicas y teoría biomecánica (1).

A pesar de la fuerte evidencia sobre la base genética, las variantes específicas permanecen escasamente entendidas. La herencia define un efecto aditivo estimado de 38% en el desarrollo de la deformidad, en favor de un complejo modelo poligénico. Además, varias anomalías morfológicas y funcionales ligan la etiopatogenia desde un punto de vista neurológico. Mayores diferencias regionales en el volumen cerebral del tallo y cuerpo calloso, desigualdad en los patrones de maduración cortical y patrones de activación cortical alterados son parte de las hipótesis relacionadas con crecimiento neuro-óseo asincrónico (1).

La teoría de crecimiento óseo y vías metabólicas plantea que la interacción disfuncional entre genes específicos y factores ambientales lleva a la alteración en la regulación y modulación del crecimiento, metabolismo óseo y remodelación del hueso. Esto finalmente se expresa en osteopenia, mineralización y microarquitectura ósea defectuosa. Factores como la disminución en la leptina y composición corporal con bajo peso se añaden a las teorías de crecimiento como factores de regulación metabólica responsables de fenotipos anormales en pacientes con EI (1).

En consecuencia, la EI tiene un sin número de factores relacionados con su inicio y progresión. Es probable que, dentro de estas circunstancias multifactoriales, agentes externos en conjunción con predisposición particular de cada individuo (genética, alteraciones metabólicas y esqueléticas) sean las responsables del inicio de la deformidad y que factores biomecánicos asociados al ambiente junto a modificadores genéticos de la condición tengan un mayor peso en la progresión de la EI (Figura 2) (1).

Figura 2. Modelo etiopatogénico propuesto para la EI



Nota: La interacción de factores ambientales y predisponentes se conjuga en un modelo multicausal de inicio y progresión.

2.6. Historia natural

La EI se puede desarrollar en cualquier momento durante la niñez y la adolescencia. Comúnmente, aparece en periodos de rápido crecimiento, donde, al existir un aumento en la talla del tronco, hay un inherente riesgo de empeoramiento de la deformidad. Los picos de crecimiento son usualmente tres durante dicho periodo (9):

1. Entre los 6-24 meses de vida.
2. Entre los 5-8 años.
3. Durante la pubertad: momento en que se produce el pico de crecimiento más acelerado, generalmente, entre los 11-14 años de vida.

El pico de crecimiento acelerado durante la pubertad inicia con crecimiento longitudinal de las extremidades, tras lo cual, ocurre posteriormente un crecimiento a nivel del esqueleto axial, dándose la progresión más significativa de la EI. Este potencial de empeoramiento de la deformidad es mucho menor una vez finalizada la etapa de crecimiento. Llegado a este punto, una curva con magnitud de $\geq 50^\circ$, según el AC, tendrá una probabilidad de progresión del 100% durante la edad adulta, debido a la deformidad y colapso progresivo óseo (9).

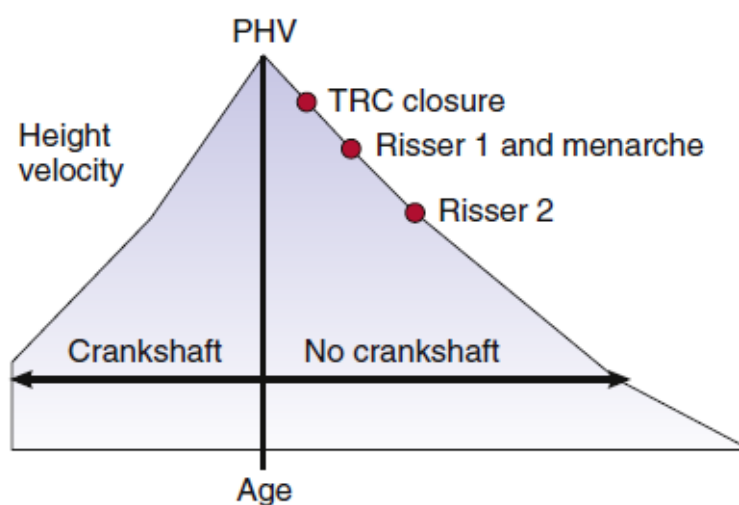
En este sentido, se vuelve especialmente importante el reconocimiento de factores asociados con los momentos de mayor crecimiento y, por tanto, mayor probabilidad de empeoramiento de la deformidad. Una curva es considerada progresiva, si se documenta un aumento de más de 5° en la magnitud del AC entre dos mediciones radiológicas. Entre los factores por considerar relacionados con la progresión de la EI, el nivel de madurez es un aspecto fundamental, el cual puede ser valorado de distintas maneras (9, 11):

- **Edad cronológica:** cuanto más joven al momento del diagnóstico de la curva, hay mayor riesgo de progresión.
- **Género:** el género femenino tiene mayor riesgo de progresar en contraposición al masculino.
- **Velocidad máxima de crecimiento (VMC):** corresponde a una medida del crecimiento esquelético máximo que se produce durante el periodo de crecimiento acelerado de la pubertad. Su utilidad se basa en que es una medida sumamente consistente reportada en la literatura, permitiendo predecir el periodo de crecimiento residual de forma más precisa

que otros métodos. Durante el crecimiento acelerado de la pubertad, el tronco aumenta su talla de forma progresiva, coincidiendo su pico máximo de velocidad, con la VMC (Figura 3). Se calcula a través de cambios en la estatura sobre el tiempo, requiriendo al menos 6 meses de diferencia entre ambas estimaciones. Esta VMC es aproximadamente 8 cm/año para niñas y 9.5 cm/año para niños; ocurriendo a los 11.5 años en promedio para las mujeres norteamericanas.

- **Cese de la velocidad de crecimiento longitudinal:** ocurre cuando la velocidad de crecimiento cae por debajo de 2 cm/año, disminuyendo el riesgo de progresión.
- **Madurez sexual:** determinada a través de los estadios clínicos de Tanner.
- **Madurez ósea (MO):** el método de Risser es el más empleado para estimar la MO; sin embargo, no es el más preciso. En realidad, el inicio de la osificación de la apófisis iliaca ocurre posterior a la VMC e incluso después del cierre del cartílago trirradiado. Este último se acerca de forma más precisa al pico de velocidad de crecimiento longitudinal, por lo que, en algunos textos, el estadio de Risser 0 se ha dividido; un Risser 0+ para apertura del cartílago trirradiado y un Risser 0- cuando el mismo se encuentra cerrado. Sucede de forma similar con la evaluación radiológica de Sanders que, si bien no es utilizada de forma usual, permite presagiar de forma más exacta el momento en el crecimiento longitudinal en que se encuentra el paciente (Figura 3).

Figura 3. Velocidad de crecimiento longitudinal en relación con la velocidad máxima de crecimiento (“Peak Height Velocity”, PHV), cierre del cartílago trirradiado (Triradiate cartilage closure, TRC) y el estadio de Risser.



Nota: La VMC correlaciona de mejor forma con el pico máximo de crecimiento longitudinal.

Otros parámetros relacionados con la progresión de la curva en EI son (9, 11):

- **Magnitud inicial de la curva:** de forma estimada, al inicio de la pubertad, el riesgo de progresión es del 20% para curvas de 10°, siendo de 60% para curvas de 20° y de hasta el 90% para curvas de 30°.
- **Rotación vertebral:** cuanto mayor rotación vertebral, mayor es el riesgo de progresión.

Los resultados han sido diversos respecto a la historia natural de la deformidad. A manera de recopilación, la evidencia describe que un paciente que se deja sin manejo conservador de la EI, quien presenta una deformidad con magnitud angular de 20°-35° y un nivel de madurez ósea según Risser de 0-1, tiene entre un 66%-79% de probabilidad de progresar más de 5° durante los siguientes años. De tal forma que el reconocimiento de las etapas de crecimiento es crucial, ya que permite iniciar, continuar e incluso finalizar con el tratamiento ortésico (9, 11).

2.7. Historia y evaluación clínica

2.7.1. Historia clínica

Constituye el primer paso en el abordaje clínico de pacientes con EI. Los pacientes con EI tienen de forma usual un seguimiento periódico hasta alcanzada la madurez. Sin embargo, la primera evaluación médica tiene especial relevancia, debido a que requiere una serie de preguntas adicionales con el fin de descartar causas secundarias de escoliosis, así como conocer el contexto general patológico que es específico de cada individuo. El abordaje durante este primer encuentro debe considerar (a modo de ejemplo) aspectos como los siguientes (12):

- Antecedentes heredofamiliares: escoliosis en otros parientes, trastornos genéticos diagnosticados en familiares.
- Historia perinatal: factores de alto riesgo durante el embarazo, complicaciones perinatales y posnatales.
- Historia del desarrollo: consecución de los hitos del desarrollo, problemática conductual y del aprendizaje.
- Antecedentes ginecológicos: edad de menarca.
- Antecedentes personales patológicos: enfermedades genéticas diagnosticadas, enfermedades neurológicas, epilepsia o convulsiones, trauma cráneoencefálico, enfermedad de tejido conectivo.

Por otra parte, durante el seguimiento de los pacientes con EI, es de suma importancia en cada evaluación subsiguiente indagar sobre aspectos relacionados con la deformidad y el tratamiento instaurado. Es recomendable durante el seguimiento realizar preguntas como las siguientes (12):

- ¿En qué momento utiliza la OT y en qué momento la retira?
- ¿Cuántas veces a la semana realiza ejercicio físico/EFEE y cuánto tiempo tarda en cada sesión?

Finalmente, es imprescindible la evaluación e impacto de las deformidades espinales en la calidad de vida, así como introducir en la práctica clínica cuestionarios relacionados de forma específica con el uso de ortesis de tronco. Las guías clínicas de EI recomiendan algunos cuestionarios (9):

- **Scoliosis Research Society (SRS-22):** es el cuestionario más utilizado en EI tanto en adolescentes como en adultos; cuenta con validez y confiabilidad. Evalúa la calidad de vida a través de cinco dominios (función, dolor, imagen corporal, salud mental y satisfacción del tratamiento). Se encuentra validado al idioma español, por lo que, en este medio, es una herramienta de gran ayuda en la autoevaluación de los pacientes (13).
- **Scoliosis Appearance Questionnaire (SAQ):** es una medida de la calidad de vida específica de la enfermedad, con el objetivo de evaluar la imagen corporal en EI. Es especialmente para pacientes jóvenes por su diseño visual a través de dibujos junto a preguntas verbales, documentando buena confiabilidad. Tiene el inconveniente de no estar validado al idioma español (9).
- **Bad Sobernheim Stress Questionnaire (BSSQBrace):** es un cuestionario elaborado en Alemania con el fin de medir la calidad de vida en pacientes que específicamente utilizan tratamiento ortésico. Consta de ocho ítems relacionados con las OT, documentando confiabilidad con una consistencia interna satisfactoria. Este cuestionario fue validado al idioma español, siendo útil en aquellos pacientes intervenidos con OT (14).
- **Brace Questionnaire (BrQ):** representa, junto con el BSSQBrace, el cuestionario más empleado durante el tratamiento ortésico. Se administra en pacientes entre 9-18 años, evaluando ocho dominios perceptivos de salud general, funcionamiento físico, funcionamiento emocional, autoestima y estética, vitalidad, actividad escolar, dolor y funcionamiento social. Tiene la ventaja de ser válido, confiable y receptivo al cambio; sin embargo, no cuenta con estudios que verifiquen su validez al idioma español (15).

2.7.2. Evaluación clínica

Los aspectos más importantes en esta etapa pueden describirse de forma cuantitativa o semicuantitativa, así como aspectos cualitativos. Los parámetros más importantes de evaluar en EI se pueden dividir de la siguiente forma (12, 16):

A. Parámetros antropométricos: estatura, altura del tronco y peso.

B. Observación: toma en cuenta examinación detallada de la piel en busca de manchas café con leche, fibromas subcutáneos; anomalías ectodérmicas en línea media espinal o aracnodactilia.

C. Evaluación estética de la superficie: al ser la estética un factor determinante de la evaluación, es imprescindible su valoración a través de escalas de asimetría del tronco. Algunas de las más utilizadas son las siguientes:

1. *TRACE (Trunk Aesthetic Clinical Evaluation)*: escala de 12 puntos basada en el grado de asimetría de los hombros, escápula, hemitórax y cadera. Tiene la ventaja de poder utilizarse en el ámbito fisioterapéutico para valorar la asimetría postural.
2. *POTSI (Posterior Trunk Symmetry Index)*: evalúa la asimetría del tronco y, por tanto, puede usarse en pacientes con EI. Sin embargo, no es suficientemente sensible para evaluar cambios durante la progresión.
3. *ATSI (Anterior Trunk Symmetry Index)*: una escala que evalúa la superficie anterior del tronco.

D. Características sexuales secundarias: determinación de la madurez sexual por medio del estadio de Tanner.

E. Discrepancia en la longitud de miembros inferiores: es recomendable como un paso preliminar, ya que una importante diferencia en la longitud puede alterar otras medidas relacionadas con la evaluación del tronco.

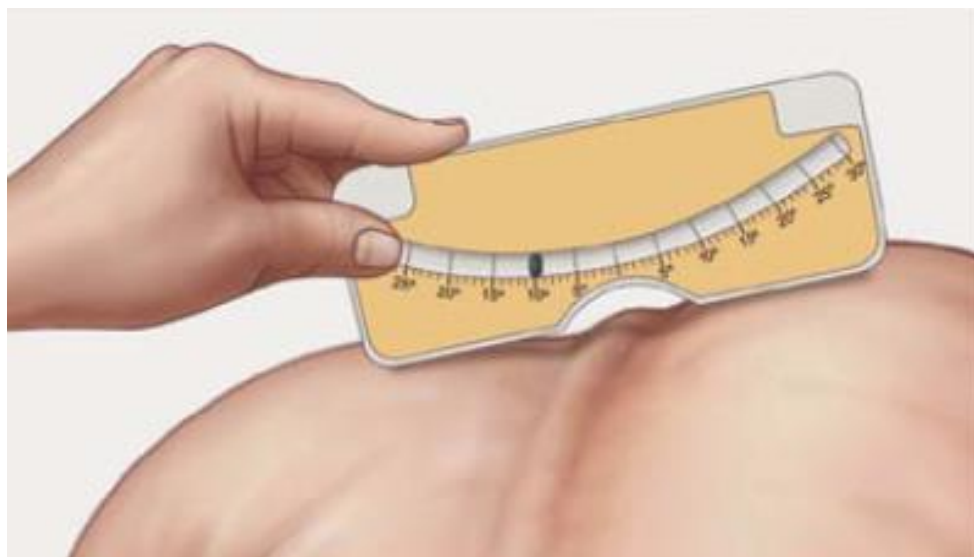
F. Evaluación del plano frontal: incluye la determinación de la línea de la plomada. Además, la evaluación clínica de asimetrías a nivel de hombro, escápulas, pliegue de cinturas y cresta iliaca (oblicuidad pélvica).

G. Evaluación del perfil sagital: incluir la evaluación de las flechas sagitales, así como la evaluación de la inclinación pélvica.

H. Evaluación del plano transversal: confiere una de las valoraciones clínicas más imprescindibles para el seguimiento de los pacientes que utilizan OT. Se puede realizar cualitativamente a través del test de Adams, sin embargo, en la actualidad se enfatiza en dar continuidad y determinar la efectividad de las intervenciones a través de su medición cuantitativa. Ambas medidas correlacionan con la magnitud del AC. Los métodos mejor empleados para estimar la rotación en el plano transversal son:

1. *Medida del Ángulo de Rotación del Tronco (ART):* con el paciente en bipedestación se solicita una flexión anterior del tronco, con pies juntos, miembros superiores colgando al lado del cuerpo y palmas de las manos unidas. Se coloca el escoliómetro de Bunnell o por medio de una aplicación a través de teléfonos inteligentes; y se mide en grados el punto de mayor inclinación de cada giba (Figura 4).

Figura 4. Medida del ángulo de rotación del tronco (ART) utilizando el escoliómetro de Bunnell, colocado sobre el punto de mayor inclinación del tronco.



2. *Altura de la giba (AG):* se coloca el escoliómetro en el lado opuesto de la giba y posterior a tener una inclinación de 0° en el lado contralateral, se mide desde dicho punto la altura de la giba. La medición se describe en centímetros.

Figura 5. *Medición de la altura de la giba en un paciente con EI.*



Nota: La diferencia entre las líneas se reporta en milímetros.

I. Evaluación de la rigidez de la curva: aporta información valiosa durante el tratamiento con OT. Para su evaluación, se le pide al paciente que se coloque en posición de Adams, tras lo cual se le pide que se incline hacia un lado y, posteriormente, al lado contralateral. Si la curva no está estructurada o rígida, es posible observar cómo la giba se invierte.

J. Laxitud articular/hipermovilidad: permite evaluar en busca de enfermedades secundarias, además de la planificación de ejercicio, ya que algunos están destinados a mejorar la movilidad y generar hipermovilidad, lo que puede ayudar a guiar una mejor elección de ejercicios para el tratamiento.

K. Otras evaluaciones: el diagnóstico de EI se realiza descartando condiciones secundarias. Por lo que es especialmente útil la realización de un examen neurológico completo.

2.8. Evaluación radiológica

La evaluación radiológica es de suma importancia tanto para el diagnóstico como para el seguimiento de pacientes con EI. Las guías clínicas del tratamiento y manejo anotan la necesidad de evaluar el plano frontal y sagital durante el primer encuentro. Posteriormente, se realiza el seguimiento cada 6-12 meses; donde se evita la radiografía de perfil en caso de no ser requerida. Lo anterior plantea un esfuerzo por limitar la radiación y monitorizar la evolución de la deformidad a través de la valoración clínica precisa. La radiografía permite evaluar una serie de características (9):

A. Radiografía posteroanterior (PA)

- Medición del AC.
- Signo de Risser.
- Rotación vertebral a través del torsiómetro de Perdriolle o método de Nash y Moe.
- Apertura o cierre del cartílago trirradiado.
- Oblicuidad de la pelvis.

B. Radiografía lateral

- Medición de la cifosis y lordosis.
- Parámetros de balance sagital global: eje vertical sagital, ángulo espino-sacro y ángulo espino-pélvico.
- Parámetros de morfología y posición pélvica: ángulo de incidencia pélvica, inclinación pélvica e inclinación sacra.

2.9. Opciones de tratamiento

La EI plantea un enfoque de manejo dividido en tratamiento conservador y tratamiento quirúrgico; a través de una pirámide con medidas de menor impacto hasta intervenciones quirúrgicas complejas. Desde la perspectiva conservadora, se pueden mencionar las principales opciones de la siguiente forma (9):

A. Observación: es el primer paso de un abordaje activo para la EI. Consiste en seguimiento clínico regular en un rango que podría variar de entre 2 a 3 meses, hasta 36 a 60 meses; de acuerdo con la situación clínica específica.

B. Ejercicios fisioterapéuticos específicos de escoliosis (EFEE): corresponde a los ejercicios específicos basados en autocorrección tridimensional, generando una postura correcta. Existen siete escuelas distintas de EFEE que han demostrado efectividad a través de publicaciones científicas. Utilizan frecuencias semanales y duraciones diarias que varían de acuerdo con la complejidad de las técnicas, motivación y habilidad por parte del paciente de llevar a cabo los ejercicios.

C. Ortesis de tronco: consiste en el uso de un dispositivo ortopédico correctivo, que aplica una serie de fuerzas externas sobre la columna y el tronco, llevando al paciente a una rectificación de la deformidad. Cuenta con una serie de principios cruciales para su funcionamiento, con el objetivo primordial de detener la progresión de la EI. La OT se prescribe por un tiempo de uso determinado, usualmente hasta alcanzar la madurez. De acuerdo con la SOSORT, las OT incluye las siguientes modalidades:

1. *Ortesis blanda:* incluye el sistema SpineCor y otros diseños similares.
2. *OT rígida de uso nocturno (8-12 horas/día):* conlleva su utilización durante el tiempo en cama.
3. *OT rígida de tiempo parcial (12-20 horas/día):* implica su uso principalmente fuera de la escuela + tiempo en cama.
4. *OT rígida de tiempo completo (20-24 horas/día):* supone su empleo durante todo el tiempo (en la escuela + fuera de la escuela + tiempo en cama). Dentro de esta modalidad, también se incluyen los yesos (actualmente en desuso), los cuales constituían la primera intervención temporal antes de prescribir una OT rígida.

Las OT constituyen un pilar importante en el manejo conservador actual de la EI; pese a lo cual, la evidencia no siempre ha apoyado su utilización. Existen una serie de factores relacionados con su prescripción, elaboración y principios de funcionamiento, que han impedido generar un sólido soporte científico. A través de los siguientes apartados, se desea actualizar los principales estudios clínicos relacionados con el empleo de las OT, así como la descripción de una serie de características particulares en relación con la mecánica, clasificación y diseño de las OT en el abordaje actual de la EI.

CAPÍTULO III. EVIDENCIA DE LAS ORTESIS DE TRONCO EN ESCOLIOSIS IDIOPÁTICA

3.1. Antecedentes e historia del manejo de la escoliosis

Las primeras descripciones de curvas anormales en la columna vertebral fueron realizadas en el tratado *Corpus Hippocraticum* entre los siglos V y IV a.C. Durante esta época, Hipócrates basaba el tratamiento de estas personas por medio de extensión longitudinal (es decir, tracción) en combinación con una dieta específica. Esta forma de manipulación espinal era llevada a cabo a través de la escalera y el banco hipocráticos (Figura 6). El principio biomecánico utilizado por Hipócrates era el de generar una fuerza de tracción sobre la columna vertebral, a la vez que aplicaba una fuerza o presión directa en el lugar de la giba (17).

Figura 6. Ilustración de la escalera y el banco hipocráticos, primeros métodos de tratamiento de las deformidades espinales.



Posteriormente, fue hasta el siglo XVI cuando se tiene evidencia de la creación de una ortesis para tratar las deformidades vertebrales. En este contexto, Antonio Paré, en el año 1975, utiliza por primera vez en la historia corsés de hierro perforado, con la finalidad de tratar niños con escoliosis. La innovación continuó hasta el siglo XIX, momento en que el cirujano Lewis Sayre

utiliza vendaje de yeso para manejar a sus pacientes con escoliosis y otras deformidades del tronco. Los individuos inicialmente eran suspendidos de ambos brazos para generar tracción vertebral, posterior a la cual se creaba un molde de yeso alrededor del tronco llamado Sayre Jacket. Ambos personajes son los responsables de crear las bases para el desarrollo de los aparatos ortopédicos modernos (18).

Durante los primeros años del siglo XX, se fueron utilizando de forma más amplia, distintos tipos de ortesis rígidas construidas con yeso de Paris o fibra de vidrio. Estos últimos inmovilizaban completamente al paciente, al tiempo que generaban distracción paulatina en un mismo lado de la curva, lo que llevaba a corregir en exceso la deformidad y a empeorar las curvas compensatorias. Sin embargo, la era moderna del tratamiento ortésico tuvo sus inicios en 1946 con la invención del corsé de Milwaukee, utilizado de forma postoperatoria en sus comienzos. El corsé de Milwaukee marcó una pauta crucial, al ser la primera ortesis en la historia en generar corrección del tronco a través de mecanismos pasivos y activos. Tras lo cual, a finales del siglo pasado, dio paso a una tendencia sin precedentes relacionada con la innovación y confección de muchos diseños ortésicos, los cuales se utilizan actualmente en el manejo conservador de la EI (17, 18).

3.2. Eficacia del uso de ortesis de tronco en escoliosis idiopática

3.2.1. Evidencia previa a la publicación del estudio BrAIST

Uno de los impulsos más importantes para el accionar médico y científico ocurrió a partir del siglo XX, en el cual, el enfoque especulativo y práctico basado en la opinión de los más sabios queda excluido para dar paso a la investigación clínica y con ello la medicina basada en evidencia. De la misma manera, el uso de OT en el tratamiento conservador de la EI tuvo un inicio contemplativo, con evidencia escasa y controversial. Desde entonces, la evidencia de las OT en el tratamiento de las deformidades del raquis ha aumentado, a pesar del obstáculo que plantea el diseño de estudios de alta calidad; debido a la imposibilidad de aleatorización y a la amplia variedad de ortesis disponibles que dificulta su comparación (19).

Entre los primeros estudios clínicos elaborados, Nachemson et al. (20) llevan a cabo un estudio multicéntrico prospectivo, en 286 mujeres con edades entre los 10 y 15 años. Entre los criterios de inclusión, incorporaron curvas escolióticas torácicas o toracolumbares únicas, con AC entre 20°-35°. Fueron agrupadas en tres grupos; el primero utilizó una ortesis toracolumbosacra

(TLSO), el segundo empleó estimulación eléctrica a nivel de tronco y el tercero fungió como control. Tras 4 años de tratamiento, la tasa de éxito (curvas que no progresaron $\geq 6^\circ$) fue del 74% con el uso del TLSO, 33% con estimulación eléctrica y 34% en el grupo control; se concluye que el tratamiento con OT puede prevenir la progresión de la escoliosis (20).

Posteriormente, Dolan y Weinstein (21), en su revisión sistemática sobre las tasas quirúrgicas posterior al uso de OT, documentaron que el 23% de pacientes ortesados con una TLSO ameritó posteriormente cirugía; en contraposición al 22% de los pacientes únicamente observados, sin lograr evidencia contundente para recomendar un abordaje sobre el otro. Estos antecedentes exponían una serie de limitaciones que preocupantemente brindaban conclusiones inconsistentes de cualquier nivel de evidencia. Por su parte, Shaughnessy (19) notó la gran heterogeneidad en los resultados de estos estudios previos, debido a que el uso del dispositivo ortopédico no solo dependía de su confección y prescripción adecuada, sino del cumplimiento por parte del paciente (19, 21).

Como parte de esta gran diversidad metódica y de resultados descritos en el pasado, la Sociedad de Investigación en Escoliosis (Scoliosis Research Society; SRS) estableció en el 2005 los criterios de inclusión para realizar estudios con ortesis en EIA. El objetivo principal de dicha promulgación fue otorgar una estandarización metodológica en los ensayos clínicos, de tal forma que se procuraran diseños más homogéneos que brindaran conclusiones con mayor utilidad en el tratamiento conservador de la escoliosis. Dichos principios fueron la inclusión de individuos con EI que, además, presentaran (22, 23):

- Edad de 10 años o más al momento de la prescripción de la ortesis.
- Madurez esquelética con Risser entre 0 y 2.
- Curvas primarias con AC entre 25° - 40° .
- No haber recibido tratamiento previo.
- En el caso de mujeres, que estuvieran en etapa premenárquica o menos de un año posterior al momento de la primera menstruación.

Así mismo, se definió la efectividad del tratamiento ortésico por medio de lo siguiente (22, 23):

- El porcentaje de individuos con progresión de $\leq 5^\circ$ de Cobb en contraposición a aquellos con $\geq 6^\circ$ al momento de la ME.
- El porcentaje de pacientes con curvas excediendo los 45° al momento de la MO y en quienes se les recomendó o llevó a cabo un procedimiento quirúrgico para corrección de la escoliosis.

Todo lo anterior con el agregado de un seguimiento por al menos 2 años posterior a alcanzada la MO, con el objetivo de determinar la cantidad subsecuente de pacientes que ameritaron cirugía en etapas más tardías de la escoliosis (22, 23).

De esta forma, Janicki et al. (24) realizan un primer ensayo de cohortes retrospectivo, utilizando los nuevos criterios de la SRS. No obstante, posterior a comparar el uso de una TLSO versus la ortesis Providence, la progresión documentada fue del 85% y del 68% para la ortesis rígida y la ortesis nocturna, respectivamente. Constatando, en primera instancia, una serie de desenlaces pocos favorables con el uso de las OT. A pesar de esto, los autores critican parte de los resultados obtenidos, debido a una gran variabilidad de factores demográficos y a la escasa aceptabilidad del manejo ortésico (24).

Contemporáneamente, Negrini et al. (25) publican, a través de la base de datos Cochrane, la evidencia hasta ese momento publicada en relación con el manejo ortésico. En el análisis primario de uno de sus ECA, se comparó el uso de una ortesis rígida contra el sistema SpineCor en 43 jóvenes con edades entre 10 y 14 años; con Risser ≤ 2 y curvas entre 20° - 30° . Posterior a 45 meses de seguimiento, la ortesis rígida documentó una tasa de fracaso del 4.7% contra el 31.8% de la población con SpineCor; reflejando no solo la efectividad, sino la superioridad de la ortesis rígida. Así mismo, la revisión resalta que la aceptación de ambas ortesis es comparable, aunque con una mayor problemática de calor en relación con la ortesis rígida y una menor practicidad con respecto al uso del sanitario con la ortesis blanda (25).

Aplicando nuevamente los criterios de la SRS, Aulisa et al. (26) realizan un estudio en 50 pacientes empleando la ortesis corta de tronco de acción progresiva (PASB, Progressive Action Short Brace). Esta ortesis se basa en el principio biomecánico de corrección en los tres planos, invirtiendo el crecimiento asimétrico vertebral y haciendo hincapié en la fuerza desrotativa en el

plano horizontal. Posterior a 2 años de intervención, el 94% de los individuos experimentó corrección de la curva (en promedio de 13°) y el 6% restante estabilidad de esta. De esta forma, se suma evidencia en favor del tratamiento ortésico; el cual, cuando es usado correctamente (tanto por el equipo médico como por el paciente), modifica la historia natural de la deformidad (26).

Así mismo, Davies et al. (27) realizan una revisión sistemática enfocada no únicamente en el manejo ortésico, sino tomando en consideración las repercusiones en la calidad de vida (el impacto social y psicológico) que puede conllevar el uso de un dispositivo ortopédico durante los años de la adolescencia. Los autores notaron que la tasa de progresión fue del 15% para el grupo ortesado contra el 45% para el grupo únicamente observado, sin evidenciar cambios estadísticos de relevancia en cuanto al desenlace quirúrgico para los pacientes sometidos al tratamiento. Lo más interesante de los ensayos que se enfocaron en la calidad de vida con el uso de las OT es que no se reportaron diferencias significativas entre ambas corrientes de intervención; sino que hubo una inclinación hacia las ortesis en relación con los subdominios de dolor y satisfacción (27).

Todo lo anterior refleja los primeros intentos por documentar el efecto de las OT; aún con mucha variación en los resultados y una gran incertidumbre acerca de si será eficaz la implementación de un dispositivo ortopédico en el tratamiento conservador de la EI. Gran parte del pensamiento y, por tanto, del accionar en el ámbito ortopédico, se modificó posterior al estudio BrAIST, concediendo una nueva oportunidad a las escasas corrientes de pensamiento que aún fabricaban y creían en los aparatos ortopédicos.

3.2.2. Evidencia a partir de la publicación del estudio BrAIST

BrAIST es un estudio clínico con un diseño multicéntrico, prospectivo y parcialmente aleatorizado; divulgado a la comunidad científica en el 2013. Es, probablemente, el estudio con mayor repercusión en relación con la utilidad del manejo ortésico en EI. Pensado inicialmente como un ECA, el 60% de los pacientes declinó la aleatorización, por lo que se dividió en una cohorte aleatoria (116 individuos) y otra cohorte de preferencia (126 individuos que escogieron su propio tratamiento). El grupo experimental de cada cohorte (incluyendo aquellos pacientes aleatorizados más los que eligieron el tratamiento intervencionista) utilizó una TLSO por un mínimo de 18 horas/día, con sensores de temperatura para determinar la adherencia. El ensayo fue detenido prematuramente por razones éticas, debido a los resultados fuertemente positivos en favor del

uso de ortesis, con una tasa de éxito del 72% contra el 48% en la población observada, siendo el número necesario para tratar (NNT) de 3 (5).

Asociado a lo anterior, Sanders et al. (28) refuerzan los resultados obtenidos con anterioridad; al realizar un estudio prospectivo no aleatorizado en 100 pacientes con EIA. Se utilizó una ortesis rígida de Boston con sensores de calor, para determinar la asociación entre cumplimiento y efectividad. Los pacientes con baja adherencia al tratamiento (≤ 2 horas/día) presentaron una tasa de progresión (definida como aumento a rangos quirúrgicos $\geq 50^\circ$) del 44.4%, en contraposición a 6.5% de fracaso en los pacientes que utilizaron el corsé entre 10-14/día e incluso 0% de progresión en los que cumplieron al menos 14 horas/día de tratamiento. Lo anterior arrojó una fuerte asociación entre dosis-respuesta de la ortesis, siendo el tratamiento ortésico efectivo solamente si va vinculado con un cumplimiento estrecho. El NNT fue también de 3 en el grupo de pacientes adherentes al tratamiento (28).

Otros estudios prospectivos observacionales fueron diseñados utilizando los criterios definidos de la SRS. Tal es el caso de Maruyama et al. (29); los cuales emplean la ortesis Rigo-Cheneau en 33 pacientes con EIA. Posterior a 33 meses, el 76% logró estabilización de la curva, 12% progresión y 3% ameritó cirugía. Así mismo, Aulisa et al. (30) comprueban la efectividad de la ortesis de Lyon en 102 pacientes con curvas torácicas; documentando en el 85.5% de los casos corrección de la curva (mejoría de al menos 6°), estabilización en el 13% y progresión en únicamente el 1.5%. Misma efectividad que fue documentada por Kuroki (31), quienes, en esta ocasión, utilizan una ortesis llamada *Osaka Medical College* en 31 sujetos con curvas únicas, múltiples, torácicas, toracolumbares e incluso lumbares. Al finalizar el periodo de seguimiento de 4 años y 8 meses en promedio, la tasa de éxito (corrección más estabilización) alcanzó el 67.7% (29, 30, 31).

Durante ese mismo año, Negrini et al. (32) actualizan el manejo de las OT a través de la base de datos Cochrane, reevaluando la evidencia y definiendo la prioridad de llevar a cabo estudios que tomen en consideración como medida primaria la calidad de vida, estética, discapacidad, desórdenes pulmonares y dolor; dejando los parámetros radiológicos como desenlaces secundarios. De los siete ensayos clínicos más relevantes, con un total de 662 participantes, únicamente el estudio BrAIST (incluido en la revisión) y el análisis de Nachemson et al. (20) reportaron calidad de vida a través del Pediatric Quality of Life Inventory (PedsQL) y el

cuestionario de salud SRS-22, respectivamente. Los estudios no arrojaron diferencias en la calidad de vida entre el uso ortésico y la observación (32).

Recientemente, Zhang y Li (33), a través de un metaanálisis, comparan la eficacia y seguridad de las OT en EIA. Siete estudios cumplieron con criterios de elegibilidad, teniendo en común la comparación exclusiva entre el uso de ortesis y el tratamiento observador. Tras efectuar la síntesis de datos, el estudio constató diferencias estadísticamente significativas hacia el tratamiento intervencionista. Además, se evaluó la calidad de vida por intermedio de The Child Health Questionnaire (CHC) y el Pediatric Outcomes Data Collection Instrument (PODSI) y se revela que los pacientes ortesados no tuvieron una calidad de vida significativamente inferior que la norma ajustada por edad. No obstante, mediante la aplicación del cuestionario BrQ (el cual pondera aspectos múltiples relacionados con el uso de una ortesis de tronco), se encontró que el 53.5% de pacientes reportó un impacto negativo en el tratamiento, en términos de satisfacción, aspectos psicológicos, motores, sociales y del ambiente escolar. Lo que evidencia la importancia de un equipo multidisciplinario con atención psicosocial incorporada (33).

Los antecedentes descritos, aunque con mayor trascendencia a partir del estudio BrAIST, permiten conceptualizar el manejo actual de la EIA a través de las OT, proporcionando algún nivel de evidencia para el accionar médico frente a las deformidades del raquis, siempre manteniendo una clara perspectiva entre el control de la curva y la calidad de vida; situaciones que requieren una gran atención y perspicacia a la hora de determinar la mejor opción de tratamiento. Esto ha dado paso a una serie de recomendaciones acerca de la prescripción de ortesis. Por tanto, resulta valiosa la consideración de características particulares de la escoliosis en relación con curvas moderadas a severas y el uso concomitante de las OT con otros métodos conservadores de la EI (32).

3.2.3. Ortesis de tronco en curvas mayores de 40°

Las indicaciones de las ortesis se han ido estableciendo de forma más concisa, producto de la evidencia. Partiendo de un objetivo fundamental de detener la progresión (en algunos casos reducirla), el beneficio principal de la ortesis se centra en curvas primarias aún en crecimiento entre 20°-40°. El desenlace del tratamiento conservador no se ha reportado únicamente en términos reales de evadir la cirugía, sino también en el número de individuos que se mantiene bajo un umbral quirúrgico, definido por la SRS $\leq 45^\circ$, el estudio BrAIST $\leq 50^\circ$ y la opinión de algunos cirujanos en $\leq 40^\circ$. Por tanto, se genera una zona gris entre 40-50°, donde se traslapan

las opciones de manejo. Sin embargo, el considerable porcentaje de individuos que rechazan la intervención quirúrgica da paso a ofrecer una alternativa a través del manejo con OT (34).

En este sentido, Lusini et al. (35) realizaron una intervención conservadora en 39 pacientes con curvas mayores a 45° (en promedio 52.5°), quienes habían rehusado el manejo operatorio. Dentro de las características de los sujetos, se precisaron edades mayores a 10 años y con un Risser al inicio de la intervención de 0-4. El grupo de experimentación fue subdividido con el objetivo de estimar el efecto con diferentes ortesis, en este caso, la ortesis rígida de Sforzesco y la ortesis rígida de Lyon, en contraposición al grupo control. Tras 5 años y 3 meses de tratamiento, la tasa de fracaso (determinada como aquellas curvas que progresaron $\geq 5^\circ$, fueron sometidas a fusión espinal o que estuvieran en lista de espera para intervención quirúrgica) fue del 20.5% en el grupo ortesado contra un 55.6% en el grupo control (35).

De forma similar, Aulisa et al. (36) detallan un estudio observacional prospectivo que incluyó participantes con curvas de magnitudes $\geq 40^\circ$, con edad mayor a 10 años y con Risser entre 0-4. Fueron tratados con una ortesis tipo PASB 57 pacientes con curvas toracolumbares y lumbares, al mismo tiempo que 47 individuos con curvas torácicas o dobles con la ortesis de Lyon. No solo se alcanzó una corrección y estabilización de las curvas en el 78% y 13%, respectivamente, sino que determinaron una correlación significativa entre el grado de rotación inicial (medida a través del método de Perdriolle) y la corrección promedio de la curva; con valores $\leq 20^\circ$ de rotación al inicio del tratamiento que resultaron en una corrección promedio de 16° en el AC (36).

Finalmente, Zaina et al. (34) llevan a cabo una revisión sistemática sobre la utilidad de la ortesis en curvas con indicación quirúrgica. En nueve estudios, con 563 pacientes incluidos con curvas primarias de 44.9° en promedio y distintas ortesis empleadas, se analizan para determinar el porcentaje de curvas con mejoría (disminución de $\geq 5^\circ$), estabilización (cambio menor de 5°) y progresión (aumento de $\geq 5^\circ$). Considerando la totalidad de estudios, se documentó una progresión en el 31%, estabilización en el 27% y progresión en el 42%. No obstante, tras el análisis por intensidad de tratamiento, únicamente con ensayos prospectivos, se evidenció una mejoría, estabilización y progresión en el 59%, 11% y 29%, respectivamente. Los autores concluyen que el abordaje ortésico es razonable en pacientes que rechazan la intervención quirúrgica (34).

3.2.4. Ortesis de tronco asociado a los EFEE

Los EFEE corresponden a ejercicios precisos designados a patrones de curvas determinados en la EI. Se basan en la autocorrección y autoelongación tridimensional, estableciendo una correcta postura que incida en las actividades de la vida diaria del paciente. Representan, junto al tratamiento ortésico, el manejo conservador de la EI; aunque su asociación con la primera no había sido ampliamente estudiada (22).

Negrini et al. (37) diseñan un estudio de cohortes prospectivo, con el fin de comprobar la eficacia del manejo ortésico junto a los EFEE. Setenta y tres pacientes, con una media de 12 años y curvas de 34.4° en promedio, fueron asignados a tres distintos tipos de ortesis de acuerdo con las características morfológicas de la curva (61.6% ortesis de Sibilla, 16.4% ortesis de Lyon y 6.8% al SpineCor). La escuela de EFEE se llevó a cabo a través del método Scientific Exercise Approach to Scoliosis (SEAS). Luego de 3 años y 4 meses de tratamiento combinado, la tasa de mejoría fue del 46.5%, con estabilización de las curvas en el 36.9% y progresión en el 9.6% (que ascendió a 15.1% posterior al análisis de intención por tratar) (37).

De igual forma, Schreiber et al. (38) publican un ECA, en el que analizan el beneficio de agregar los ejercicios de Schroth al manejo estándar de escoliosis (observación \pm ortesis según criterios de la SRS); en cuanto a la calidad de vida y resistencia muscular del tronco. El protocolo consistió en añadir 6 meses de EFEE de forma supervisada dentro del grupo experimental. Aplicando el Biering-Sorensen test (BST, prueba que evalúa la resistencia isométrica de los extensores del tronco), el SRS-22 y el Self Efficacy Questionnaire (SEQ), se demostró una mejoría significativa en la resistencia isométrica del tronco durante los primeros 3 meses de tratamiento; junto a la mejora en los subdominios de dolor y autoimagen evaluados a través de los cuestionarios de calidad de vida (38).

Así mismo, Kwan et al. (39), en un estudio prospectivo de casos y controles, comprobaron que los ejercicios de Schroth, junto a las ortesis, fueron más efectivos que el tratamiento ortésico solo. Evidenció tasas de mejoría en 17%, estabilidad en 62% y progresión en 21%; mientras que el manejo aislado documentó tasas del 4%, 46% y 50%, respectivamente. Mas recientemente, Karavidas et al. (40), siguiendo criterios de la SRS, investiga la efectividad de combinar el tratamiento ortésico junto a ejercicios de Schroth, con la meta de efectuarlos cinco veces a la semana por 30 minutos. Al completar el tratamiento en conjunto, se evitó la progresión de la curva en el 82.4% de pacientes, además de demostrar una diferencia significativa en la calidad de vida

(por medio del SRS-22) y una mejoría también significativa en el ART (9.3° a 7.1° para curvas torácicas y 7.4° a 5.1° para las lumbares) (39, 40).

En conclusión, los estudios han verificado la utilidad que representan los EFEE en conjunto al tratamiento ortésico en pacientes con EIA que se encuentran en el pico del crecimiento y con un alto riesgo de progresión. Este beneficio se ha evidenciado no solo en estabilizar la curva escoliótica, sino en mejorar la calidad de vida y brindar mayor fortalecimiento a la musculatura dorsal. Igualmente, la SOSORT puntualiza el beneficio de los EFEE en términos de función respiratoria, tanto con el uso concomitante de ortesis como de forma aislada.

3.2.5. Ortesis de tronco asociado al ejercicio físico

El ejercicio físico ha sido recomendado en personas con EIA por su relación dosis-respuesta entre el comportamiento sedentario y la calidad de vida relacionada con la salud. Por demás, la SOSORT sugiere continuar con la actividad recreativa durante el tratamiento ortésico, debido a los beneficios tanto físicos como psicológicos que puede causar. De igual manera, las actividades deportivas pueden continuar realizándose durante el manejo con dispositivos ortopédicos, ya que ha sido bien documentado su efecto en cuanto a la mejora del bienestar y la aptitud física en general (9).

Un estudio observacional investigó el efecto del ejercicio aeróbico en cicloergómetro por 30 minutos y cuatro veces por semana, en 20 pacientes con EIA que usaban una ortesis de Boston. Durante la realización de la actividad física, fue documentada una mejoría en algunos parámetros de función pulmonar en comparación al grupo control que no realizó ningún tipo de ejercicio (9).

Más recientemente, Negrini et al. (41) desean demostrar si las actividades deportivas pueden modificar los resultados terapéuticos en adolescentes con EIA, y que utilizan una OT por tiempo completo. De los 785 pacientes elegibles, el 36.9% continuó actividades deportivas por al menos 18 meses, comparándose con el resto de población que no realizaba actividad deportiva frecuente. El estudio evidenció que la actividad deportiva regular incrementa la probabilidad de reducir la escoliosis, y las posibilidades de mejora se incrementan con la frecuencia deportiva. El ensayo confirma que es posible durante el tratamiento ortésico mantener la actividad deportiva y debe permanecer en la recomendación del manejo conservador de la escoliosis (41).

3.3. Factores predictores de éxito en el tratamiento ortésico

3.3.1. Porcentaje de corrección inicial

Existe evidencia que demuestra que una limitada corrección inicial tras el inicio del tratamiento ortésico se asocia a un infructuoso resultado final. Sin embargo, no existe un consenso sobre el grado de modificación óptimo que se debe alcanzar. Katz et al. (42) documentan que un mínimo de 25% de corrección inicial de la ortesis se asoció con un 73% de éxito; mientras que autores como Goodbody et al. (43) concluyen que el fracaso en el tratamiento ortésico aumentó, cuando la corrección inicial fue menor al 65%. De igual forma, Van den Bogaart et al. (44) demuestra que la rectificación inicial es un fuerte factor predictor de éxito, sin poder encontrar un valor determinado (42, 43, 44).

Recientemente, Negrini et al. (45) realizaron un estudio con el fin de evidenciar con cuál nivel de corrección y en qué momento del tratamiento se predice con mayor éxito el resultado final a través del abordaje ortésico. Durante el protocolo, el AC fue medido en distintos momentos: al inicio de la evaluación clínica (I-XR), un mes posterior al inicio del tratamiento ortésico para obtener la corrección inicial (IC-XR), entre 4-6 meses posterior al comienzo del tratamiento ortésico (primera radiografía sin ortesis posterior al inicio del tratamiento; FWO-XR) y la radiografía al finalizar el tratamiento (ET-XR). Posterior a los modelos de regresión estadística, se documentó la mayor correlación entre FWO-XR y ET-XR; se concluye que los mejores márgenes para predecir la progresión de la curva son de 30% para IC-XR y 10% para FWO-XR (45).

3.3.2. Magnitud y tipo de curva escoliótica

Con respecto a la magnitud inicial de la curva, la evidencia ha sido muy variable. Por un lado, Sun et al. (46), en una muestra de 255 pacientes, tras obtener una tasa de éxito con el tratamiento ortésico del 72.9%, no documentaron diferencias importantes entre los grupos con desenlace positivo o negativo. De igual forma, Xu et al. (47) en una población de 488 individuos, de los cuales 75% culminaron con éxito tras completar el uso con la ortesis, tampoco encontraron a la magnitud inicial como factor predictor. Por su parte, Van de Bogaart (44) en su revisión sistemática con 26 estudios analizados, concluyó que la magnitud inicial de la curva no se asoció a fracaso ortésico, con una fortaleza de la evidencia moderada (46, 47, 44).

Por otro lado, El Hawary (48) en una muestra de 912 pacientes, la mayoría provenientes de ensayos con un nivel de evidencia IV, identificó la magnitud inicial $>30-40^\circ$ como factores de riesgo para progresión. Donzelli et al. (49) diseñaron un modelo de regresión en 1050 pacientes, con la finalidad de descubrir nuevos predictores de desenlace. Tras utilizar las variables: IMC, ART, TRACE, corrección inicial de la curva, magnitud inicial y uso real de la ortesis, documentaron que el resultado final estuvo influenciado por la corrección inicial, la magnitud inicial y el tamaño de la giba expresado como el ART. A pesar de no incluir en el análisis el Risser inicial y muchas de las variables ser aún debatibles, los autores sugieren tomar en consideración la magnitud inicial de Cobb y el ART durante las valoraciones iniciales, ya que agregan información valiosa durante el abordaje integral (48, 49).

El tipo de curva ha sido considerado en algunos reportes como predictores del tratamiento ortésico, especificando que las curvas primarias torácicas confieren un mayor riesgo no solo de progresión, sino de peores resultados de corrección inicial con la ortesis; en comparación con las curvas toracolumbares y lumbares. De igual forma, la presencia de múltiples curvas con peores resultados en la corrección inicial en comparación a curvas únicas. Sin embargo, Van de Bogaart et al. (44), en su revisión sistemática previamente mencionada, concluyó que el tipo de curva tampoco estaba relacionado como un factor predictor de fracaso, con una evidencia moderada documentada (50, 44).

3.3.3. Nivel de madurez

Si bien es cierto, el nivel de madurez está claramente relacionado con la progresión de la EIA, su valor como predictor de éxito del tratamiento ortésico no está correlacionado de forma análoga. La manera más común de determinar el nivel de madurez es a través de la madurez esquelética, siendo el método de Risser el más ampliamente usado, aunque no el único ni el más exacto. Diversos análisis, ya comentados previamente, no han logrado documentar una evidencia contundente, sino conflictiva, tomando en consideración, además del Risser, otros parámetros de madurez esquelética como la menarca y el pico de velocidad de crecimiento (44).

A pesar de ello, el estudio más representativo que describe alguna conexión entre madurez esquelética y éxito del tratamiento mediante ortesis es el estudio de Karol et al. (51). En la muestra de 168 individuos, que presentaron al inicio de la prescripción ortésica curvas promedio de 33.8° ; 120 pacientes precisaban Risser 0, 29 tenían Risser 1 y únicamente 19 presentaban Risser 2.

Sin ser estadísticamente significativo el tiempo de uso del dispositivo, la tasa quirúrgica fue del 63% en los individuos dentro del grupo con Risser 0, que aún demostraban apertura del cartílago trirradiado; contra 32% dentro del mismo grupo, pero que ya presentaban el cartílago trirradiado cerrado. Así mismo, el fracaso de la población que inició el tratamiento con Risser 1 y Risser 2 fue únicamente del 6.9% y 0%, respectivamente (51).

3.3.4. Índice de masa corporal

En cuanto al IMC, ambos extremos han documentado algunas posibles relaciones con el fracaso del tratamiento ortésico. Sun et al. (46) evidenciaron que los pacientes con bajo IMC representaron el 17.6% de individuos dentro de la población con desenlace exitoso, en comparación al 43.1% en el grupo con progresión de la curva. Por su parte, Van de Bogaart et al. (44), en su síntesis de estudios, lleva a la conclusión de que el bajo IMC tiene una evidencia limitada asociada con el fracaso terapéutico (únicamente un estudio de alta calidad) (46, 44).

Por lo que se refiere a alto IMC, los hallazgos no terminan de ser consistentes. En una primera observación, O'Neill et al. (52) sugirió que los pacientes con obesidad tienen tres veces más posibilidades de fallar en el tratamiento ortésico. Sin embargo, Zaina et al. (53), en su estudio retrospectivo con una población de 351 pacientes, demostraron que los resultados ortésicos de las personas con alto IMC fueron similares y sin significancia a los individuos con IMC normal. Además, afirmaron que las diferencias encontradas podrían estar relacionadas con la mayor dificultad de diagnosticar la escoliosis en personas con obesidad, sumado a la posibilidad de que altos IMC dificulten alcanzar una corrección inicial adecuada (52, 53).

3.3.5. Rotación vertebral

La rotación vertebral debe ser valorada tanto clínica como radiológicamente en pacientes con EIA. En este sentido, se ha evidenciado la relación entre la rotación vertebral y el pronóstico ortésico en una gran variedad de ensayos. Ovadia et al. (54), en una cohorte de 93 pacientes, encontraron que valores más bajos de ART previos al inicio de la ortesis se asociaron con mayor éxito del tratamiento. Por otra parte, Yamane et al. (55) documentaron que la insuficiente corrección de la rotación vertebral (medida en esta ocasión a través de Nash y Moe) incrementó la tasa de fracaso del manejo conservador (54, 55).

De igual modo, Aulisa et al. (36), en su análisis por subgrupos, hallaron de forma significativa que, cuando la magnitud inicial de la rotación vertebral (medida a través del método de Perdriolle) fue $\leq 20^\circ$, la corrección de la curva fue mayor al finalizar el tratamiento ortésico. A pesar de que Van de Bogaart et al. (44) coloca la rotación vertebral con una evidencia inconclusa, Donzelli et al. (49) sugieren tomar en consideración el ATR en la evaluación clínica inicial del paciente. Esto debido a que, sumado al hecho de que no existe mayor dificultad en su medición, al realizar el análisis regresivo, el ATR fue una variable que aportó pistas claves para predecir el resultado del tratamiento (36, 44, 49).

3.3.6. Adherencia y consistencia del tratamiento

La adherencia se refiere al grado en que un paciente actúa de acuerdo con la prescripción del proveedor médico, teniendo implicaciones en el resultado. Sin embargo, claro está que, cuanto más difícil es el método, mayor es el riesgo de no cumplir con el tratamiento. Las OT son una terapia realmente dificultosa y compleja, que, agregada a su empleo por largo periodo de tiempo, se prescribe de forma habitual durante la adolescencia; una etapa que plantea un desafío importante tanto en la adherencia como en la consistencia de las ortesis de tronco. Pese a ello, una gran cantidad de artículos han documentado una fuerte relación entre el cumplimiento del tratamiento ortésico y los resultados positivos (56).

El estudio BrAIST (5) determinó una clara relación dosis-respuesta, donde una adherencia de 12.9 horas/día fue asociada a tasas de éxito superiores al 90%; determinando el cumplimiento del tratamiento a través de sensores de calor colocados en las ortesis de tronco, dando, por tanto, las horas reales de uso del dispositivo ortopédico. También en el estudio de Sanders et al. (28), los autores confirman la ineficiencia del tratamiento ortésico a menos que el paciente sea altamente cumplidor a la dosis prescrita; documentando desenlaces positivos en más del 90% de los sujetos que cumplieron al menos 14 horas/día de tratamiento (5, 28).

Donzelli et al. (56), utilizando detectores de temperatura (Thermobrace), determinaron los porcentajes de “adherencia al uso de la ortesis” (ADO) en función de horas/día de uso del dispositivo en relación con la dosis prescrita; y el “cumplimiento del patrón diario” (CPD), expresado como la consistencia día a día del uso del aparato ortopédico. Posterior al análisis en una muestra de 168 pacientes, determinaron dos aspectos muy interesantes: en primera instancia, una baja ADO se asoció a una mayor probabilidad de progresión de la curva hacia rangos quirúrgicos y, en segundo lugar, un alto CPD presentó una mayor posibilidad de mejoría

de la magnitud de la curva en solo los primeros meses de tratamiento. Por tanto, el uso ortésico de alta calidad implica tanto la ADO como al CPD (56).

Dolan et al. (57) realizaron un estudio de gran valor, a través de un diseño comparativo de efectividad, entre una cohorte de 148 pacientes ortesados en Norteamérica (protocolo BrAIST) contra 81 individuos tratados en Italia (protocolo ISICO). Al analizar las constantes entre ambos conjuntos, las únicas variables que presentaron diferencia significativa fueron, por un lado, el 60% de la población italiana participó en EFEE; mientras que el promedio de horas/día de uso ortésico durante los primeros 6 meses fue de 18.8 horas/día para la muestra europea, en oposición a 12.5 horas/día para la norteamericana. El porcentaje de éxito del tratamiento fue del 86% para ISICO en comparación al 67% alcanzado por la población BrAIST. Esto ocasionó un importante mensaje: el tratamiento en el instituto ISICO resultó en menor tasa de fracaso, debido, primariamente, a la mayor adherencia al tratamiento (57).

La relación entre la corrección de la OT y la adherencia/consistencia de uso se representa por medio de la hipótesis del efecto concertina. Cada vez que el paciente se retira el dispositivo, la deformidad va perdiendo su máxima corrección, hasta niveles cercanos a la magnitud inicial de la curva. Sin embargo, cuanto menor tiempo de descanso exista, menor será la oportunidad del colapso progresivo de la curva hacia magnitudes iniciales y, por tanto, mayor corrección sostenida que permitirá de una forma eficaz equilibrar las cargas asimétricas de la columna (57).

Por lo tanto, la adherencia y consistencia al tratamiento constituyen pilares para alcanzar resultados positivos al finalizar el tratamiento ortésico, lo cual ha sido objetivado, gracias al monitoreo por medio de sensores térmicos de calor. Esto confirma la utilidad de la aplicación estandarizada del Thermobrace en demostrar la relación entre dosis prescrita y cumplimiento; asociado al hecho de que el conocimiento consciente de estar siendo monitoreado por un aparato como este ha demostrado por sí mismo mejorar la adherencia a la ortesis (56).

3.3.7. Monitoreo del cumplimiento y equipos de apoyo

En el apartado previo, se enfatizó el arduo compromiso que debe tener el paciente durante la terapia ortésica, con la finalidad de garantizar mejores resultados. Sin embargo, a fin de obtener una alta adherencia al uso de la ortesis, un equipo de trabajo es crucial para alcanzar dichas metas. Tavernaro et al. (58) dejaron esto en claro: los pacientes que fueron monitoreados por un equipo multidisciplinario adecuado presentaron un aumento en el cumplimiento 5.5 veces mayor

que los pacientes no rodeados por equipos completos. Así mismo, los pacientes sin un seguimiento óptimo presentaron hasta 15.6 veces mayores disturbios en la calidad de vida y hasta 16.6 veces mayor dolor, asociado al tratamiento ortésico (58).

La SOSORT recomienda componer un equipo multidisciplinario que incluya al ortopedista, ortesista, fisioterapeuta y médico rehabilitador; todos teniendo un papel preponderante en la verificación, monitorización e incluso motivación hacia el paciente, durante el tratamiento ortésico. Además, Zhang y Li (33) subrayan la importancia del constante monitoreo de la esfera psicosocial del paciente, donde, al documentar el impacto negativo que podría conllevar el uso ortésico y las consecuencias *per se* de la condición (afectación de la autoimagen y pobre autoestima), se hace vital el apoyo por parte de departamentos como Psicología y Trabajo Social (9, 33).

Li et al. (59) realizan una revisión sistemática comprobando las intervenciones que mejoran por sí mismas el cumplimiento del tratamiento ortésico. Entre las cuales, mencionan la utilidad de los dispositivos sensores de calor, la intervención psicosocial, la ortesis autoajustable y el equipo multiprofesional experto en rehabilitación. Por lo que un óptimo manejo de los pacientes con EIA no solo se logra a través de la preparación de una adecuada ortesis en un paciente con curvas escolióticas específicas, sino que se trata de una preparación adecuada al paciente y al ambiente en el que se desenvuelve, siendo esencial y parte del éxito de los resultados, el seguimiento oportuno del individuo y la familia (59).

3.3.8. Otros factores pronósticos

Algunos reportes han intentado documentar factores pronósticos relacionados con el éxito de las ortesis, a través de otras variables como la edad, el género o incluso la velocidad de crecimiento; sin lograr una evidencia contundente hasta el momento. Con respecto al género, lo que se ha documentado es que los pacientes masculinos presentan un menor cumplimiento del tratamiento ortésico, por lo que el desenlace en estos casos está determinado por el tiempo de uso y no por el género *per se*. De la misma forma, parámetros radiológicos como los ángulos de inclinación de las vértebras límites tanto superior como inferior, la diferencia entre el ángulo costovertebral, la traslación vertebral apical, el desplazamiento lateral del tronco, así como la descompensación coronal y la inclinación pélvica presentan hasta este momento una evidencia inconclusa y conflictiva (44, 22).

Xu et al. (60), en pacientes con fracaso del tratamiento ortésico, evidenciaron polimorfismos en los genes ER α (estrogen receptor α) y TPH-1 (tryptophan hydroxilase 1), como posibles marcadores genéticos de resultados negativos tras el uso de las ortesis. Por último, algunas codificaciones genéticas que alteran el funcionamiento de los osteocitos, así como la osteopenia, se han empezado a analizar como factores contribuyentes tanto a la generación de la EIA como a la progresión y respuesta al tratamiento conservador; aún sin una clara ni convincente evidencia (60).

CAPÍTULO IV. CARACTERÍSTICAS DE LAS ORTESIS DE TRONCO EMPLEADAS EN LA ESCOLIOSIS IDIOPÁTICA DEL ADOLESCENTE

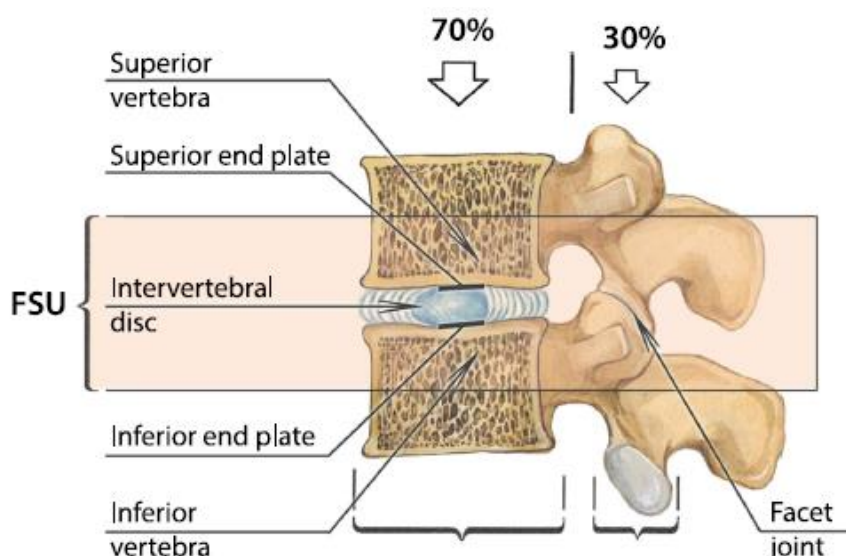
4.1. Conceptos biomecánicos relacionados con la EI y las ortesis de tronco

4.1.1. Biomecánica de la columna vertebral

Para entender adecuadamente el funcionamiento de las ortesis, es imprescindible reconocer algunos aspectos fundamentales relacionados con la biomecánica de la CV. Esta estructura, sumamente compleja, debe llevar a cabo sus funciones manteniendo dos procesos paradójicos entre sí: por un lado, tener una configuración con suficiente rigidez para fungir como pilar central del cuerpo, soportando cargas y protegiendo estructuras del eje neural; mientras que, por otro lado, requiere de una gran flexibilidad para brindar movimiento y adaptación a las demandas funcionales de la vida diaria. Estas cualidades que parecieran contradictorias son obtenidas gracias a la conformación de la Unidad Funcional Espinal (UFE) (61).

La UFE está constituida por dos vértebras adyacentes, su disco intervertebral (DI), el agujero de conjunción, las articulaciones cigoapofisarias, el ligamento amarillo y el ligamento interespinoso dispuesto entre ambos cuerpos vertebrales (Figura 7). Funcionalmente, si se traza una línea horizontal a nivel del DI, se puede notar cómo atraviesa de adelante hacia atrás el propio DI, el agujero de conjunción, la articulación cigoapofisaria hasta terminar a nivel de los ligamentos posteriores. Resulta ser que, durante los movimientos de la CV, el DI tiene la capacidad de deformarse, generando movimientos en todas las estructuras de la UFE. Incluso ante fuerzas de compresión axial, la deformación del DI y los movimientos de las estructuras posteriores permite amortiguar la carga. Aunque este desplazamiento en una misma UFE es escaso, el conjunto multiarticular a lo largo de todo el raquis permite absorber grandes cargas complejas al mismo tiempo que brinda movilidad multidireccional (62).

Figura 7. Unidad Funcional Espinal de la columna vertebral



Una característica importante de la CV como conjunto es que las curvaturas fisiológicas del plano sagital aumentan la resistencia del raquis a las fuerzas de compresión axial. Una columna rectilínea presenta una resistencia 10 veces menor que la columna fisiológica, demostrando la importancia de la configuración y adaptación de las estructuras a las cargas impuestas. A nivel del DI L5-S1, se soporta la mayor cantidad de carga, producida por el peso de los segmentos corporales (cabeza, cintura escapular y tronco), fuerzas externas impuestas por cargas adicionales y tensión muscular (61).

La estabilidad brindada por el conjunto ligamentario de la UFE es extremadamente sólida, no solo entre dos vértebras, sino en la totalidad de la CV. Para vencer esta estabilidad, se necesita sobrepasar la carga crítica, momento en que se llegan a dañar las estructuras osteoligamentarias y la columna se colapsa. Sin embargo, la CV es una estructura que presenta tensegridad, es decir, integridad tensional. El raquis está rodeado de una serie de elementos tensionales (músculos, tendones, ligamentos y fascia) que funcionan como brazos de palanca y que ejercen fuerzas tensiles para mantener en equilibrio y balance el raquis. Por lo que dicha conformación juega un papel fundamental en la redistribución de la carga y tensión que recibe la UFE (61, 63).

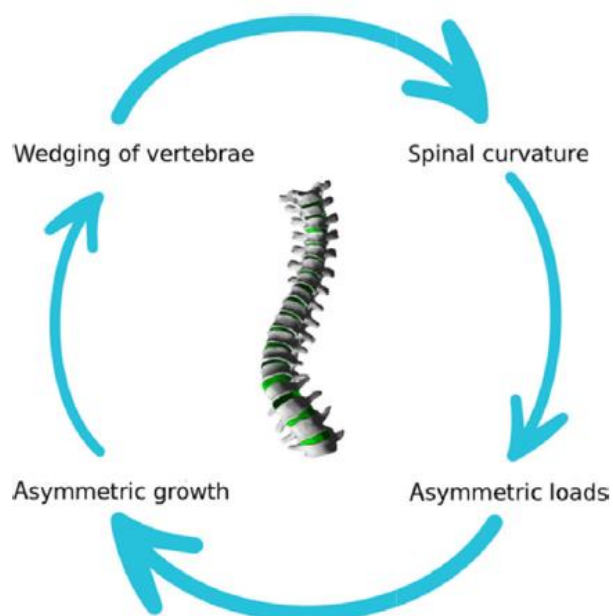
4.1.2. Factores biomecánicos implicados en la progresión de la EI

Distintos modelos han sido desarrollados con las teorías acerca de la aparición de la EI; reuniendo de forma global múltiples causas etiopatogénicas que involucran factores genéticos, ambientales,

neuroanatómicos y biomecánicos. A pesar de esto, el rol de los factores biomecánicos en la iniciación de la EI es aún incierto; pero toman una relevancia preponderante en la fase de progresión de la escoliosis, donde el crecimiento asimétrico altera la biomecánica global del raquis. De hecho, el manejo conservador a través de las OT tiene su fundamento en esta premisa, en la cual, al modificar las cargas impuestas a la columna vertebral y promover un crecimiento más simétrico, se logre controlar la progresión e incluso mejorar la deformación vertebral (1).

La progresión de la escoliosis desde un punto de vista mecánico ha sido descrita a través de la teoría del ciclo vicioso de Stokes (Figura 8); en el que cualquiera que sea la causa inicial que genere una curva espinal va a propiciar una carga desproporcional en las estructuras involucradas, llevando a crecimiento asimétrico y acuñamiento del cuerpo vertebral y DI. Este circuito se desarrolla en paralelo con el principio de Hueter-Volkman, el cual sugiere que el incremento de presión y carga en algunas zonas de la columna vertebral se transmite a las epífisis, retardando su crecimiento. De forma inversa, los platillos vertebrales con menor presión presentan un crecimiento acelerado. Esto lleva a que, en el lado de la concavidad, exista mayor presión y menor crecimiento; a diferencia del lado convexo, donde la menor presión promueve el desarrollo y empeoramiento de la curva (64, 65).

Figura 8. Ciclo vicioso de Stokes que representa la teoría biomecánica de progresión de la escoliosis.



El tratamiento conservador de la EI, tomando en consideración las OT y los EFEE, intenta subvertir este paradigma, creando el ciclo virtuoso del tratamiento. Este consiste en mejorar la postura (por medio de redistribución de fuerzas impartidas por la ortesis, así como la corrección postural llevada a cabo por los ejercicios), dando como resultado una disminución de las cargas asimétricas sobre la columna, reduciendo el crecimiento desproporcional y el acuñamiento de la UFE. Por este motivo, es tan importante la persistencia del tratamiento conservador para lograr resultados, requiere no solo del rompimiento del ciclo vicioso de Stokes, al contrario, la generación de un ciclo inverso impartido por las ortesis y los EFEE (64, 65).

Por otro lado, vale reforzar que este crecimiento anormal de la escoliosis se ve reflejado en todas las estructuras de la CV. El raquis de pacientes con EI muestra alteraciones en la morfología del cuerpo, pedículo e incluso las facetas de la vértebra. Aunado a esto, los DI también crecen durante la infancia, debido a mecanismos relacionados con fuerzas compresivas, de forma similar a la estructura ósea. Este aumento en la presión hidráulica a nivel del núcleo pulposo deja como consecuencia un aumento global de la presión intradiscal. Al ocurrir un fenómeno asimétrico de crecimiento, producto de la escoliosis, la alta presión conlleva a pérdida de colágeno y agua dentro del DI, disminuyendo, por tanto, su capacidad de absorción de cargas. Si a esto se agrega que el aparato tensil musculotendinoso se desequilibra en ambos lados de la curva escoliótica, el estrés producido sobre el raquis se incrementa de forma notable, empeorando el colapso y deformación resultante de la columna y el tronco (63, 66).

El resultado final de la alteración biomecánica sobre la columna vertebral, en términos de cargas aplicadas, es un aumento del desplazamiento, deformación y estrés mecánico. Por tanto, parte del tratamiento ortésico asociado a los EFEE y la actividad física no es solo invertir el ciclo patológico, sino recuperar el equilibrio dinámico de las estructuras adyacentes a la columna vertebral (63, 65).

4.2. Principios biomecánicos de corrección de las ortesis de tronco

4.2.1. Sistema Rigo-Cheneau y su correlación con el tratamiento ortésico

El propósito biomecánico de las OT es aplicar fuerzas correctivas específicas en el tronco. A pesar de los diversos diseños y de los distintos enfoques técnicos en los que se desarrolla una ortesis, todos guardan principios biomecánicos muy similares. En este sentido, la clasificación más valiosa para entender los principios de corrección en las ortesis fue realizada por Rigo et al. (67) en el 2010 y actualizada durante el año 2017 (68). Si bien es cierto, solo existe una ortesis de Cheneau (elaborada de forma original por Jacques Cheneau), la evolución técnica y la redefinición de los principios mecánicos permite nombrar los dispositivos ortopédicos derivados como ortesis toracolumbosacras hechas a la medida y construidas de acuerdo con los principios de Rigo-Cheneau (67).

La clasificación de Rigo, que define los principios específicos de corrección de las ortesis, agrupa las curvas escolióticas en cuatro tipos básicos, según el esquema de “bloques corporales” o regiones del tronco, derivados de la clasificación original de Katharina Schroth. Los bloques ilustran los desplazamientos y la deformidad torsional que ocurren en las tres dimensiones (Figura 9). Con base en los distintos patrones de deformidad que sufren dichas regiones corporales, se divide la escoliosis en cuatro tipos (67):

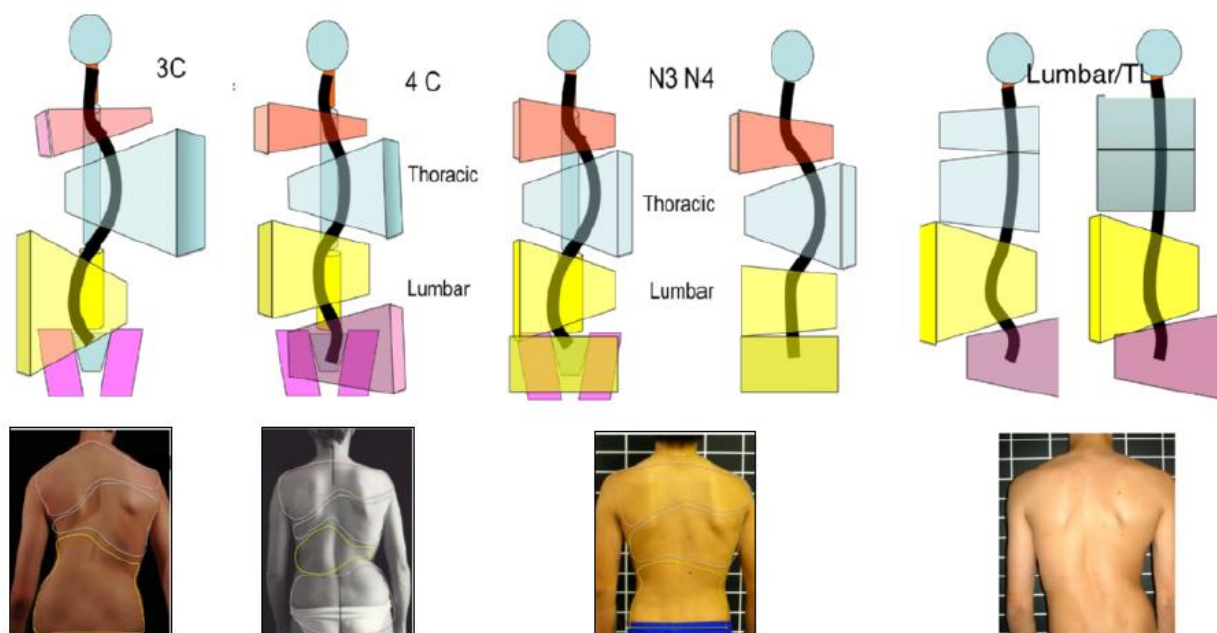
Tipo A. Three-curve scoliosis pattern (3C): corresponde a una curvatura torácica mayor, en asociación o no con una curva lumbar o toracolumbar. El segmento lumbar y la pelvis constituyen un único bloque en este patrón escoliótico, es decir, funcionan como una sola unidad. Este último bloque corporal se inclina y rota hacia el lado contrario de la curva torácica.

Tipo B. Four-curve scoliosis pattern (4C): corresponde a una curvatura lumbar mayor con una curva compensatoria torácica, con la pelvis que actúa como un bloque adicional, desplazándose y girando hacia el lado opuesto de la curva lumbar.

Tipo C. Non 3-non 4 (N3N4): es definida como una curvatura mayor torácica, con presencia o ausencia de una curva lumbar, pero con la característica de mantener la pelvis balanceada en el centro.

Tipo E. Lumbar-Thoracolumbar (L/TL): corresponde a una curva única lumbar o toracolumbar con una columna torácica alineada.

Figura 9. Tipos básicos de los patrones de curvas definidos en la clasificación de Rigo.



Así mismo, los tipos básicos de curvas anteriormente descritas pueden subdividirse de acuerdo con los siguientes criterios radiológicos (67):

1. Patrón de curva compatible: se realiza tomando en consideración la terminología de la SRS; que involucra la presencia de curva torácica única, curva torácica amplia, compensatoria lumbar, curva lumbar no estructural, torácica y lumbar doble, lumbar única, toracolumbar única, toracolumbar mayor con una torácica menor, etcétera.

2. Posición del punto transicional (PPT): se obtiene trazando una línea vertical de acuerdo con la línea sacra media (LSM), representando el eje axial global. Posteriormente, se determina el punto medio entre la vértebra inferior de la curva torácica y la vértebra superior de la curva caudal a la primera. Si el punto medio pasa a través de la LSM, se denomina PPT balanceado, de lo contrario, se denomina PPT desbalanceado.

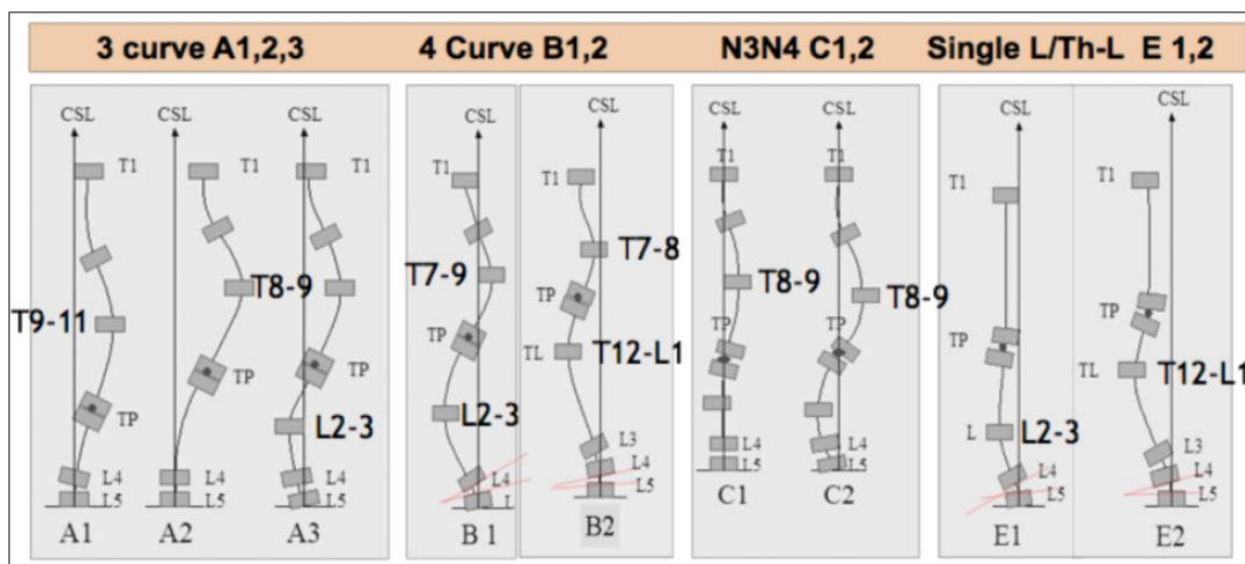
3. Orientación de L4 en el plano frontal y su relación con L5: esta relación podría ser horizontal o inclinada, ya sea al lado convexo o cóncavo de la curva. Una contrainclinación

positiva se refiere a que el platillo inferior de L4 se encuentra inclinado y el platillo superior de L5 está también inclinado, pero en menor magnitud. Mientras que, en una contrainclinación negativa, el platillo inferior de L4 se encuentra inclinado asociado a una inclinación de la misma magnitud (es decir, son paralelas) al platillo superior de L5.

4. Modificador D: se coloca cuando se presenta una curva torácica proximal estructural. Si se observa junto con una curva torácica, se denomina “doble torácica mayor”; y en tal caso que, además, se presente con una curva lumbar adicional, el término empleado es “estructural triple”.

De este modo, surgen los cuatro tipos de patrones de curvas escolióticas (A, B, C y E); al mismo tiempo que las subdivisiones de acuerdo con los modificadores antes mencionados. La idea de la clasificación Rigo-Cheneau es determinar los sitios en los que deben aplicarse fuerzas o almohadillas para lograr una correcta y suficiente alineación (67).

Figura 10. Diferentes patrones de curvas según la clasificación de Rigo.



4.2.2. Principios biomecánicos generales de corrección de las ortesis de tronco

La ortesis es un dispositivo ortopédico único, construido de forma específica utilizando una combinación de fuerzas aplicadas a la superficie del tronco, denominadas áreas de presión o áreas de contacto (ACT), y descritas en la literatura como almohadillas. Estas ACT se proporcionan en una localización, forma y orientación propia, llevando al paciente a una corrección en todos los planos del cuerpo. Por tanto, más allá de conseguir una aislada rectificación de la columna vertebral en el plano frontal, los principios biomecánicos intentan modificar un conjunto de vértebras agrupadas en regiones torsionales, cada una de las cuales presenta un grado variable de rotación, lordosis e inclinación (68).

Desde este punto de vista, el ajuste de cada región torsional tiene el objetivo de devolver el equilibrio biomecánico y, tomando como referencia un patrón de curva tipo B (presencia de una curva torácica, curva lumbar e imbalance pélvico), los objetivos regionales del manejo ortésico son (64):

- A. La corrección de la curva torácica.
- B. La corrección de la curva lumbar.
- C. La estabilización de la columna vertebral sobre la pelvis.

No obstante, los mecanismos o sistemas que deben prevalecer en cada una de las áreas previas de corrección, y que deben instaurarse de forma conjunta para mantener los principios biomecánicos de las OT, son predominantemente tres (68):

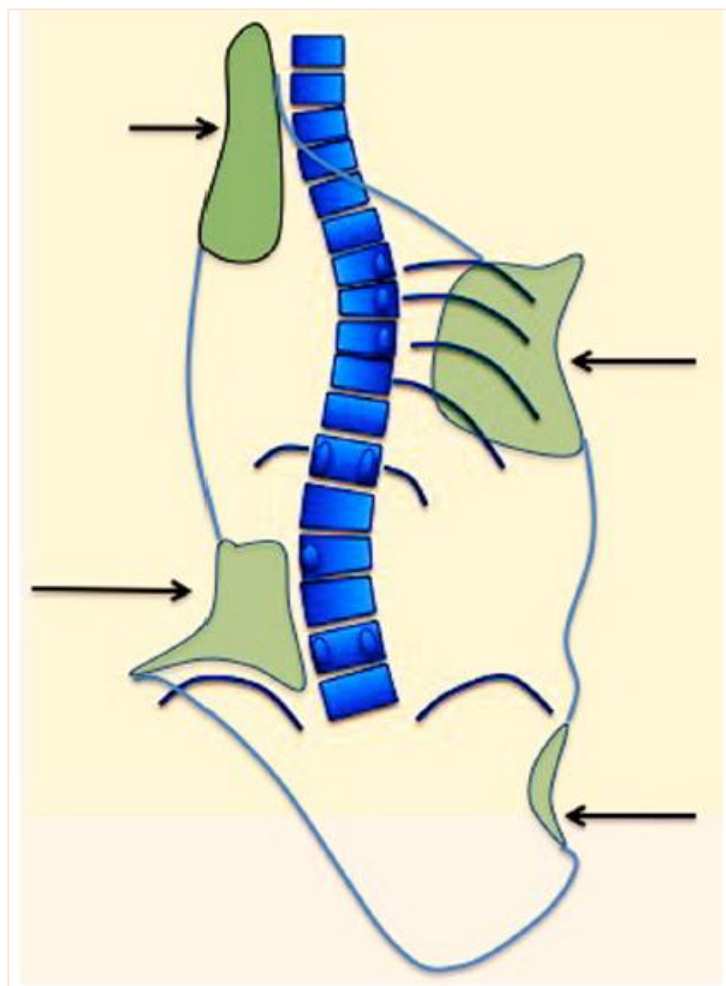
1. Sistema de tres puntos (3PS) en el plano frontal.
2. Pares de fuerzas (PoF) para la desrotación regional.
3. Equilibrio correcto y alineación fisiológica en el plano sagital.

Cada uno de estos principios biomecánicos deben ser aplicados de forma simultánea, de tal manera que, como resultado, se genere una ortesis biomecánicamente eficiente, contribuyendo al resultado exitoso al finalizar el tratamiento.

4.2.3. Sistemas de fuerzas de corrección en una ortesis de tronco

1. **Sistema de 3 puntos (3PS) en el plano frontal:** el 3PS está formado por una fuerza y dos contrafuerzas, aplicadas en dirección opuesta tanto proximal como distal a la primera (Figura 11). La colocación de este sistema en el plano frontal de una curva escoliótica permite su corrección (llamado deflexión de la curva), generando liberación del espacio en el lado de la concavidad (usualmente los tejidos se encuentran colapsados) y liberando tensión en el lado convexo (donde usualmente los tejidos se observan elongados). La eficacia del 3PS depende del nivel y la distancia entre las ACT designadas para generar este mecanismo correctivo, así como su orientación en el espacio (68).

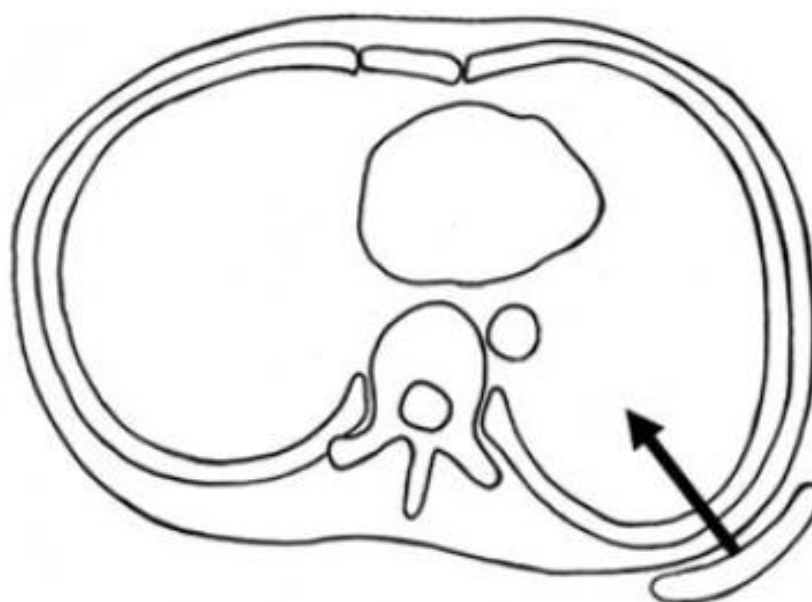
Figura 11. Sistema de tres puntos aplicado en el plano frontal de la curva escoliótica torácica y lumbar



2. Pares de fuerzas (PoF) para la desrotación regional: este sistema de PoF consiste en utilizar dos fuerzas inicialmente opuestas, en distintas direcciones, pero en un mismo nivel vertebral, con el objetivo de generar una fuerza resultante con efecto desrotador. Este PoF se desencadena en la vértebra apical de la curva, ya que representa el segmento con mayor magnitud de rotación.

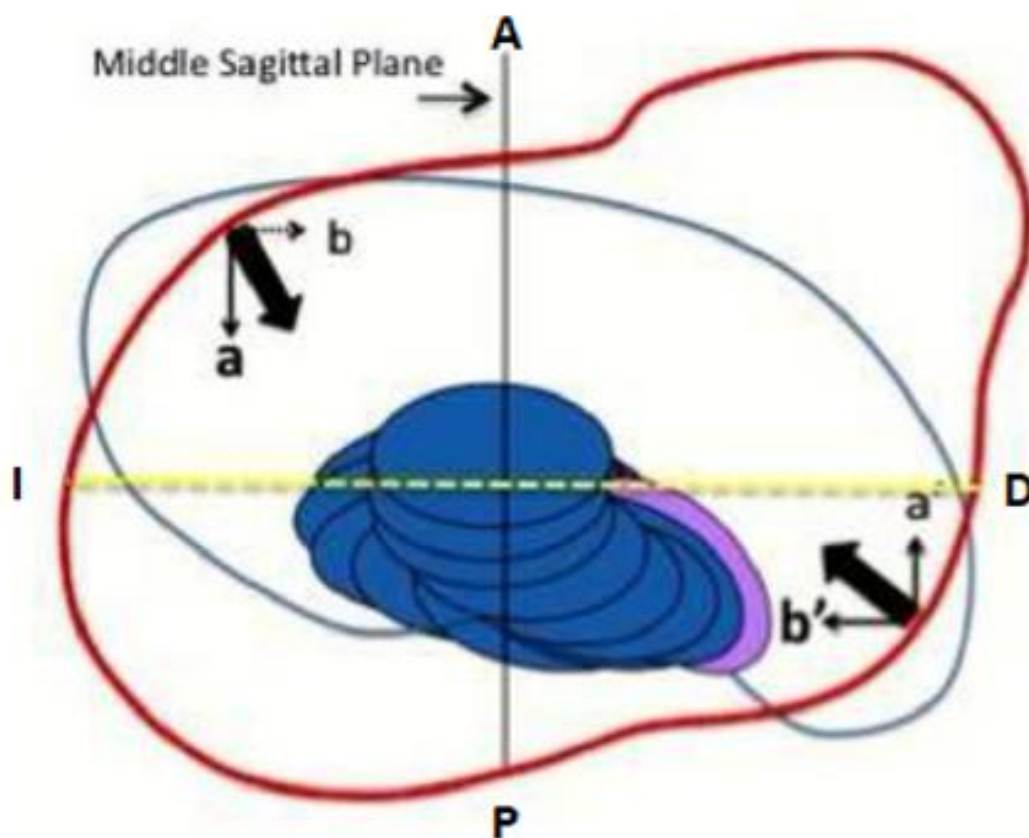
Suponiendo que se presenta una curva torácica de convexidad derecha, con el ápex ubicado en el segmento vertebral T10, con rotación hacia la concavidad (situación más usual). En un intento por generar una fuerza de corrección sobre la giba dorsal derecha, se aplica una fuerza orientada desde la región dorso-lateral hacia la zona ventro-medial, es decir, con una dirección oblicua (Figura 12) (69, 70).

Figura 12. Dirección del vector de fuerza en sentido oblicuo a nivel de la giba dorsal derecha; desde la zona dorso-lateral hacia la zona ventro-medial.



Sin embargo, este vector oblicuo puede ser descompuesto en dos fuerzas: una en sentido postero-anterior y otra en dirección latero-medial, que dan como resultado la corrección de la giba dorsal derecha. Al mismo tiempo, una fuerza aplicada a través de la ortesis desde la región ventro-medial hacia la zona dorso-lateral con la finalidad de corregir la prominencia costal izquierda es llevada a cabo, como se muestra en la Figura 13 (68, 69).

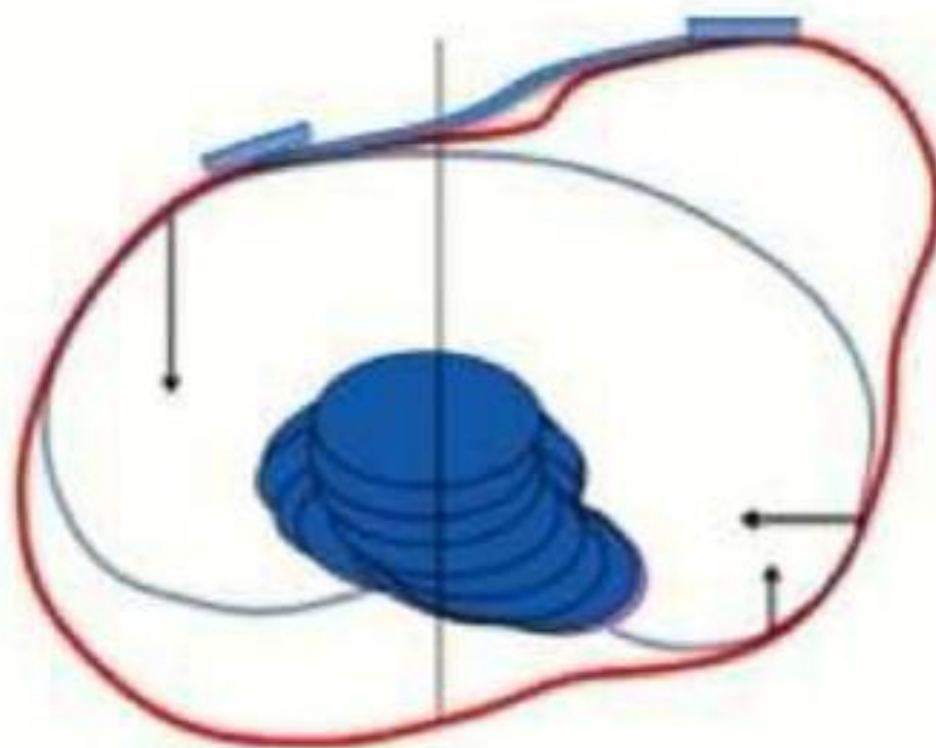
Figura 13. Fuerzas aplicadas en una curva torácica de convexidad derecha.



Nota: Imagen transversal de la columna torácica a nivel de T10. En color azul se representa la prominencia costal anterior izquierda junto a la giba dorsal derecha características en la escoliosis torácica derecha. En rojo se identifican las fuerzas correctivas de la ortesis, la dorsal derecha desde la región dorso-lateral a ventro-medial en sentido oblicuo (con sus componentes a' y b'); mientras que la ventral izquierda desde la zona ventro-medial a dorso-lateral (con sus componentes a y b), también en sentido oblicuo. Por último, se observan los principales espacios de expansión (el espacio ventral derecho y dorsal izquierdo); generando un área para desplazamiento activo de tejido, crecimiento y movimientos respiratorios.

Aun así, las ACT en este segmento vertebral se modifican producto del diseño ortésico, generando un vector de mayor magnitud en sentido medial (en el caso del ACT dorsal) y en sentido posterior (en el caso del ACT ventral). En otras palabras, el componente b' es mayor que el componente a' en el caso de la fuerza posterior, mientras que el componente a es superior al componente b , en el caso de la fuerza a través de la almohadilla anterior. Esto da como resultado, dos fuerzas opuestas que se dirigen en sentidos distintos, creando un efecto local desrotativo en el segmento vertebral T10, componente fundamental en el diseño de una ortesis (68, 69).

Figura 14. Efecto resultante desrotativo con la aplicación del sistema de pares de fuerzas.



Nota: El componente principal de la fuerza originada en la prominencia costal anterior izquierda tiene un sentido posterior, mientras que el componente predominante de la fuerza originada desde la giba dorsal derecha tiene un sentido medial, dando como resultado una acción en el plano transversal de desrotación.

La mecánica respiratoria juega un papel fundamental en la corrección de la escoliosis, debido a la creación de fuerzas dinámicas que incrementan los componentes de los vectores de acción de la ortesis, suponiendo un efecto dinámico agregado en el plano transversal de la columna vertebral, gracias a la acción de las fuerzas empleadas en las áreas de contacto de la ortesis; pero también a los espacios de expansión que permiten desplazamiento siempre en sentido de la corrección de la deformidad escoliótica (68, 69).

3. Equilibrio correcto y alineación fisiológica en el plano sagital: el perfil sagital es, a menudo, un parámetro olvidado en la evaluación de la ortesis, es el perfil sagital. Si bien es cierto, representa un verdadero desafío en la prescripción, confección y evaluación de una ortesis, la tendencia debe inclinarse hacia la mejora en el plano sagital. Tomando en cuenta la gran variedad de configuraciones del perfil sagital que puede tener una misma morfología escoliótica, la ortesis siempre debe guardar el principio de mantener una tendencia hacia una geometría más fisiológica. Sin olvidar que, así como no se logra rectificar en el plano frontal la totalidad de la deformidad, tampoco se podría esperar que la anatomía sea totalmente corregida en el plano sagital (68, 69).

En la EIA con un patrón de curva doble clásico (torácica derecha y lumbar izquierda), se encuentra con frecuencia lordotización a nivel torácico (hipocifosis o dorso plano) con alteraciones adicionales a nivel lumbar y pélvico. Una base adecuada que sirva de apoyo para la CV depende inicialmente de una inclinación adecuada de la pelvis. Por tanto, un balance correcto en el plano sagital depende, esencialmente, de la relación entre los índices pélvicos y los valores de la lordosis lumbar con la cifosis torácica; teniendo la posibilidad de llevar a cabo un balance sagital más fisiológico de forma individualizada, según la cantidad de lordotización en la región torácica en relación con la incidencia pélvica (68, 64).

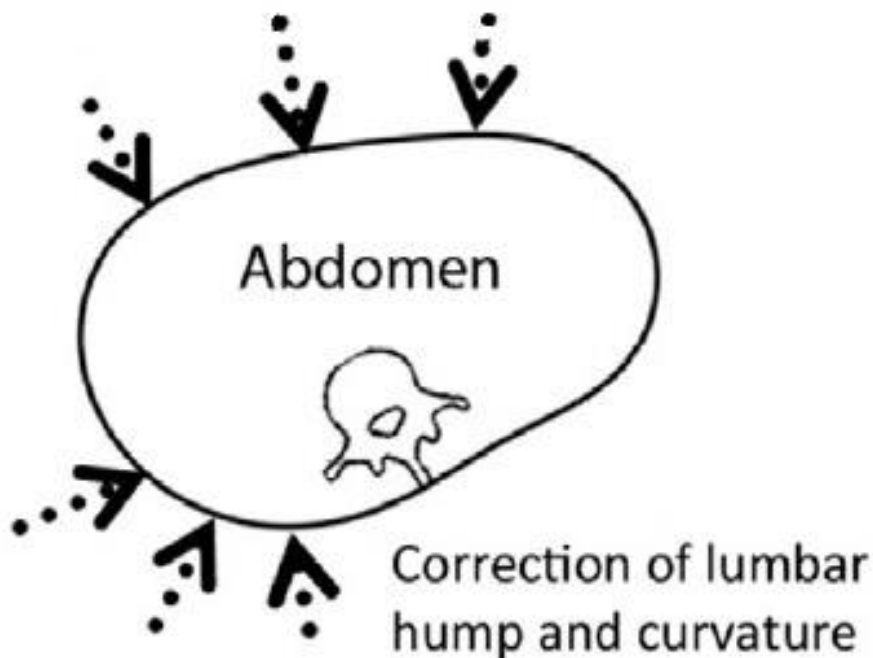
De tal forma que, con un ángulo de incidencia pélvica alto (es decir, curvas sagitales más pronunciadas), la ortesis debe presentar una tendencia a una configuración más fisiológica; mientras que, cuando el sujeto tiene ángulos de incidencia pélvica bajos (curvas sagitales menos pronunciadas), la configuración busca un diseño menos hipocifótico y menos hipolordótico (68).

A nivel específico de las regiones torácica y lumbar, la forma en que se aplican las fuerzas va a permitir reforzar y promover un mayor o menor impacto sobre la morfología del perfil sagital. Específicamente hablando a nivel dorsal, en una curva torácica derecha clásica, el componente b' de la almohadilla sobre la giba dorsal derecha es de mucho mayor magnitud que el componente a' del mismo vector de fuerza, ya que, si se acentúa la aplicación de una fuerza en sentido postero-anterior (lo que sería el componente a'), reduciría aún más la cifosis torácica que *per se* ya se encuentra afectada por la deformidad (Figura 13). De tal manera que, en el lado opuesto, a nivel de la prominencia costal anterior izquierda, el componente a es mucho más importante que el componente b , no solo para lograr un vector resultante desrotativo, sino que, a este nivel,

genera un vector con mayor magnitud en sentido antero-posterior, en una dirección que permite restablecer y mejorar la cifosis torácica afectada (68, 64).

A nivel lumbar, ocurre de forma similar, sin embargo, la aplicación de los vectores de fuerza debe tener una configuración que, además de restablecer el plano frontal, permita generar una fuerza desrotativa sin afectar de forma sustancial el perfil sagital. En la Figura 15, se muestra cómo la fuerza genera, a partir de la giba lumbar posterior izquierda, tiene un sentido oblicuo desde la parte dorso-lateral hacia la zona ventro-medial. Al mismo tiempo que se genera una fuerza (más que una fuerza es una contención abdominal anterior), con un componente predominante desde la región ventro-medial en dirección dorso-lateral; esto con el fin de generar un fenómeno desrotativo a este nivel, pero también sin ejercer una presión real excesiva en sentido posterior, que, además de generar incomodidad en el dispositivo, genera una fuerza que rectifica aún más la lordosis, alterando sustancialmente el equilibrio sagital (68, 69, 64).

Figura 15. Corrección de la giba lumbar izquierda según las áreas de contacto donde se aplican las fuerzas correctivas.



Nota: El empleo de una fuerza en sentido ventro-medial asociada a otro vector de contención en sentido dorso-lateral permite generar como resultado una acción desrotativa sin incidir de forma negativa en el equilibrio sagital.

4.3. Principios de efectividad de una ortesis de tronco

4.3.1. ¿Qué necesita una ortesis de tronco para ser efectiva?

A pesar de los intentos por perfeccionar las OT en el tratamiento conservador de la EI, lo cierto es que el corsé por sí mismo solo tiene una parte en el éxito del tratamiento. Por un lado, el lograr un dispositivo con material muy rígido que permita aplicar más fuerza correctiva en la curva podría generar una menor consistencia en su uso. De tal forma que la oportunidad de obtener buenos resultados con la ortesis, y que esta sea realmente efectiva, depende de un continuo balance entre la eficacia del instrumento y la posibilidad de obtener buena adherencia; a través de los principios de eficacia y los de aceptabilidad (70, 71, 72).

A. Principios de eficacia

1. **Principio de la ortesis activa:** el primer corsé que introdujo este mecanismo activo de funcionamiento fue el de Milwaukee. Un corsé que permita movimientos libres hacia posiciones correctivas tendrá un impacto en la propiocepción y en la exterocepción. Cada vez que el paciente intenta moverse de forma incorrecta, la ortesis brinda un empuje correctivo que perpetúa la estimulación sensorial. Para lograr esto, una ortesis de tronco debe permitir completa libertad de movimiento de las extremidades, conceder realización de actividades físicas en la escuela y fuera de esta, además de entrenar al paciente con ejercicios específicos durante el tratamiento con OT.
2. **Eficacia mecánica:** esto está relacionado con la aplicación de los principios biomecánicos y los sistemas de fuerza de corrección de las ortesis. Depende del correcto posicionamiento de las áreas de contacto, contrafuerzas y espacios de expansión de las ortesis.
3. **Versatilidad y adaptabilidad:** una ortesis de tronco pierde su capacidad correctiva alrededor de 3 meses posterior al inicio de su uso, relacionado con el crecimiento del paciente. Sin embargo, como no es posible en la mayoría de los medios seguir este ritmo de recambio, el refinamiento a través de almohadillas, ajustes en las líneas de corte, expansión de algunas zonas o incluso liberación de otras son parte importante para mantener la corrección biomecánica.
4. **Equipo de trabajo:** la posibilidad de un grupo conformado no únicamente por el médico, sino por el ortesista y el terapeuta que puedan conocer y aplicar aspectos biomecánicos y correctivos de forma individual, permitirá un mayor éxito de la ortesis.

5. **Adherencia al tratamiento:** los OT son inefectivas ante un uso escaso e inconsistente en el tiempo. El papel del equipo de trabajo es esencial en el seguimiento y la motivación hacia el uso del dispositivo. Sin embargo, la ampliación de este equipo por parte de psicólogos, trabajadores sociales o educadores permitirá una mayor estimulación del paciente. Más que prescribir y confeccionar una ortesis correcta biomecánicamente, la preparación del paciente, la familia y el ambiente en que se desenvuelve son cruciales.

B. Principios de aceptabilidad

1. **Diseño corporal correcto y mínima visibilidad:** no deja de ser importante la satisfacción del paciente, ya que incide con los resultados de la ortesis. Una preocupación usual de los pacientes es la aparatosidad que puede generar su uso; por lo que una responsabilidad pertinente al equipo de trabajo es lograr un diseño lo más armónico posible.
2. **Máxima libertad en actividades básicas de la vida diaria (ABVD):** es parte del principio activo de las ortesis, pero también significa confort y comodidad. El paciente con la ortesis debe ser capaz de caminar, correr, sentarse, acostarse y realizar actividad física con la menor limitación posible.
3. **Asunción de responsabilidad:** se deben asumir algunos riesgos en el tratamiento ortésico, pero es parte del objetivo de alcanzar buenos resultados. A diferencia de tener un yeso inamovible, que acarrea incomodidad y complicaciones propias, la abertura anterior y la fuerza con la que se traccionan los velcros son parte del riesgo del tratamiento, pero también parte de la aceptabilidad de una ortesis.
4. **Abordaje cognitivo-conductual:** es responsabilidad de todo el equipo multidisciplinario. Explicar con énfasis en los beneficios del tratamiento, preparar al paciente y el ambiente en el que se desenvuelve y validar acciones que enfatizan la adherencia al manejo son parte de la obtención de resultados positivos.

De forma general, si el tratamiento ortésico instaurado para el manejo conservador de la EI no resulta exitoso, se debe tomar en cuenta que: el dispositivo no realiza fuerzas correctivas y, por tanto, no es efectivo; el paciente no está usando la ortesis por principios de aceptabilidad, la dosis de uso del tratamiento es inefectiva o el diagnóstico de EI es incorrecto. Por tanto, el perfeccionamiento en la práctica diaria en cuanto al manejo ortésico va relacionado al mantenimiento de los principios de eficacia y aceptabilidad de las OT (70, 71, 19).

4.4. Clasificación de las ortesis de tronco empleadas en EI

4.4.1. Sistemas de clasificación

Uno de los puntos más complejos en el tratamiento conservador de la escoliosis, basado en las ortesis de tronco, es la gran variedad de diseños, principios de corrección, materiales empleados, planos acción y muchas otras características; que dificultan la estandarización y, por tanto, la comparación entre los dispositivos ortopédicos. Las distintas clases de ortesis han surgido de la creatividad, experiencia y continua fabricación de los desarrolladores, con nombres propios que usualmente derivan del lugar donde se elaboró. Sin embargo, las ortesis mantienen sus principios biomecánicos y su diseño de fabricación, haciendo posible su utilización de forma universal (69).

A pesar de ello, han sido escasos los intentos por lograr una clasificación universal, con el objetivo de mejorar la comunicación, la investigación y la comparación de las características esenciales de cada ortesis. En 2008, la SOSORT introdujo el sistema de clasificación BRACE MAP (acrónimo que deriva de los términos en inglés: *Building, Rigidity, Anatomical classification, Construcción, Mechanism of action and Plane of action*). No obstante, quedó en el pasado por la complejidad que derivó de su utilización y falta de universalización, prestándose para confusión entre expertos (74).

En el 2022, se desarrolló una nueva clasificación de las ortesis utilizadas en EIA, gracias a un comité de expertos, conformados por miembros de la SOSORT, SRS, ISPO y POSNA; uniformando los conceptos detrás de los cuales se fundamenta la prescripción de las ortesis. Esta clasificación es la más actualizada, y, por tanto, la que se continuará utilizando, con el fin de describir los distintos tipos de ortesis de tronco más usados y que han documentado alguna evidencia científica derivada de su aplicación en EIA (75).

4.4.2. Ítems de clasificación

Las ortesis de tronco utilizadas en EIA se clasifican de acuerdo con seis características propias de su diseño (75):

A. Acción primaria (AP): también llamada como acción biomecánica, mecanismo de acción o acción correctiva; sin embargo, el término AP es el más apropiado. La AP son descripciones de los desarrolladores sobre los principales principios correctivos de las ortesis. Una gran variedad de ortesis de tronco utiliza varios mecanismos de acción, por lo que, aunque no son exclusivos, son los que más prevalecen en un tipo específico de dispositivo (75).

1. **Inclinación:** son ortesis con una acción global de inclinación del tronco hacia la corrección de la curva (en dirección de su convexidad), que se realiza de forma principal sobre el plano coronal del cuerpo.
2. **Detorsión:** son ortesis con una acción global predominante de desrotación en diferentes regiones del tronco, predominantemente sobre el plano transversal del cuerpo.
3. **Elongación:** corresponde a las ortesis con un mecanismo de acción global de elongación o descompresión de la columna vertebral, a través de un efecto de distracción a lo largo del eje vertical del cuerpo.
4. **Movimiento:** son ortesis que guían el movimiento activo del paciente a través de restricciones específicas.
5. **Empuje:** se refiere a las ortesis que generan una acción global de elongación y desrotación localizada a través de compresión tridimensional en las gibas del dorso, en una dirección caudo-cranial.
6. **Tres puntos (3P):** compete a una o más triplas de fuerzas correctivas en un mismo plano o de forma multiplanar. Las fuerzas correctivas se aplican bajo el principio de los tres puntos, una de las cuales se localiza en el ápex; mientras las otras dos se aplican arriba y debajo del ápex, pero en una dirección opuesta.

B. Rigidez (R): hace referencia a la rigidez general de toda la estructura de la ortesis. Depende, por tanto, del tipo de material, su grosor, diseño y construcción (75).

1. Muy rígido: este tipo de ortesis tiene toda (o casi toda) la superficie del tronco cubierto, requiriendo bisagras (o algo similar) para permitir la apertura y colocación de la ortesis, debido a su gran rigidez.
2. Rígido: corresponde a las ortesis elaboradas con material rígido termoplástico que puede ser deformado u ortesis multisegmentadas con áreas del tronco descubiertas.
3. Elásticos: son las ortesis de tronco con elástico, plástico semiflexible o múltiples materiales que permiten el movimiento del tronco y la columna.

C. Anatomía (A): se refiere a las regiones de la columna vertebral donde las ortesis son colocadas (75).

1. Ortesis cervicotoracolumbosacra (CTLSO).
2. Ortesis toracolumbosacra (TLSO).
3. Ortesis lumbosacra (LSO).

D. Plano de corrección primario (PLN): corresponde al principal plano sobre el que una ortesis realiza su acción. En el caso de ortesis que alteren dos planos, los términos deben ser combinados (75).

1. Plano frontal (PF): son ortesis con acción predominante en el plano frontal/coronal, con el fin de llevar los cuerpos vertebrales hacia la línea media.
2. Plano sagital (PS): se refiere a ortesis con acción primaria en el plano sagital, normalizando las curvaturas fisiológicas de lordosis lumbar o cifosis torácica.
3. Plano transversal (PT): efectúan correcciones en el plano transversal/horizontal/axial del cuerpo, rotando los cuerpos vertebrales hacia la línea media espinal.
4. Tridimensional (T): realiza modificaciones en todos los tres planos del cuerpo al mismo tiempo.

E. Construcción (C): corresponde a las valvas y cierres propios de cada ortesis de tronco. Con respecto a las valvas, se tienen los siguientes tipos (75):

1. Valva única: son las ortesis rígidas construidas en un único armazón.
2. Bivalvas: se refiere a las ortesis rígidas elaboradas por medio de dos conchas conectadas mutuamente.
3. Multisegmentadas: estas ortesis son fabricadas con tres o más piezas conectadas entre sí, además de las ortesis elásticas.

Así mismo, en referencia a los tipos de cierre de las ortesis, se dividen en los siguientes:

1. Cierre ventral.
2. Cierre dorsal.
3. Cierre lateral.

Una característica importante relacionada con las ortesis es la simetría. Sin embargo, durante la nueva clasificación ortótica, el concepto de simetría no llegó a un consenso para su aceptación, debido a que es inapropiado porque las ortesis de tronco son usualmente asimétricas. Este es un término que debe ser empleado con cuidado al hablar de ortesis de tronco, puesto que muchos diseños describen la morfología ortésica como corsés simétricos, lo que quiere decir que más o menos conservan cierta simetría entre sus partes, aunque no llegan a ser estrictamente simétricos (75).

4.5. Ortesis de tronco más empleadas en la EI

Previamente, se comentó la gran variedad de ortesis de tronco existentes y las principales características por las que se diferencian entre sí. Pese a que, en el medio costarricense no se cuenta con la experiencia ni accesibilidad a todos los tipos de ortesis descritos en la literatura, es de suma importancia conocer las características predominantes en su diseño, con el fin de realizar una prescripción más precisa, de acuerdo con la disponibilidad, magnitud y tipo de curvas escolióticas; así como a las necesidades individuales de cada paciente. Se desea que, en un futuro, se pueda contar con una mayor diversidad de ortesis para perfeccionar el manejo conservador de la EIA (76).

A. Corsé de Milwaukee (CTLSO, Rígida, AP: Elongación, PLN: Frontal y sagital): es una ortesis que genera un mecanismo pasivo, pero predominantemente activo, debido a la intención del paciente de escapar de la presión ejercida por las áreas de presión y, por tanto, movimiento hacia la corrección de la deformidad. Consiste en un módulo pélvico, una superestructura y una combinación de puntos de contacto anclados en la superestructura. Esta última consiste en una barra generalmente de aluminio anterior, dos barras posteriores de acero inoxidable y un aro cervical con apoyo occipito-mentoniano. Actualmente es una ortesis en desuso, por su aparatosidad, pero con utilidad en curvas torácicas altas. Las tasas de fracaso (necesidad de intervención quirúrgicas) son del 22% (76).

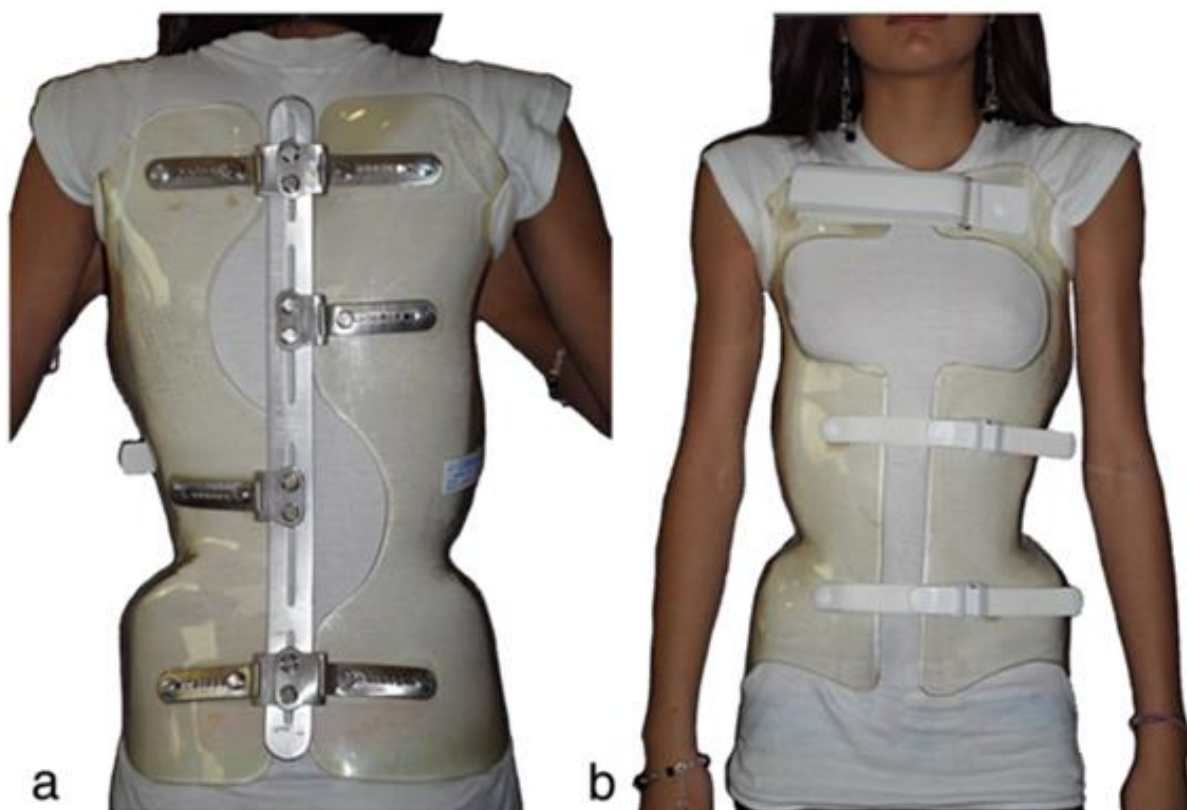
Figura 16. Corsé de Milwaukee.



Nota: Desarrollado en Estados Unidos en 1945, orientado a utilizarse en curvas torácicas altas e hiperCIFOSIS. Se observa su diseño característico con una superestructura conformada por una barra anterior, dos posteriores y un anillo cervical.

B. Ortesis tipo ART (TLSO, Muy Rígida, AP: Detorsión, PLN: Frontal y sagital): deriva del acrónimo Asymetrical, Rigid, Torsion Brace. Elaborado con dos piezas de policarbonato (diseño bivalvo) unido posteriormente en la línea media por una barra de duraluminio; el corsé tipo ART pertenece al reducido grupo de las ortesis muy rígidas, en conjunto con el corsé de Sforzesco. Fue diseñado para reemplazar el yeso y para tratar curvas de alto grado ($\geq 40^\circ$). La efectividad de ambas ortesis rígidas es similar, con mejoría en todos los casos en que se aplicó a pacientes con curvas grandes (77).

Figura 17. Ortesis tipo ART.



Nota: Desarrollado a inicios de la segunda década del presente siglo, el corsé súper rígido ART se creó para sustituir el uso de los yesos. La estructura se consigue gracias a la aplicación de policarbonato y una barra posterior de duraluminio.

C. Ortesis de Sforzesco (TLSO, Muy Rígida, AP: Empuje, PLN: 3 dimensiones): desarrollada bajo el nuevo concepto SPoRT (Symetric, Patient-oriented, Rigid, Three-Dimensional, Active); permitiendo alcanzar los estándares de eficacia y aceptabilidad. El corsé empuja la curva desde su fijación en la pelvis, ejerciendo, además, fuerzas de flexión, desrotación y restauración del equilibrio sagital. Su configuración de aspecto corporal y mínima visibilidad permite mayor libertad de movimiento y un mejor enfoque en cuanto a satisfacción. Reemplaza a los yesos correctivos, indicándose en curvas grandes, que rechazan cirugía. La tasa de éxito alcanza 80% de mejoría, 20% de estabilización y 0% de empeoramiento (78).

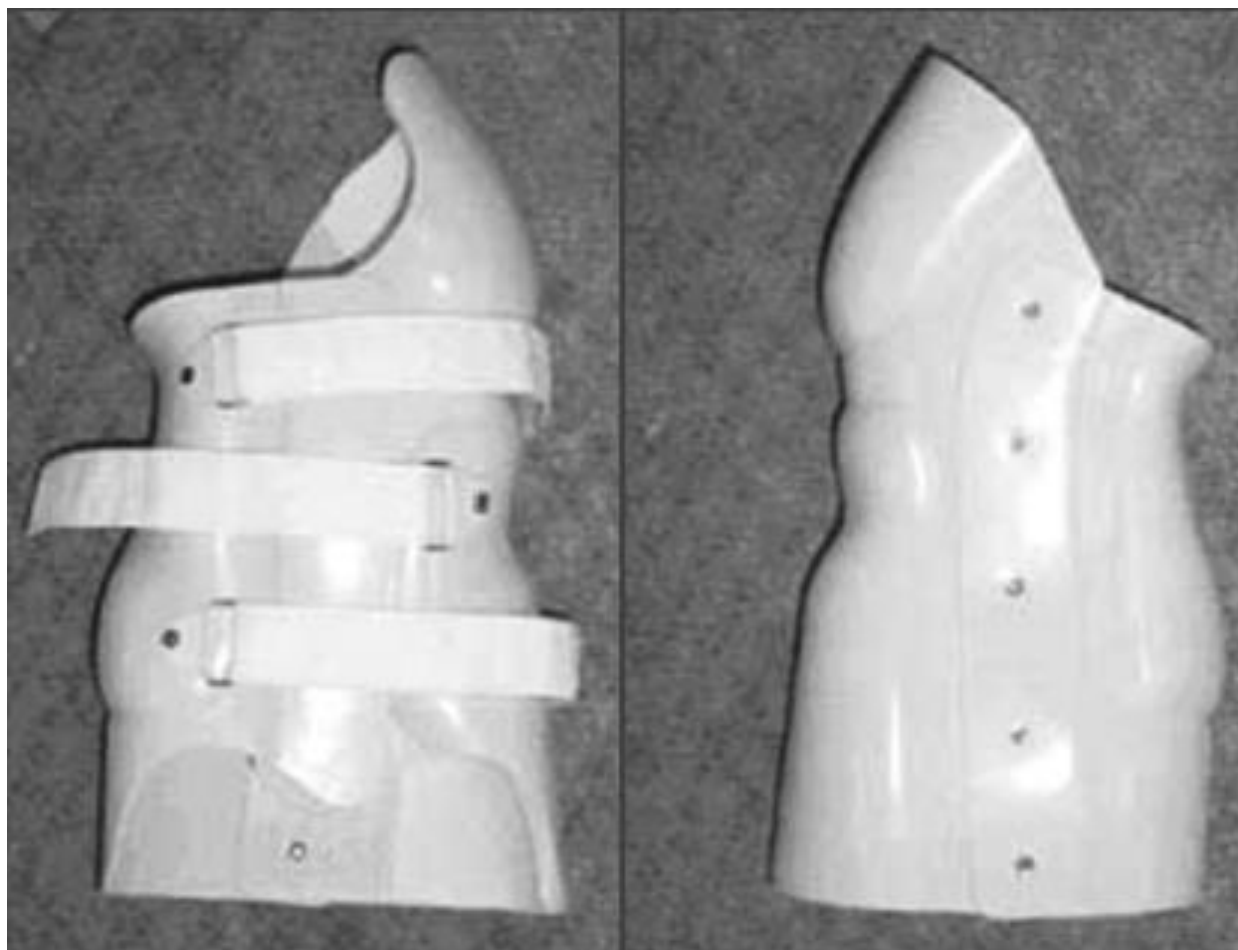
Figura 18. Ortesis de Sforzesco.



Nota: Elaborada en Italia en 2004, es una ortesis muy rígida empleada en curvas únicas o dobles usualmente severas.

D. Corsé nocturno de Charleston (TLSO, Rígida, AP: Inclinación, PLN: Frontal): primer corsé de uso nocturno diseñado en escoliosis. Fabricada con polietileno de alta densidad, es reconocible por su exagerada morfología en flexión lateral. En realidad, la ortesis se moldea con una postura agresiva y con sobrecorrección en flexión lateral; lo que permite únicamente utilizarla por las noches. Se utiliza en curvas únicas, principalmente lumbares. La efectividad se ha documentado en 84%, con 16% de progresión (76).

Figura 19. Corsé nocturno de Charleston.



Nota: Fabricado en Estados Unidos en 1979, el corsé de Charleston tiene una característica distintiva al moldearse con una sobrecompensación en flexión lateral.

E. Corsé Providence (TLSO, Rígida, AP: Inclinación, PLN: Frontal): corsé nocturno (junto al Charleston) con evidencia en escoliosis. Reemplazó al anterior, por su diseño menos agresivo y mejor tolerado. Su AP no es únicamente la flexión lateral, sino que agrega un efecto desrotador, a diferencia del corsé de Charleston, que se enfoca exclusivamente en la inclinación del tronco. De igual manera, su uso predomina en curvas lumbares únicas y flexibles, pero podría ser efectivo en curvas torácicas y dobles (76).

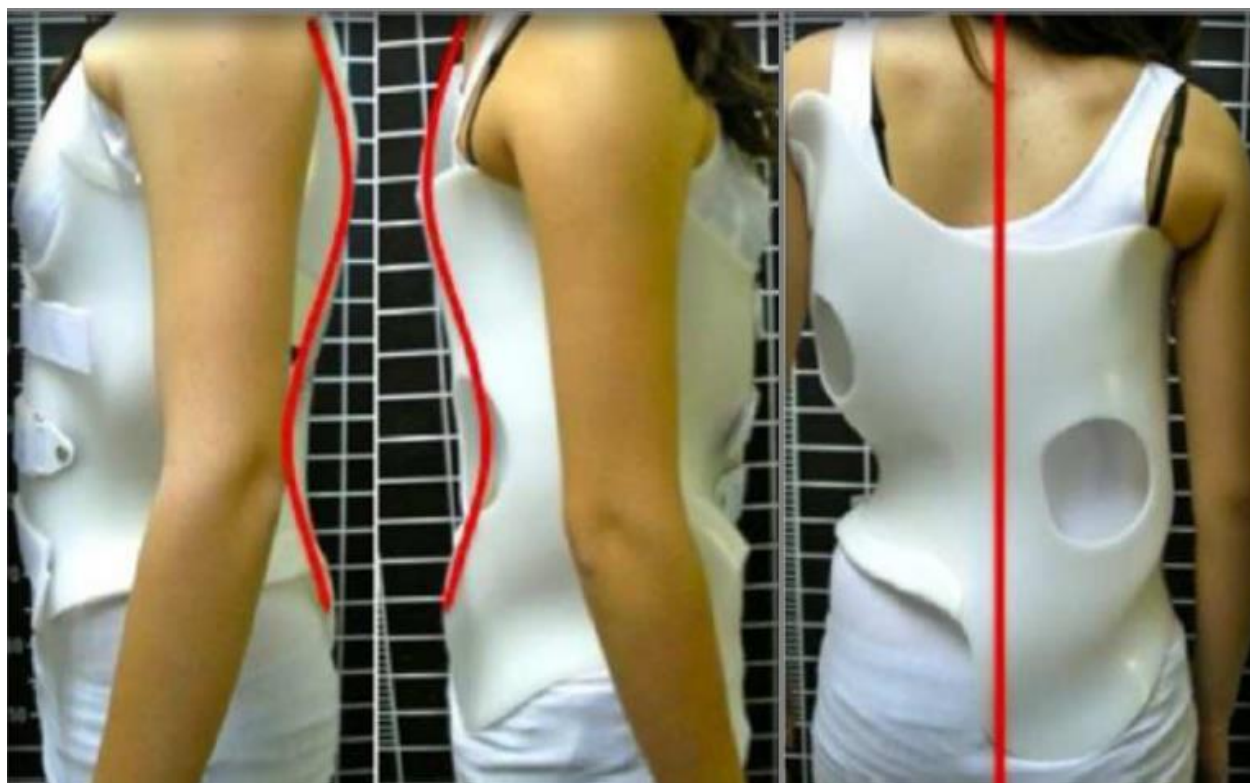
Figura 20. Corsé Providence



Nota: Creado en 1992 en Norteamérica, este corsé nocturno representó una mejoría con respecto a su antecesor el corsé de Charleston. Utilizado por tiempo parcial, su utilización es predominante en curvas lumbares únicas.

F. Corsé de Cheneau y Sistema Rigo-Cheneau (TLSO, Rígida, AP: Detorsión, PLN: Tridimensional): del modelo original de esta ortesis proviene el nombre de Corsé de Cheneau; sin embargo, posteriormente, se redefinieron los principios biomecánicos y los diseños ortésicos de acuerdo con la clasificación de Rigo, según el patrón de curva. Elaborado con termoplástico, el corsé de Cheneau y las ortesis con el sistema de Rigo-Cheneau cuentan con mecanismos activos y pasivos, reflejando principios correctivos de detorsión y normalización del plano sagital. Este concepto de aplicación de fuerzas, aunado a su clasificación, le permite al Sistema de Rigo-Cheneau tratar curvas simples, dobles, torácicas, toracolumbares y lumbares. La aplicación de los principios del Sistema Rigo-Cheneau alcanzó porcentajes de éxito (mejoría y estabilización) en 81%, con 19% de progresión (68).

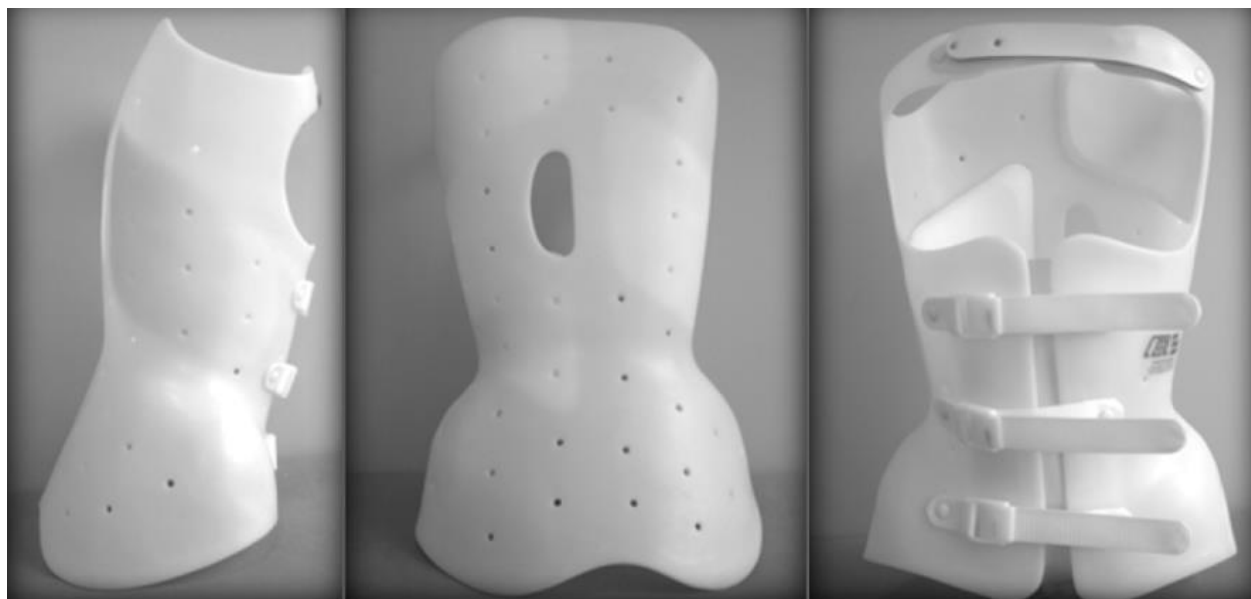
Figura 21. Sistema de Rigo-Cheneau.



Nota: Corsé europeo con un diseño redefinido a principios de los años 90, tomando como referencia el corsé de Cheneau elaborado en 1960. Representa un corsé rígido en termoplástico con principios biomecánicos de corrección de la curva en todos los planos.

G. Corsé de Sibilla (TLSO, Rígida, AP: Empuje, PLN: Tridimensional): OT análoga de la ortesis de Sforzesco, pero elaborada con polietileno, por lo que la rigidez y capacidad de corregir curvas grandes no es la misma. Las fuerzas son colocadas a través de almohadillas por dentro de la estructura plástica, con zonas de escape para provocar movimientos en dirección de la corrección. Cuenta, además, por encima de la zona pectoral, con una faja o expansión plástica, para corregir hipercifosis en caso de que se asocie a la escoliosis, con el inconveniente de que podría rectificar aún más la zona torácica, en caso de un dorso plano (72).

Figura 22. Ortesis de Sibilla.



Nota: Diseñada bajo el concepto SPoRT deriva del corsé de Sforzesco, sin embargo, está fabricada en termoplástico; con una característica faja para tratar la hipercifosis.

H. Corsé de Wilmington (TLSO, Rígida, AP: 3PS, PLN: Frontal): es una OT termoplástica, en la cual, el paciente es inicialmente posicionado sobre una tabla de Risser y se empiezan a colocar moldes de yeso sobre el tronco. Antes de que el material se endurezca, una serie de fuerzas llevadas a cabo por correas o por el ortesista directamente modifican la deformidad hacia la corrección. Tras lo cual, se toman radiografías para observar la corrección llevada a cabo y, en caso de resultados esperados, se realiza el procedimiento para generar el molde final. Estudios retrospectivos documentan tasas de fracaso del 17% (76).

Figura 23. Corsé de Wilmington



Nota: Desarrollada en Estados Unidos en 1969, fue inicialmente indicada para tratar curvas escolióticas moderadas.

I. Corsé de Boston (TLSO, Rígida, AP: 3PS, PLN: Frontal y transverso): una de las OT más utilizadas en Norteamérica. Emplea módulos en termoplástico prefabricados, basándose en el tipo de curva; de tal forma que, en curvas lumbares, se utiliza un módulo de bajo perfil, con una almohadilla en el sitio donde se aplica la fuerza y una extensión trocantérica. En caso de una curva torácica, se agrega una extensión torácica y un componente axilar, con sus respectivas almohadillas de fuerza, para lograr las correcciones necesarias. La ortesis presenta un diseño con ventanas, siempre opuesto al sitio de las áreas de contacto, para promover desplazamiento activo y mejorar ventilación. La eficacia del aparato ortésico en un estudio retrospectivo mostró éxito del 43%, con estabilización del 49% y únicamente 11% de deterioro (76).

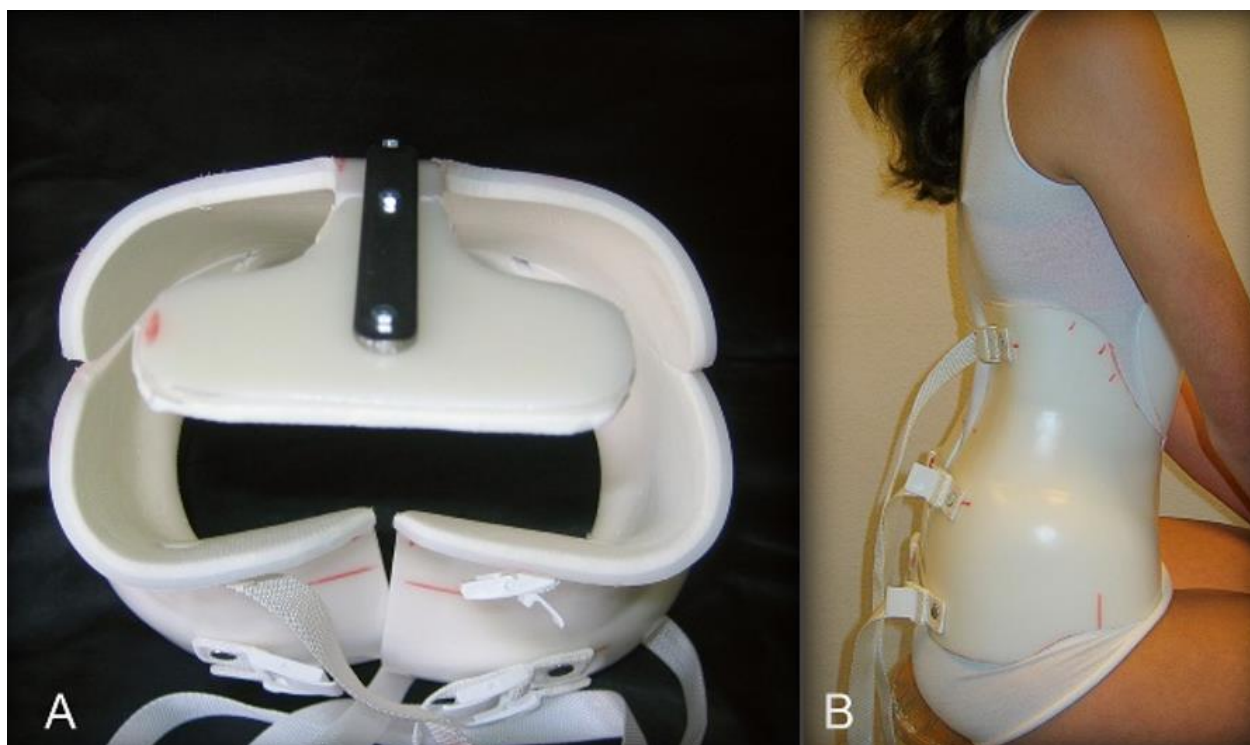
Figura 24. Corsé de Boston.



Nota: Fabricado en 1972 en el Hospital Pediátrico de Boston para tratar niños que inicialmente reclinaban el uso del corsé de Milwaukee. Se observa el módulo axilar para tratar curvas torácicas.

J. Ortesis TLI (thoracolumbar lordotic intervention) / (TLSO, Rígida, AP: 3PS, PLN: Sagital): una OT basada exclusivamente en la aplicación de fuerzas sagitales en la unión TL; por lo que se diseñó principalmente para deformidades en dicho plano, incluyendo la hipercifosis. El corsé está configurado con 30° de lordosis en la unión TL, pero, al ser utilizado en pacientes con escoliosis que asociaban cifosis de la zona TL, se observó corrección de la curva coronal. Por tanto, a pesar de no ser ampliamente usado en EI, constituye una opción en pacientes con alteración predominante en el eje anteroposterior (79).

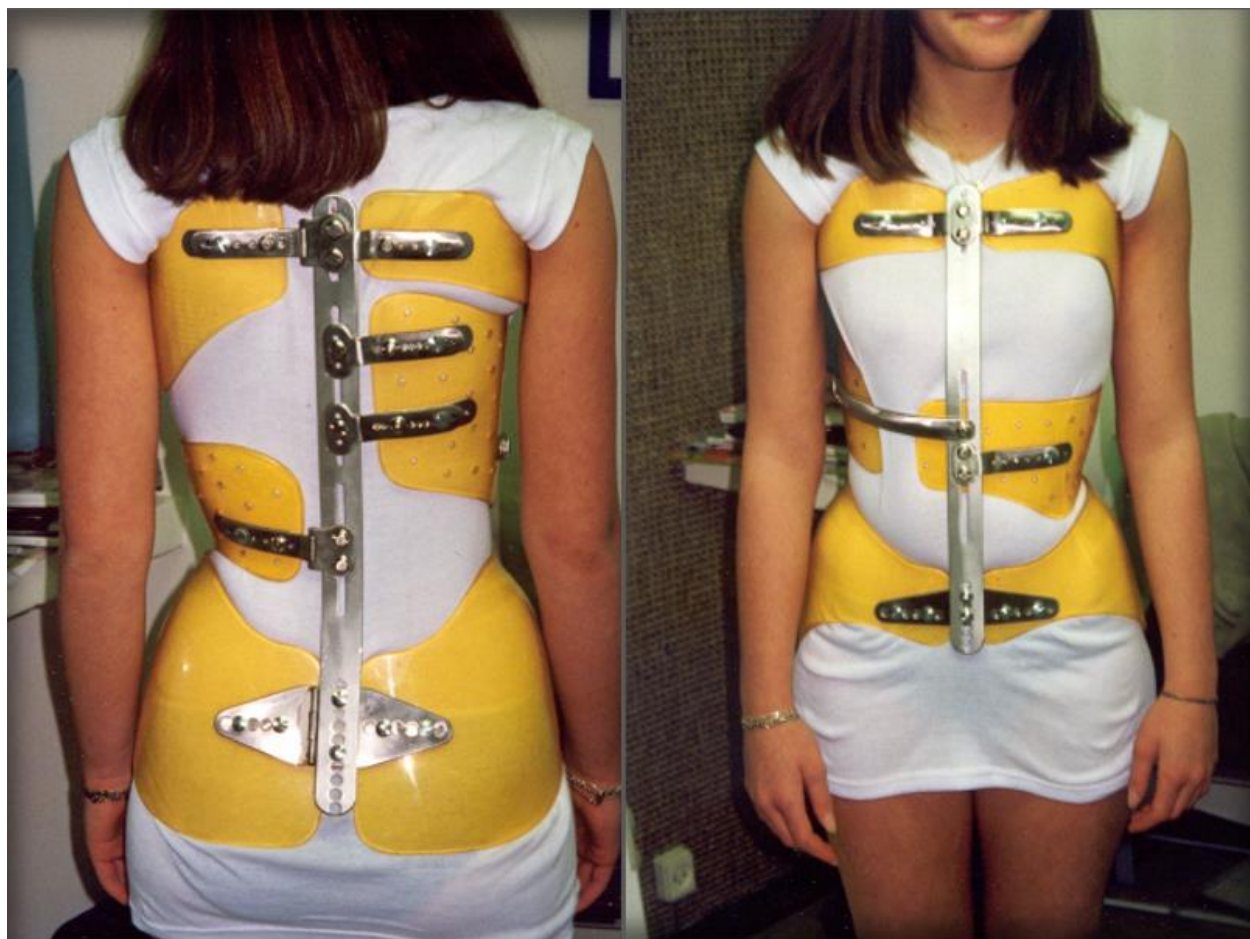
Figura 25. Ortesis TLI.



Nota: Diseñado en Holanda, este corsé tiene una configuración característica en el plano sagital, a nivel de la unión TL de aproximadamente 30°.

K. Corsé de Lyon (TLSO, Rígida, AP: 3PS, PLN: Tridimensional): este corsé es utilizado posterior a la aplicación de uno o dos yesos correctivos. Está conformado por dos barras de metal (una anterior y otra posterior) y una serie de módulos de polimetacrilato que realiza las fuerzas correctivas. Cuenta de abajo hacia arriba con dos módulos pélvicos: uno lumbar cerca de la zona del ápex lumbar, uno torácico a nivel del ápex superior, otro torácico que funciona como contrafuerza a nivel contralateral y un módulo axilar superior al mismo lado de la convexidad torácica que brinda estabilidad y elongación. La efectividad ha sido documentada en mejoría del 67%, estabilidad en 28% y progresión en 5%; sin embargo, la giba (rotación) es incluso mejor corregida que la curva coronal, mejorando, por tanto, la estética (80).

Figura 26. Corsé de Lyon.



Nota: Elaborado por Pierre Stagnara en Francia, durante 1947; esta ortesis ha sufrido varias redefiniciones en su modelo, aunque de la misma forma que la original, requiere inicialmente del moldeo de yesos correctivos.

L. Corsé TriaC (TLSO, Elástico, AP: Movimiento, PLN: Frontal y transverso): su nombre deriva de los aspectos que persigue el corsé: confort, control y cosmesis. Consiste en un módulo flexible que conecta la parte torácica y lumbar, creando una fuerza transversa a nivel del ápex de la curva. No conlleva ninguna corrección pélvica, al contrario, mantiene toda la libertad de movimiento. Algunos estudios sugieren que el TriaC representa una alternativa exclusiva para las curvas lumbares. La tasa de control de la curva alcanza aproximadamente el 76% de los casos (81).

Figura 27. Ortesis de tipo TriaC.



Nota: Corresponde a un diseño holandés con el objetivo de brindar mayor confort y cosmética. Es prácticamente utilizada en curvas lumbares únicas, sin embargo, existen estudios que avalan su empleo en curvas torácicas como se muestra en la imagen.

M. Corsé SpineCor (TLSO, Elástico, AP: Movimiento, PLN: Tridimensional): es una ortesis única, que estimula al paciente a moverse (principio biomecánico activo) hacia la postura correctiva. Consta de dos elementos: una sección pélvica fabricada en termoplástico con bandas elásticas alrededor del muslo y en zona perineal que sirven de anclaje para las bandas del tronco. Este segundo elemento del SpineCor consiste en dos bandas elásticas, hacia la región lumbar y torácica, con disposición y tensión específica de acuerdo con el patrón de curva. Su principal ventaja es la tolerabilidad y aceptación, generando mayor libertad de movimiento. La efectividad según algunos reportes es del 64%, principalmente, en curvas pequeñas y moderadas, ya que su utilidad en curvas grandes aún es cuestionable (76).

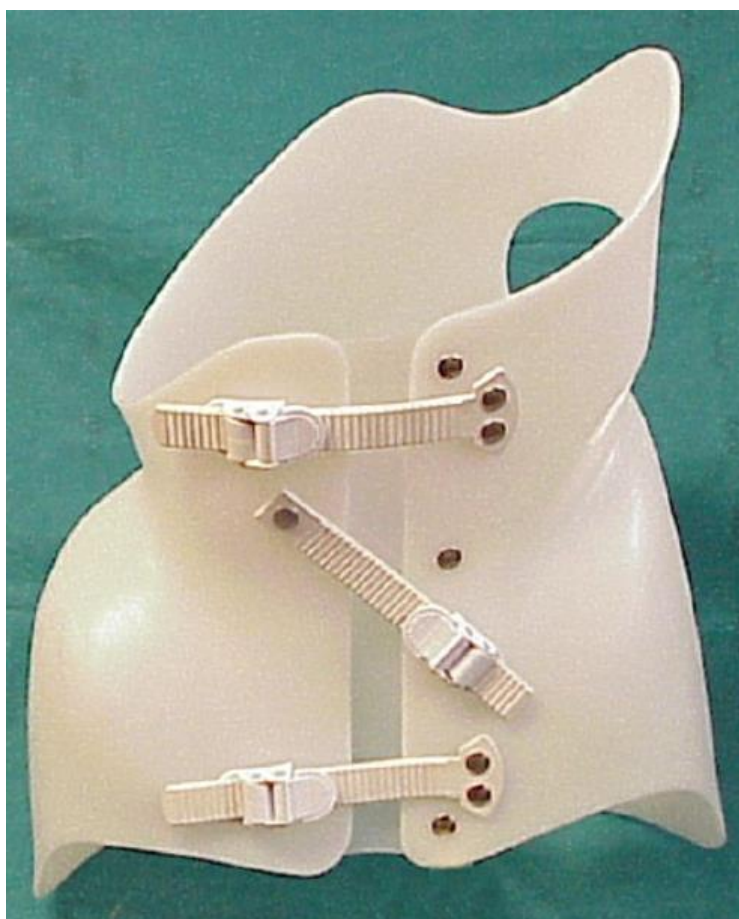
Figura 28. Corsé SpineCor.



Nota: Es la ortesis más representativa elaborada con material blando; originaria de Canadá desde 1993. Brinda mayor libertad de movimiento y ha mostrado efectividad principalmente en curvas pequeñas y moderadas.

N. Corsé PASB (progressive action short brace) / (LSO, Rígida, AP: Detorsión, PLN: Frontal y transverso): ortesis desarrollada en Europa con el concepto de invertir la distribución de carga anormal durante el crecimiento. Está elaborada con moldes de yeso que, tras lograr un mecanismo de elongación al suspender al paciente y deflexión lateral, se imparte la principal fuerza rotacional al molde de yeso como punto clave para su funcionamiento. El margen superior menos elevado queda a nivel del ápex de la convexidad, mientras que el corte superior se usa como contrafuerza, al lado contrario del ápex. Al ser un LSO, es usado en curvas lumbares y en algunos casos toracolumbares. En el estudio de Aulisa, 94% de pacientes corrigieron en gran magnitud la curva y 6% lograron estabilización; con la observación del beneficio en la rotación posterior a su adaptación (26).

Figura 29. Ortesis lumbosacra de tipo PASB.



Nota: Diseñada desde 1976 en Italia, este dispositivo ortopédico combina una serie de principios con énfasis en la rotación vertebral. Se aplica de forma predominante en curvas lumbares únicas e incluso toracolumbares.

4.6. Comparación entre los diferentes tipos de ortesis

4.6.1. Ortesis rígida versus ortesis blanda

Han sido publicados una gran cantidad de ensayos clínicos que comparan ambos grupos de ortesis. Wong et al. (82) compararon la eficacia de un corsé rígido TLSO contra el SpineCor. Al comparar la eficacia clínica y la aceptación, encontraron que las tasas de progresión y, por tanto, desenlace negativo fueron mayores con la ortesis blanda (68% contra 95%). Al mismo tiempo, la aceptación de las ortesis fue comparable, sin documentar diferencias significativas, aunque con mayores problemas de calor debido a la utilización del TLSO, pero también más limitación para uso del baño en los pacientes con SpineCor (82).

Recientemente, Guo et al. (83), utilizando los criterios de selección de la SRS, dividieron una población inicialmente de forma aleatoria de 38 pacientes con EIA. Realizaron análisis previo a alcanzar la madurez esquelética, donde documentaron una tasa de fracaso (progresión de $\geq 5^\circ$) en el 35% de los pacientes que usaron el SpineCor contra únicamente el 5.6% que portó la ortesis rígida. Lo interesante del estudio es que la población con resultados negativos fue intercambiada por ortesis rígida y, una vez alcanzada la madurez esquelética, el 71.4% de la muestra inicialmente con progresión mostró control de la curva (83).

Finalmente, Gutman et al. (84) compararon la ortesis de Boston con el SpineCor en una cohorte de 243 pacientes con EI. Alcanzada la madurez esquelética, el porcentaje de pacientes con progresión de la curva $\geq 6^\circ$ tratados con la ortesis blanda fue 21% mayor que la que utilizó el corsé de Boston; mientras que la proporción de individuos que, al finalizar el manejo tuvieron curvas $\geq 45^\circ$, fue 14% mayor en el grupo de SpineCor. Evidencia que respalda, por tanto, una superioridad de las ortesis rígidas en comparación con las blandas (84).

4.6.2. Tiempo completo versus tiempo parcial.

Tiempo parcial se refiere al uso de la ortesis entre 12-20 horas diarias, mientras que tiempo completo es el uso por 20-24 horas al día. Han sido diversos los informes que han documentado que, cuanto más tiempo de uso, mayor resultado favorable al finalizar el tratamiento. Desde el estudio BrAIST, en la comparativa de dosis-respuesta, se observa que el uso de, al menos, 12.9 horas/día se asoció a una tasa de éxito $>90\%$. Sin embargo, diversos análisis posteriores como el estudio comparativo de Dolan et al. (57) han evidenciado una clara superioridad del uso

ortésico por al menos 18 horas/día, siendo muy poco frecuente la prescripción por parte del personal de salud de una OT menor a esta dosis. La recomendación actual de la SOSORT es utilizar al corsé al inicio del tratamiento por tiempo completo o por un periodo diario no menor a 18 horas/día (5, 57).

4.6.3. *Uso diurno versus uso nocturno.*

Las OT tipo Charleston y Providence son las que han demostrado cierta efectividad en EI. Al compararlas con ortesis rígidas de uso diurno y nocturno, Janicki et al. (24) documentaron éxito en el 40% de pacientes que utilizaron el corsé Providence contra 21% de éxito con el uso de una TLSO. Al realizar los análisis en subgrupos, evidenciaron que el beneficio del Providence en curvas $\geq 35^\circ$ era cuestionable, pero en pacientes con curvas entre 25-35°, su utilización fue más favorable (24).

Capek et al. (85) realizan un ensayo con 105 pacientes conservando los criterios de la SRS. De los cuales, 62 individuos fueron asignados a un corsé Providence y los 49 restantes a un corsé de Boston (uso diurno y nocturno). El éxito reportado incluso un año posterior a la madurez esquelética fue del 71% con la ortesis nocturna en comparativa con 65% del corsé tipo Boston. No hubo diferencias significativas en curvas ya fueran torácicas, toracolumbares o lumbares, con la única excepción de que solo el 9% de los pacientes presentaban curvas dobles. A pesar de esto, llama la atención el cumplimiento, donde únicamente el 56% de los pacientes con la ortesis de Boston tuvo adherencia, en contraposición al 76% del grupo Providence. Resultados que demuestran que, en curvas principalmente únicas, las ortesis nocturnas muestran efectividad y mayor adherencia al tratamiento (85).

4.6.4. *Ortesis simétrica versus ortesis asimétrica*

El término de simetría es actualmente controversial. Sin embargo, los corsés guardan dentro de su diseño, cierta tendencia a la simetría o asimetría de su morfología final, lo que permite en cierta parte hablar de alguna diferenciación entre corsé. Aclarando que las ortesis siempre guardan cierta asimetría, se puede comparar por tanto distintas clases de corsé entre sí (75).

En este sentido, Sy et al. (86) realizan una revisión de aspectos comparativos entre la gran variedad de OT existentes. Lo que llama la atención de este es que los corsés con mayor asimetría en su diseño lograron mayor corrección inicial de la curva; siendo el mejor la ortesis tipo

ART, que documentó correcciones de hasta el 76%. Por lo que hay cierta evidencia en favor de ortesis con diseños asimétricos, debido, principalmente, a la documentación de una superior corrección inicial de la curva (86).

4.6.5. Confección CAD/CAM, elementos finitos, convencional

Durante mucho tiempo, el abordaje tradicional de la elaboración de las OT fue por medio de la toma de yeso, con el objetivo de generar un molde negativo sobre el cual se fabrica la ortesis definitiva. A inicios del siglo presente, se introdujo una tecnología que capta la morfología corporal a través de un escáner láser, para, posteriormente, efectuar por medio de un *software* el diseño y fabricación de la OT definitiva. Este sistema, llamado CAD/CAM (por sus siglas en inglés; *computer aided design/computer aided manufacturing*), incorpora la ventaja de fabricar ortesis en menor tiempo, con menor uso de materiales y, por tanto, mayor comodidad para el paciente (87).

El análisis, por medio de elementos finitos (FEM), es un modelo matemático que ha sido utilizado en las deformidades de columna, para predecir resultados no únicamente de la ortesis, sino también de la corrección quirúrgica. El FEM permite obtener en la computadora representaciones en tres dimensiones muy precisas y complejas de la columna, a partir del cual se realizan simulaciones biomecánicas estáticas y dinámicas, que permiten predecir la corrección inicial de la ortesis, así como el estudio de otros parámetros estructurales de la curva (88).

Cobetto et al. (87) evidenciaron una corrección inicial de 42% usando la tecnología CAD/CAM contra un 43% de las ortesis manuales; sin embargo, documentaron una diferencia significativa en cuanto al grosor y uso de material en favor de la tecnología por computador, mostrando mayor comodidad con su utilización. Más recientemente, Cobetto et al. (88) realizaron comparaciones entre el uso de CAD/CAM versus la combinación de FEM/CAD/CAM en la corrección de EI. Aunado a generar un corsé 50% más delgado y con 20% menor de superficie, la combinación de FEM con CAD/CAM obtuvo porcentajes significativamente mayores de corrección inicial tanto de magnitud de Cobb como de rotación (87, 88).

Por tanto, la tecnología por medio de computador pareciera promisoría en muchos aspectos, de predominancia la velocidad de confección, la ligereza y, por tanto, comodidad de uso; que pudieran estar relacionados con una mejor adherencia al tratamiento. Por otro lado, en la actualidad, no hay estudios suficientemente convincentes que muestren una clara superioridad en la corrección inicial de la curva entre el método tradicional y CAD/CAM, agregado a que su utilización es limitada en muchos medios que tratan deformidades de columna y tronco (22, 88).

CAPÍTULO V. MEJORES PRÁCTICAS RELACIONADAS CON PRESCRIPCIÓN, MONITOREO Y DESCONTINUACIÓN DE LAS ORTESIS DE TRONCO

Las OT juegan un papel actual fundamental en el manejo conservador de individuos con EI. No obstante, aún quedan tópicos relacionados con este abordaje que carecen de evidencia y estandarización. Temas como inicio y discontinuación de la ortesis, métodos para evaluar la maduración esquelética, métodos y frecuencia de estudios radiológicos, duración y tipo de ortesis, uso concomitante de EFEE; las cuales corresponden a detalles específicos y sumamente cruciales para un óptimo tratamiento.

En este sentido, en el año 2020, con el propósito de estandarizar el manejo con respecto a la utilización de las OT, se llevó a cabo un estudio que estableció un conjunto de directrices de mejores prácticas, en relación con el uso de ortesis en pacientes con EI. Sumado a las recomendaciones elaboradas por la SRS y la SOSORT, se pueden brindar una serie de sugerencias aplicables en la práctica diaria, que permitan mejorar la atención y el manejo conservador a través de las OT (89, 9).

5.1. Recomendaciones en torno a la prescripción de las ortesis

5.1.1. Objetivos del tratamiento con ortesis de tronco

El objetivo fundamental de la práctica con OT en EI es prevenir y limitar la progresión de la escoliosis, incluyendo la necesidad de cirugía en los niños en crecimiento (Grado A de recomendación). Por su parte, la SOSORT recomienda las ortesis de tronco en EIA (Grado B de recomendación), así como el empleo de estos dispositivos ortopédicos para tratar EIJ y EII como un primer paso en un intento de evitar o, al menos, posponer el tratamiento quirúrgico (Grado B de recomendación) (9, 89).

5.1.2. Inicio del tratamiento con ortesis de tronco en escoliosis idiopática

En las directrices de mejores prácticas efectuadas por consenso de expertos, se establece que las OT no deberían iniciarse en escoliosis con $\leq 15^\circ$ o $\geq 60^\circ$ según el método de Cobb (Grado C). Por otra parte, un paciente que ha alcanzado la madurez esquelética (por medio de Risser 5,

Sanders 7/8 o con crecimiento mínimo o nulo a lo largo de un año) no es candidato a iniciar una OT (Grado A). La SOSORT expone en sus guías clínicas que el manejo con OT es recomendado en individuos con curvas sobre 20° ($\pm 5^\circ$) de Cobb, aún en crecimiento (definido como un estadio Risser 0 a 3) y con progresión demostrada de la deformidad o un riesgo elevado de empeoramiento; a menos que, de otra forma, sea justificado de acuerdo con la opinión de un experto en tratamiento conservador de deformidades del raquis (Grado B).

Por otro lado, la SRS desde el 2005 define las pautas para el inicio del tratamiento con dispositivos de tronco. En EI, plantea su prescripción en niños mayores de 10 años, en mujeres previo a la menarca o como máximo un año de haber iniciado el periodo menstrual asociado a una madurez esquelética definida únicamente con Risser entre 0-2; junto a la medición del AC con una magnitud entre 25° - 40° . Estos pacientes con curvas entre 20° - 25° en los que, además, se haya documentado progresión, deben ser considerados para el inicio del tratamiento ortésico (Nivel III de evidencia) (90).

5.1.3. ¿Cómo definir alto y bajo riesgo de progresión?

El consenso de expertos realizado durante el año 2020 considera una curva escoliótica con alto riesgo de progresión, incluyendo un Risser 0, Sanders ≤ 3 y apertura del cartílago trirradiado (Grado A); del mismo modo que una curva con una magnitud $\geq 30^\circ$ debe ser considerada un marcador de alto riesgo de progresión (Grado A). Aun cuando la SOSORT no brinda recomendaciones específicamente relacionadas con una curva de bajo riesgo de progresión, entre las directrices de mejores prácticas, se sugiere enmarcar una escoliosis con bajo riesgo de progresión a través de dos conceptualizaciones: marcadores de madurez esquelética que incluye Risser ≥ 4 y Sanders ≥ 6 (Grado A); de la misma forma que curvas con una magnitud según el método de Cobb de $\leq 15^\circ$ (Grado A) (9, 89).

5.1.4. Dosis de prescripción de las ortesis de tronco

La SOSORT en sus guías clínicas recomienda el uso de las OT por tiempo completo (20-24 horas/día) o no menos de 18 horas/día durante el inicio del tratamiento; a menos que sea justificado por un experto en escoliosis (Grado B). También agrega que, debido a una evidente dosis-respuesta, es aconsejado que las horas de uso de corsé por día sean acordes a la severidad de la deformidad, la edad del paciente, la etapa del desarrollo, el objetivo y el

cumplimiento alcanzable (Grado B), así como la consistencia de uso diario sea proporcional a las mismas características mencionadas previamente (Grado B) (9, 89).

El consenso de mejores prácticas en escoliosis resume que pacientes con escoliosis de alto riesgo deben ser ortesados por un mínimo de 18 horas/día (Grado A); por demás, indica que el inicio de una ortesis por menos de 6 horas/día no tiene ninguna indicación en EI (Grado A) (9, 89).

5.1.5. Tipo de ortesis de tronco

Con respecto al tipo de OT empleada, en el 2020 se califica a las OT como diferentes entre sí en términos de efectividad (Grado A), adicionando que las ortesis rígidas son superiores a las no rígidas (Grado A). A pesar de esto, no se describen recomendaciones específicas relacionadas con los distintos tipos de ortesis entre sí. No obstante, la SOSORT brinda una sugerencia especial, anotando que es recomendable que cada equipo de tratamiento utilice la ortesis que mejor conoce, con la que mayor experiencia ha efectuado y con la que ha probado respuesta; ya que menciona que aún no hay suficiente evidencia para que un corsé sea recomendado sobre otros (Grado C). Finalmente, se aconseja el uso de yesos u OT muy rígidas para el manejo de curvas severas, con magnitudes entre 45°-60° en un intento por evitar la cirugía (Grado C) (9, 89).

5.2. Recomendaciones en torno a la monitorización de las ortesis

5.2.1. Evaluación radiológica

Es recomendable chequear la calidad de la OT a través de la radiografía con el dispositivo ortopédico (Grado B), en un periodo entre 2 a 6 semanas desde la entrega del corsé (Grado C). Aunado a lo anterior, es sugerido tomar radiografías tanto en el plano coronal como en el plano sagital (Grado C), con el fin de medir la corrección del ángulo de Cobb y los parámetros sagitales (Grado B). Por último, la medida del ángulo de Cobb con el uso de la ortesis debe realizarse en la curva residual principal, aunque esto último suponga utilizar distintas vértebras límites tanto inferiores como superiores (Grado C) (9, 89).

Con respecto a las evaluaciones radiológicas de seguimiento, todas las que se realicen tras la evaluación con el dispositivo ortopédico deberán realizarse sin el empleo de las OT por parte del

paciente (Grado C). Además, se justifica la indicación de rayos X cada 4 a 6 meses en aquellos pacientes en fase de crecimiento acelerado (Sanders 3 o 4), y entre cada 6 a 12 meses en pacientes que han salido de esta fase (Grado C) (9, 89).

A pesar de contar con una recomendación descrita en las guías, la primera radiografía fuera de la ortesis tiene una importante predicción en el desenlace del tratamiento; por lo cual, debe ser tomada en cuenta y efectuarse entre los primeros 4 a 6 meses tras haberse iniciado el tratamiento con OT (45).

5.2.2. Ejercicios fisioterapéuticos específicos en escoliosis

Con respecto a este apartado, únicamente las directrices de mejores prácticas sobre el tratamiento con OT advierten que los EFEE no son sustitutos del tratamiento ortésico cuando este es indicado (Grado C). Al contrario, se debe considerar la prescripción de EFEE junto con la utilización de dispositivos ortopédicos cuando ambos estén disponibles (Grado A) (9, 89).

La SOSORT deja de forma explícita la recomendación de continuar con los EFEE durante el tratamiento ortésico, en un intento por disminuir los efectos colaterales de la OT como la rigidez espinal y disminución de la fuerza muscular, así como para mejorar la eficacia del dispositivo ortésico mediante la corrección activa (91).

5.2.3. Ejercicio físico y actividades deportivas

En este sentido, los pacientes que utilizan tratamiento ortésico no deben ser restringidos de realizar alguna actividad física específica (Grado C). En este mismo sentido, la actividad deportiva debe ser recomendada en pacientes con EI a los que se les ha prescrito un dispositivo ortopédico (Grado B). Por su parte, la SOSORT también sugiere la actividad física en pacientes ortesados, debido al beneficio físico y psicológico que conlleva (Grado B). Además, aconseja que, en caso de utilización de la ortesis, se realicen con precaución actividades deportivas de contacto o altamente dinámicas (Grado C); para lo cual, la recomendación basada en consenso de expertos considera quitar el aparato ortopédico durante las actividades físicas (Grado C) (9, 89).

5.2.4. Monitoreo de la adherencia

Tanto las guías clínicas de la SOSORT como el consenso de expertos en deformidades del tronco recomiendan el chequeo del cumplimiento del dispositivo a través de sensores electrónicos (Grado A). De la misma manera, es importante utilizar cualquier medio que fomente el cumplimiento en los pacientes ortesados (Grado B), para lo cual, un abordaje hacia el uso de ortesis esté centrado en la familia (por parte del médico, ortesista, fisioterapeuta, etc.) (9, 89).

5.2.5. Aspectos psicosociales de la prescripción

En este sentido, las mejores prácticas relacionadas con el monitoreo de la ortesis aconsejan siempre tomar en cuenta el factor de salud emocional y psicológico en la toma de decisiones acerca de la utilización de una ortesis (Grado C). De forma similar, la SOSORT sugiere la fabricación y utilización de ortesis menos invasiva posible, en relación con la situación clínica, proveyendo misma efectividad con el menor impacto psicológico asequible (Grado A) (9, 89).

5.2.6. Cambio de corsé

Es recomendable el cambio regular de ortesis de acuerdo con el crecimiento o necesidades patológicas específicas (Grado B). Por otro lado, si un dispositivo ortopédico correctamente utilizado es incapaz de llevar a cabo una significativa corrección de la curva, este debe ser modificado o elaborado nuevamente (Grado C) (9, 89).

5.2.6. Rol del equipo de apoyo

Las guías clínicas de la SOSORT definen, a través de recomendaciones, el papel e importancia del equipo de apoyo conformado por el médico, ortesista y fisioterapeuta. El médico, además de la prescripción de la ortesis, debe prescribir la dosis de uso y la explicación del tratamiento con una convincente propuesta de este. Por su parte, el ortesista se encarga de la fabricación, sumado al hecho de discutir los detalles con el médico, incluso, si es necesario previo a la elaboración. El fisioterapeuta debe checar la ortesis de forma regular, derivando al individuo a una evaluación médica adicional de acuerdo con necesidades individuales (9).

Todos los integrantes del equipo deben examinar el tratamiento ortésico con regularidad, utilizando herramientas que permitan mejorar la adherencia. Siendo, además, responsabilidad

del médico y durante cada seguimiento, que la ortesis se adapte de forma perfecta al individuo y cumpla con las necesidades del paciente. Cada valoración supone la corrección que logra el dispositivo en los tres planos: la mejora estética, mejoría de la tolerabilidad (reduciendo visibilidad) y permitiendo mayor libertad en actividades básicas de la vida diaria. Cada miembro tiene un papel preponderante en el manejo de niños con EI (9, 92).

5.3. Recomendaciones en torno a la discontinuación de las ortesis

5.3.1. ¿Cuándo se debe discontinuar la ortesis de tronco?

Los factores más importantes para suspender el uso de las OT deben basarse en, una vez alcanzada la madurez esquelética, tomando en consideración el estadio de Risser, Sanders, cambio en la estatura, magnitud de la curva y progresión de la curva (Grado C). De forma similar, la SOSORT recomienda el uso de las OT hasta el final del crecimiento óseo vertebral (Grado B) (9, 89).

Por otra parte, la SRS describe en el documento publicado durante 2022, en asociación con los criterios realizados durante el estudio BrAIST, que la OT inicia su periodo de destete una vez alcanzada la madurez esquelética, considerando de especial importancia un signo Risser en 4 para mujeres y un Risser de 5 para hombres; aunado a un estadio 7 en la evaluación de Sanders (Nivel III de evidencia) (90).

5.3.2. Descontinuación progresiva de las ortesis

Una vez que la decisión de suspender el tratamiento ortésico se ha tomado, la discontinuación se recomienda realizarla de forma escalonada, en un periodo de, al menos, 6 meses antes de la suspensión completa del dispositivo (Grado C). Agregado a lo anterior, es sugerido, conforme se disminuye el tiempo de uso, realizar los EFEE, para permitir una adaptación postural a la columna vertebral, evitar el colapso y mantener los resultados a largo plazo (Grado B) (9, 89).

La SRS en su encuesta de prácticas en el manejo de escoliosis documenta que, posterior a la decisión de discontinuar el uso del corsé, este se podría realizar disminuyendo paulatinamente la cantidad de horas de uso de la OT, realizar una transición al uso únicamente nocturno o discontinuarlo progresivamente en un periodo de 6 meses (Nivel III de recomendación) (90).

CAPÍTULO VI. RECOMENDACIÓN DE FICHA TÉCNICA PARA LA PRESCRIPCIÓN

Este instrumento de evaluación y prescripción consiste en una hoja de tamaño oficio, la cual en su parte frontal se encuentra dividida en siete secciones enumeradas a través del sistema romano. Por su parte dorsal, se describen los procedimientos correspondientes para estimar o evaluar aspectos fundamentales de la ficha, como lo son: el TRACE, el método de Cobb, la rotación a nivel del ápex de la curva, el ángulo de rotación del tronco, los parámetros espinopélvicos, la cifosis dorsal, la lordosis lumbar y el porcentaje de corrección de la curva (Apéndice E).

La sección I corresponde a los datos generales del paciente (nombre, cédula, edad, diagnóstico, género y objetivo específico del tratamiento ortésico), así como aspectos vinculados con el centro de salud, fecha de llenado de la ficha técnica y teléfonos correspondientes en caso de requerir localizar al paciente.

La sección II consta de la evaluación clínica fundamental en relación con la EI. Primeramente, permite realizar el TRACE (apartado A, ver Apéndice E). Después, con el paciente en posición bípeda, el evaluador se coloca detrás de él, con el objetivo de observar un posible desnivel de hombros, oblicuidad pélvica, desplazamiento de cadera y determinar el eje de plomada (apartado B a E). El apartado F corresponde a la determinación de alguna posible discrepancia de extremidades inferiores; el apartado G permite marcar la basculación de la pelvis correspondiente, dejando el apartado H para la determinación de las flechas en el plano sagital y la obtención del ángulo de rotación del tronco a través del escoliómetro (apartado I, ver Apéndice E). El último apartado de la sección II corresponde a un espacio de observaciones (apartado J), donde es posible anotar alteraciones adicionales a nivel del tórax, presencia de ostomías a nivel abdominal e incluso pacientes con alteraciones pulmonares importantes por considerar.

La sección III de la ficha técnica comprende la evaluación radiológica de la EI. Por medio de la radiografía posteroanterior y lateral, se podrá determinar la magnitud del ángulo de Cobb, así como la medición de la rotación a nivel del ápex de la curva y la determinación de las variables del perfil sagital (cifosis dorsal, lordosis lumbar y parámetros espinopélvicos; ver Apéndice E), correspondientes a los apartados A, B y D de la sección III. El apartado C tiene la finalidad de

permitir la anotación de la madurez esquelética, ya sea por medio del signo Risser, la apertura o cierre del cartílago trirradiado, o la madurez a través de los estadios de Sanders (ver Apéndice G y H).

La sección IV sirve para la determinación del tipo de ortesis que se desea prescribir. Esta se encuentra dividida en relación con las principales características que diferencian a las ortesis entre sí: topografía, material, valvas, cierre y nombre del corsé (ver Apéndice C).

La sección V corresponde al plan biomecánico elaborado por el médico, partiendo de la corrección a nivel de la pelvis (basculación, posicionamiento de cadera, corrección de oblicuidad pélvica utilizando como referencia la espina iliaca antero superior). Luego, se describen las principales fuerzas de corrección a nivel lumbar/toracolumbar, torácico y torácico proximal, con su correspondiente apartado para determinar el sentido de desrotación que se desea aplicar en la ortesis. En esta sección, se tiene una figura sencilla del tronco y la pelvis tanto por la cara anterior como posterior, que permite dibujar la deformidad y las fuerzas de corrección en cuestión, generando una ayuda visual para el ortesista. El presente apartado culmina con la posibilidad de realizar fuerzas correctivas en el plano sagital (en caso de alteración en dicho perfil), además de un espacio correspondiente para anotar observaciones o implementar accesorios en el corsé como almohadillas, ventanas de expansión, fajas de hombro y hebillas.

La sección VI de la presente ficha permite puntualizar en las líneas de corte de la ortesis de tronco, tanto en su zona supero/anterior como infero/posterior, infero/lateral y supero/posterior. Por último, la ficha presenta un apartado que permite anotar el porcentaje de corrección con el corsé, así como la magnitud de torsión con la ortesis, los cambios en el perfil sagital y el eje de la plomada; esenciales para la predicción de éxito del corsé (ver Apéndice E).

CAPÍTULO VII. LISTA DE VERIFICACIÓN DE PRESCRIPCIÓN DE ORTESIS EN ESCOLIOSIS

La lista de verificación consiste en una hoja que brinda las recomendaciones más importantes y generales durante la prescripción, monitorización y discontinuación de las OT. La hoja pretende, por un lado, y desde un punto de vista simplificado, recordar aspectos cruciales del manejo conservador con dispositivos de tronco; no solo para profesionales que se encargan de la EI específicamente, sino también para médicos dentro del ámbito de la rehabilitación, que requieran de pautas generales para facilitar la evaluación y derivación óptima del paciente. Del mismo modo, dicha lista de verificación sirve como una guía para la toma de decisiones y formulación de recomendaciones al paciente y la familia, la cual puede ser brindada por cualquier profesional en el ámbito fisiátrico que da seguimiento a individuos con EI (Apéndice F).

7.1. Limitaciones de la ficha propuesta

La presente recomendación de ficha técnica contribuye en la evaluación y prescripción de las OT en el tratamiento conservador de la EI. Sin embargo, muestra de forma particular una serie de limitaciones relacionadas con su aplicación. En primer lugar, en el medio costarricense, se cuenta con escasos ortoprotesistas calificados y debidamente colegiados para la correcta aplicación de principios biomecánicos y para la fabricación de ortesis de tronco adecuadas. Por otro lado, en Costa Rica se realizan en su mayoría ortesis de tipo TLSO elaboradas a través de moldes de yeso; con la reciente introducción de ortesis confeccionadas por medio del sistema CAD/CAM, sin encontrarse aún ampliamente disponible.

Así mismo, la presente ficha clínico-técnica para la prescripción de OT podría ser un instrumento realmente útil para facilitar la evaluación y prescripción de estos dispositivos de tronco. Por lo que, sería de gran valor llevar a cabo una etapa de validación, donde se pueda evidenciar aspectos como facilitación y optimización de la prescripción, unificación de criterios y variables como la demora en su llenado en distintos centros médicos donde se brinda seguimiento a pacientes con EI.

CAPÍTULO VIII. CONCLUSIONES

- Las ortesis de tronco son efectivas en el manejo conservador de la escoliosis idiopática. Aunque con una evidencia limitada, su empleo hacia el objetivo claro y fundamental de limitar la progresión de la deformidad, y, por tanto, disminuir secuelas a futuro, así como evitar procedimientos quirúrgicos y mejorar la calidad de vida está ampliamente consensuado.
- Las ortesis de tronco presentan principios biomecánicos de corrección similares entre sí, con el propósito en común de disminuir las cargas asimétricas en las estructuras de la unidad funcional espinal, lo que lleva a frenar el crecimiento asimétrico y el acuñamiento vertebral, dando como resultado una interrupción de la deformidad progresiva del raquis.
- Aunque a menudo olvidado durante la evaluación clínica de la corrección inicial con el corsé, el perfil sagital y transversal brindan claves cruciales para predecir el resultado exitoso de este dispositivo. De forma que la medición del balance sagital y la determinación de la mejora en la torsión vertebral son aspectos fundamentales por tomar en consideración durante la monitorización de la ortesis.
- Ensayos recientes demuestran que un factor clave para predecir el resultado exitoso de una ortesis es la corrección inicial del dispositivo, aunque la primera radiografía fuera del corsé, realizada entre 4-6 meses posterior a su comienzo, pareciera ser un mejor parámetro pronóstico, con una corrección de la curva de, al menos, un 10%.
- Los principios de eficacia y aceptabilidad son trascendentales para lograr efectividad en el tratamiento ortésico conservador. Lo anterior requiere no únicamente de la cuidadosa confección ortésica, sino de la conformación de un equipo de apoyo que permita una preparación del paciente y su entorno, así como un seguimiento óptimo continuo.
- Entre las directrices de mejores prácticas clínicas en relación con las ortesis de tronco, la evidencia sugiere realizar la prescripción en curvas moderadas aún con potencial de crecimiento esquelético; así como una discontinuación progresiva una vez alcanzada la madurez.

BIBLIOGRAFÍA

1. Cheng J, Castelein R, Chu W, Danielsson A, Dobbs M, Grivas T, Gurnett C, Luk K, Moreau A, Newton P, Stokes I, Weinstein S, Burwell G. Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Nat Rev Dis Primers*. 2015; 1: 15030.
2. Lau K, Kwan K, Cheung J, Law K, Cheung K. Impact of mental health components on the development of back pain in young adults with adolescent idiopathic scoliosis. *Eur Spine J*. 2023; 32: 3970-3978.
3. Instituto Nacional de Estadística y Censos. Encuesta Nacional sobre Discapacidad. San José, Costa Rica; 2018. Disponible en: <https://inec.cr/busqueda?searchtext=Encuesta%2520Nacional%2520sobre%2520Discapacidad%25202018>
4. Negrini S, Minozzi S, Bettany-Saltikov J, Zaina F, Chockalingam N, Grivas T, Kotwicki T, Maruyama T, Romano M, Vasiliadis E. Braces for idiopathic scoliosis in adolescents (Review). *Cochrane Database of Syst Rev*. 2010; 1: CD006850.
5. Weinstein S, Dolan L, Wright J, Dobbs M. Effects of Bracing in Adolescents with Idiopathic Scoliosis. *N Engl J Med*. 2013; 369: 1512-21.
6. Negrini S, Marchini G, Tessadri F. Brace technology thematic series - The Sforzesco and Sibilla braces, and the SPoRT (Symmetric, Patient oriented, Rigid, Three-dimensional, active) concept. *Scoliosis*. 2011; 6: 8.
7. Negrini S, Di Felice F, Donzelli S, Zaina F. Escoliosis y cifosis. En: Frontera W. *Manual de Medicina Física y Rehabilitación: Trastornos musculoesqueléticos, dolor y rehabilitación*. Cuarta edición. Barcelona, Elsevier; 2020. p. 882-889.
8. El-Hawary R, Chukwunyerenna C. Update on Evaluation and Treatment of Scoliosis. *Pediatr Clin North Am*. 2014; 61(6): 1223-1241.
9. Negrini S, Donzelli S, Aulisa A, Czaprowski D, Schreiber S, De Mauroy J, Diers H, Grivas T, Knott P, Kotwicki T, Lebel A, Marti C, Maruyama T, O'Brien J, Price N, Parent E, Rigo M, Romano M, Stikeleather L, Wynne J, Zaina F. 2016 SOSORT guidelines: orthopaedic and rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth. *Scoliosis Spinal Disord*. 2018; 13: 3.
10. Ruiz G, Torres N, Marreno P, Guzmán H, Olivella G, Ramírez M. Early-onset scoliosis: a narrative review. *EFORT Open Reviews*. 2022, 7: 599-610.
11. Richards B, Sucato D, Johnston E. Scoliosis. En: Herring J. *Tachdjian's Pediatric Orthopaedics*. Sexta Edición. Dallas, Elsevier; 2022. p. 132-252.

12. Zaina F, Atanasio S, Negrini S. Clinical Evaluation of Scoliosis During Growth: Description and Reliability. *Stud Health Technol Inform.* 2008; 135: 125-138.
13. Cheshire J, Gardner A, Berryman F, Pynsent P. Do the SRS-22 self-image and mental health domain scores reflect the degree of asymmetry of the back in adolescent idiopathic scoliosis? *Scoliosis Spinal Disord.* 2017; 12: 37.
14. Alomar E, Castillo J, D'Ágata E, Pérez C, Rigo M. Spanish validation of Bad Sobernheim Scoliosis Questionnaire for adolescents wearing braces. *Scoliosis.* 2009; 4(2): P3.
15. Vasiliadis E, Grivas T, Gkoltsiou K. Development and preliminary validation of Brace Questionnaire (BrQ): a new instrument for measuring quality of life of brace treated scoliotics. *Scoliosis.* 2006; 1: 7.
16. Kotwicki T, Negrini S, Grivas T, Rigo M, Maruyama T, Durmala J, Zaina F. Methodology of evaluation of morphology of the spine and the trunk in idiopathic scoliosis and other spinal deformities - 6th SOSORT consensus paper. *Scoliosis.* 2009; 4: 26.
17. Vasiliadis E, Grivas T, Kaspiris A. Historical overview of spinal deformities in ancient Greece. *Scoliosis.* 2009; 4: 6.
18. Kham M, Srinivasan V, Jea A. The History of Bracing for Scoliosis. *Clinical Pediatrics.* 2015; 1-6.
19. Shaughnessy W. Advances in Scoliosis Brace Treatment for Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Orthop Clin N Am.* 2007; 38: 469-475.
20. Nachemson A, Peterson L. Effectiveness of treatment with a brace in girls who have adolescent idiopathic scoliosis. A prospective, controlled study based on data from the Brace Study of the Scoliosis Research Society. *J Bone Joint Surg Am.* 1995; 77: 815-822.
21. Dolan L, Weinstein S. Surgical Rates After Observation and Bracing for Adolescent Idiopathic Scoliosis: An Evidence-Based Review. *SPINE.* 2007; 32(19): 91-100.
22. Karavidas N. Bracing in The Treatment of Adolescent Idiopathic Scoliosis: Evidence to Date. *Adolesc Health Med Ther.* 2019; 10: 153-172.
23. Richards B, Bernstein R, D'Amato C, Thompson G. Standardization of Criteria for Adolescent Idiopathic Scoliosis Brace Studies. *SPINE.* 2005; 30(18): 2068-2075.
24. Janicki J, Poe-Kochert C, Armstrong E, Thompson G. A Comparison of the Thoracolumbosacral Orthoses and Providence Orthosis in the Treatment of Adolescent Idiopathic Scoliosis. 2007; 27(4): 369-374.
25. Negrini S, Minozzi S, Bettany-Saltikov J, Zaina F, Chockalingam N, Grivas T, Kotwicki T, Maruyama T, Romano M, Vasiliadis E. Braces for idiopathic scoliosis in adolescents (Review). *Cochrane Database of Syst Rev.* 2010; 1: CD006850.

26. Aulisa A, Guzzanti V, Galli M, Perisano C, Falciglia F, Aulisa L. Treatment of thoraco-lumbar curves in adolescent females affected by idiopathic scoliosis with a progressive action short brace (PASB): assessment of results according to the SRS committee on bracing and nonoperative management standardization criteria. *Scoliosis*. 2009; 4: 21.
27. Davies E, Norvell D, Hermsmeyer J. Efficacy of bracing versus observation in the treatment of idiopathic scoliosis. *Evid Based Spine Care J*. 2011; 2(2): 25-34.
28. Sanders J, Newton P, Browne R, Katz D, Birch J, Herring A. Bracing for Idiopathic Scoliosis: How Many Patients Require Treatment to Prevent One Surgery? *J Bone Joint Surg Am*. 2014; 96: 649-653.
29. Maruyama T, Kobayashi Y, Miura M, Nakao Y. Effectiveness of brace treatment for adolescent idiopathic scoliosis. *Scoliosis*. 2015; 10(2): 12.
30. Aulisa A, Guzzanti V, Falciglia F, Giordano M, Marzetti E, Aulisa L. Lyon bracing in adolescent females with thoracic idiopathic scoliosis: a prospective study based on SRS and SOSORT criteria. *BMC Musculoskelet Disord*. 2015; 16: 316.
31. Kuroki H, Inomata N, Hamanaka H, Higa K, Chosa E, Tajima N. Efficacy of the Osaka Medical College (OMC) brace in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis following Scoliosis Research Society brace studies criteria. *Scoliosis*. 2015; 10: 12.
32. Negrini S, Minozzi S, Bettany-Saltikov J, Chockalingam N, Grivas T, Kotwicki T, Maruyama T, Romano M, Zaina F. Braces for idiopathic scoliosis in adolescents. *Cochrane Database of Syst Rev*. 2015; 1: CD006850.
33. Zhang Y, Li X. Treatment of bracing for adolescent idiopathic scoliosis patients: a meta-analysis. *Eur Spine J*. 2019; 28(9): 2012-2019.
34. Zaina F, Cordani C, Donzelli S, Lazzarini S, Arienti C, Del Furia M, Negrini S. Bracing Interventions Can Help Adolescents with Idiopathic Scoliosis with Surgical Indication: A Systematic Review. *Children*. 2022; 9: 1672.
35. Lusini M, Donzelli S, Minnella S, Zaina F, Negrini S. Brace treatment is effective in idiopathic scoliosis over 45°: an observational prospective cohort-controlled study. *The Spine Journal*. 2014; 14(9): 1951-1956.
36. Aulisa A, Guzzanti V, Falciglia F, Giordano M, Galli M, Aulisa L. Brace Treatment of Idiopathic Scoliosis is effective for a curve over 40 degrees, but is the evaluation of Cobb angle the only parameter for the indication of treatment? 2018; 55(2): 231-240.
37. Negrini S, Donzelli S, Lusini M, Minnella S, Zaina F. The effectiveness of combined bracing and exercise in adolescent idiopathic scoliosis based on SRS and SOSORT criteria: a prospective study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2014; 15: 263.

38. Schreiber S, Parent E, Khodayari E, Hedden D, Hill D, Moreau M, Lou E, Watkins E, Southon S. The effect of Schroth exercises added to the standard of care on the quality of life and muscle endurance in adolescents with idiopathic scoliosis—an assessor and statistician blinded randomized controlled trial: “SOSORT 2015 Award Winner”. *Scoliosis*. 2015; 10: 24.
39. Kwan K, Cheng A, Koh H, Chiu A, Chee K. Effectiveness of Schroth exercises during bracing in adolescent idiopathic scoliosis: results from a preliminary study-SOSORT Award 2017 Winner. *Scoliosis Spinal Disord*. 2017; 12: 32.
40. Karavidas N, Tzatzaliaris D. Brace and Physiotherapeutic Scoliosis Specific Exercises (PSSE) for Adolescent Idiopathic Scoliosis (AIS) treatment: a prospective study following Scoliosis Research Society (SRS) criteria. *Archives of Physiotherapy*. 2022; 12: 22.
41. Negrini A, Poggio M, Donzelli S, Vanossi M, Cordani C, Romano M, Negrini S. Sport improved medium-term results in a prospective cohort of 785 adolescents with idiopathic scoliosis braced full time. SOSORT 2018 award winner. *Eur Spine J*. 2022; 11: 2994-2999.
42. Katz D, Durrani A. Factors that influence outcome in bracing large curves in patients with adolescent idiopathic scoliosis. *SPINE*. 2001; 26(21): 2354-2361.
43. Goodbody C, Asztalos I, Sankar W, Flynn J. It’s not just the big kids: both high and low BMI impact bracing success for adolescent idiopathic scoliosis. *J Child Orthop*. 2016; 10(5): 395-404.
44. Van den Bogaart M, Royen B, Haanstra T, Kleuver M, Faraj S. Predictive factors for brace treatment outcome in adolescent idiopathic scoliosis: a best-evidence synthesis. *Eur Spine J*. 2019; 28(3): 511-525.
45. Negrini S, Di Felice F, Negrini F, Zaina F, Rebagliati G, Donzelli S. Predicting final results of brace treatment of adolescents with idiopathic scoliosis: first out-of-brace radiograph is better than in-brace radiograph—SOSORT 2020 award winner. *Eur Spine J*. 2022; 31: 3519-3526.
46. Sun W, Zhou J, Sun M, Qin X, Qiu Y, Zhu Z, Xu L. Low body mass index can be predictive of bracing failure in patients with adolescent idiopathic scoliosis: a retrospective study. *Eur Spine J*. 2017; 26(6): 1665-1669.
47. Xu L, Qin X, Qiu Y, Zu Z. Initial Correction Rate Can be Predictive of the Outcome of Brace Treatment in Patients with Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Clin Spine Surg*. 2015; 30(4): 475-479.
48. El Hawary R, Zaaroor D, Floman Y, Lonner B, Alkhalife Y, Betz R. Brace treatment in adolescent idiopathic scoliosis: risk factors for failure—a literature review. *Spine J*. 2019; 19(12): 1917-1925.

49. Donzelli S, Fregna G, Zaina F, Livetti G, Chiara M, Negrini S. Predictors of Clinically Meaningful Results of Bracing in a Large Cohort of Adolescents with Idiopathic Scoliosis Reaching the End of Conservative Treatment. 2023; 10(4): 719.
50. Peeters C. Brace therapy and radiographic imaging in adolescent idiopathic scoliosis; where do we stand? SPINE. 2022; 47(8): 353-361.
51. Karol L, Virostek D, Felton K, Jo C, Butler L. The Effect of the Risser Stage on Bracing Outcome in Adolescent Idiopathic Scoliosis. J Bone Joint Surg Am. 2016; 98: 1253-1259.
52. O'Neill P, Karol L, Shindle M, Elerson E, Brintzenhofszoc K, Katz D, Farmer K, Sponseller P. Decreased orthotic effectiveness in overweight patients with adolescent idiopathic scoliosis. J Bone Joint Surg Am. 2005; 87(5): 1069-1074.
53. Zaina F, Donzelli S, Negrini S. Overweight is not predictive of bracing failure in adolescent idiopathic scoliosis: results from a retrospective cohort study. Eur Spine J. 2017; 26(6): 1670-1675.
54. Ovadia D, Eylon S, Mashiah A, Wientroub S, Lebel E. Factors associated with the success of the Rigo System Cheneau brace in treating mild to moderate adolescent idiopathic scoliosis. J Child Orthop. 2012; 6: 327-331.
55. Yamane K, Takigawa T, Tanaka M, Sugimoto Y, Arataki S, Ozaki T. Impact of Rotation Correction after Brace Treatment on Prognosis in Adolescent Idiopathic Scoliosis. Asian Spine J. 2016; 10(5): 893-900.
56. Donzelli S, Zaina F, Minnella S, Lusini M, Negrini S. Consistent and regular daily wearing improve bracing results: a case-control study. Scoliosis Spinal Disord. 2018; 13: 16.
57. Dolan L, Donzelli S, Zaina F, Weinstein S, Negrini S. Adolescent Idiopathic Scoliosis Bracing Success Is Influenced by Time in Brace. SPINE. 2020; 45(17): 1193-1199.
58. Tavernaro M, Pellegrini A, Tessadri F, Zaina F, Zonta A, Negrini S. Team care to cure adolescents with braces (avoiding low quality of life, pain and bad compliance): a case-control retrospective study. Scoliosis. 2012; 7:17.
59. Li X, Huo Z, Hu Z, Ping T, Chun J, Chi V, Hon B. Which interventions may improve bracing compliance in adolescent idiopathic scoliosis? A systematic review and meta-analysis. PLoS ONE. 2022; 17(7): e0271612.
60. Xu L, Qiu X, Xu S, Mao S, Liu Z, Qiao J, Qiu Y. Potential genetic markers predicting the outcome of brace treatment in patients with adolescent idiopathic scoliosis.
61. Kapandji A. El raquis en conjunto. En: Kapandji A. Fisiología Articular: Tomo III. Sexta edición. Madrid: Médica Panamericana; 2008. p. 2-45.

62. Kushchayev S, Glushko T, Jarraya M, Schuleri K, Preul M, Brooks M, Teytelboym O. ABCs of the degenerative spine. *Insights Imaging*. 2018; 9(2): 253-274.
63. Smit T. Adolescent idiopathic scoliosis: The mechanobiology of differential growth. *JOR Spine*. 2020; 3(4): 1115.
64. Schlager B, Ismael M, Wilke H, Galbusera F. Scoliosis. En: Galbusera F, editor. *Biomechanics of the Spine*. Milán: Elsevier; 2018. p. 345-361.
65. Fadzani M, Sltikov J. Etiological Theories of Adolescent Idiopathic Scoliosis: Past and Present. *Open Orthop J*. 2017; 11: 1466-1489.
66. Machida M, Weinstein S, Dubousset J. *Pathogenesis of Idiopathic Scoliosis*. Edición primera. Springer, Tokyo. Capítulo 4. 2018; 75-99.
67. Rigo M, Villagrasa M, Gallo D. A specific scoliosis classification correlating with brace treatment: description and reliability. *Scoliosis*. 2010; 5(1): 1.
68. Rigo M, Jelacic M. Brace technology thematic series: the 3D Rigo Chêneau-type brace. *Scoliosis Spinal Disord*. 2017; 12: 10.
69. Rigo M, Negrini S, Weiss H, Grivas T, Maruyama T, Kotwicki T. SOSORT consensus paper on brace action: TLSO biomechanics of correction. *Scoliosis*. 2006; 1: 11.
70. Kuroki H. Brace Treatment for Adolescent Idiopathic Scoliosis. *J. Clin. Med*. 2018; 7: 136.
71. Negrini S, Atanasio S, Negrini A, Negrini A, Negrini A, Negrini G, Parzini S, Romano M, Verzini N, Zaina F. The evidence based ISICO approach to spinal deformities.
72. Negrini S, Marchini G, Tessadri F. Brace technology thematic series - The Sforzesco and Sibilla braces, and the SPoRT (Symmetric, Patient oriented, Rigid, Three-dimensional, active) concept. *Scoliosis*. 2011; 6: 8.
73. Negrini S. Bracing adolescent idiopathic scoliosis today. *Disabil Rehabil Assist Technol*. 2008; 3(3): 107-111.
74. Grivas T, De Mauroy J, Wood G, Rigo M, Timothy M, Kotwicki T, Negrini S. Brace Classification Study Group (BCSG): part one - definitions and atlas. *Scoliosis Spinal Disord*. 2016; 11: 43.
75. Negrini S, Aulisa A, Cerny P, De Mauroy J, McAviney J, Mills A, Donzelli S, Grivas T, Hresko T, Kotwicki T, Labelle H, Marcotte L, Matthews M, O'Brien J, Parent E, Price N, Rigo M, Stikeleather L, Vitale M, Wong M, Wood G, Wynne J, Zaina F, Bruno M, Wursching S, Yilgor C, Cahill P, Dema E, Knott P, Lebel A, Lein G, Newton P, Smith B. The classification of scoliosis braces developed by SOSORT with SRS, ISPO, and POSNA and approved by ESPRM. *Eur Spine J*. 2022; 31(4): 980-989.

76. Zaina F, De Mauroy J, Grivas T, Hresko T, Kotwizki T, Maruyama T, Price N, Rigo M, Stikeleather L, Wynne J, Negrini S. Bracing for scoliosis: state of the art. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2014; 50: 93-110.
77. De Mauroy J, Lecante C, Barral F, Pourret S. Prospective study and new concepts based on scoliosis detorsion of the first 225 early in-brace radiological results with the new Lyon brace: ARTbrace. *Scoliosis.* 2014; 9: 19.
78. Zaina F, De Mauroy J, Donzelli S, Negrini S. SOSORT Award Winner 2015: a multicenter study comparing the SPoRT and ART braces effectiveness according to the SOSORT-SRS recommendations. *Scoliosis.* 2015; 10: 23.
79. Loon P, Erve R. The Development of TLI (Thoracolumbar Lordotic Intervention) as an Effective Bracing Concept for the Postural Spinal Problems. *Spine.* 2015; 4: 3.
80. De Muroy J, Lecante C, Barral F. "Brace Technology" Thematic Series-The Lyon approach to the conservative treatment of scoliosis. *Scoliosis.* 2011; 6: 4.
81. Weiss H, Colak T, Lay M, Borysov M. Brace treatment for patients with scoliosis: State of the art. *S Afr J Physiother.* 2021; 77(2): 1573.
82. Wong M, Jack C, Cheng C. The Effect of Rigid Versus Flexible Spinal Orthosis on the Clinical Efficacy and Acceptance of the Patients with Adolescent Idiopathic Scoliosis. *SPINE.* 2008; 33(12): 1360-1365.
83. Guo J, Ping T, Sang M, Kin B, Man K, Liu K, Hang L, Hong A, Wing S, Kwan W, Ping F, Qiu Y, Chun J. A prospective randomized controlled study on the treatment outcome of SpineCor brace versus rigid brace for adolescent idiopathic scoliosis with follow-up according to the SRS standardized criteria. *Eur Spine J.* 2014; 23(12): 2650-2657.
84. Gutman G, Benoit M, Joncas J, Beausejour M, Barchi S, Labelle H, Parent S, Mac-Thiong J. The effectiveness of the SpineCor brace for the conservative treatment of adolescent idiopathic scoliosis. comparison with the boston brace. *Spine J.* 2016; 16(5): 626-631.
85. Capek V, Westin O, Brisby H, Wessberg P. Providence nighttime brace is as effective as fulltime Boston brace for female patients with adolescent idiopathic scoliosis: A retrospective analysis of a randomized cohort. *N Am Spine Soc J.* 2022; 12: 100178.
86. Sy N, Borysov M, Moramarco M, Nan X, Weiss H. Bracing Scoliosis - State of the Art. *Curr Pediatr Rev.* 2016; 12(1): 36-42.
87. Cobetto N, Aubin C, Clin J, Le May S, Desbiens F, Labelle H, Parent S. Braces Optimized with Computer-Assisted Design and Simulations Are Lighter, More Comfortable, and More Efficient Than Plaster-Cast Braces for the Treatment of Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Spine Deform.* 2014; 2(4): 276-284.

88. Cobetto N, Aubin C, Parent S, Barchi S, Turgeon I, Labelle H. 3D correction of AIS in braces designed using CAD/CAM and FEM: a randomized controlled trial. *Scoliosis Spinal Disord.* 2017; 12: 24.
89. Roye B, Simhon M, Matsumoto H, Bakarania P, Berdishevsky H, Dolan L, Grimes K, Grivas T, Hresko M, Karol L, Looner B, Mendelow M, Negrini S, Newton P, Parent E, Rigo M, Strikeleather L, Tunney J, Weinstein S, Wood G, Vitale M. Establishing consensus on the best practice guidelines for the use of bracing in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine Deform.* 2020; 8(4): 597-604.
90. Halsey M, Dolan L, Hostin R, Adobor R, Dayer R, Dema E, Letaif O. Scoliosis Research Society survey: brace management in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine Deformity.* 2021; 9: 697-702.
91. Zaina F, Negrini S, Atanasio S, Fusco C, Romano M, Negrini A. Specific exercises performed in the period of brace weaning can avoid loss of correction in Adolescent Idiopathic Scoliosis (AIS) patients: Winner of SOSORT's 2008 Award for best clinical paper. *Scoliosis.* 2009; 4: 8.
92. Negrini S, Grivas T, Kotwicki T, Rigo M, Zaina F. Guidelines on "Standards of management of idiopathic scoliosis with corrective braces in everyday clinics and in clinical research": SOSORT Consensus 2008. *Scoliosis.* 2009, 4: 2.

APÉNDICES

Apéndice A. Clasificación de Lenke utilizada en el abordaje quirúrgico de la escoliosis idiopática

		Curve Type (1-6)					
Lumbar Spine Modifier		Type 1 (Main Thoracic)	Type 2 (Double Thoracic)	Type 3 (Double Major)	Type 4 (Triple Major)	Type 5 (TL/L)	Type 6 (TL/L - MT)
A							
B							
C							
Possible sagittal structural criteria (To determine specific curve type)							
		Normal	PT Kyphosis	TL Kyphosis	PT and TL Kyphosis	Normal	TL Kyphosis

*T5-12 sagittal alignment modifier: -, N, or +

-: <10°

N: 10-40°

+: >40°

Apéndice B. Clasificación de Rigo-Cheneau utilizada en el manejo conservador a través de ortesis de tronco en escoliosis idiopática

Figura B1. Diseño ortésico en curvas tipo 3C.

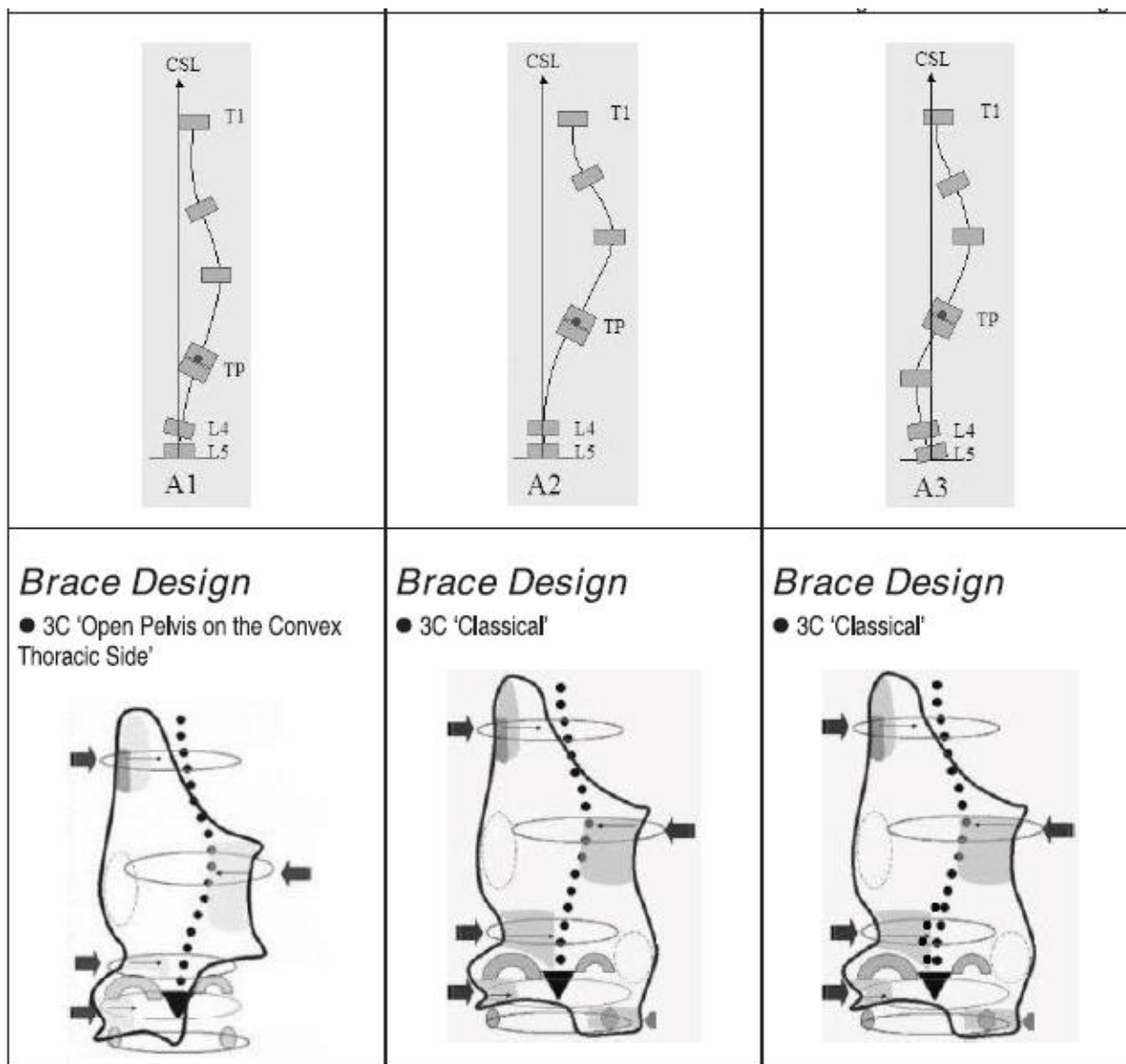
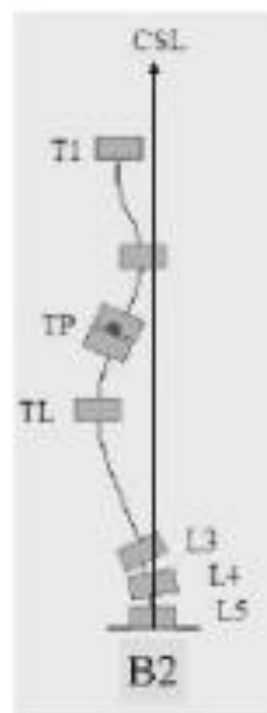
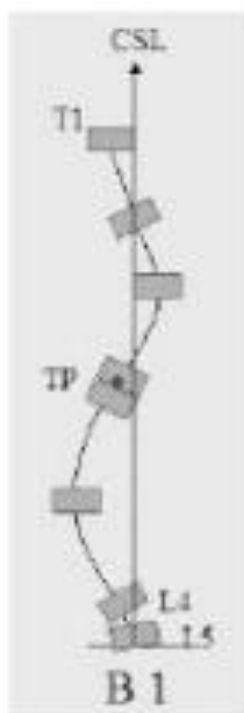
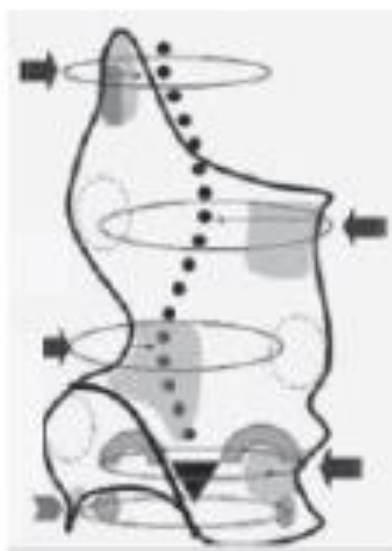


Figura B2. Diseño ortésico en curvas tipo 4C



Brace Design

- 4C 'classical' eventually pelvis open at the concave thoracic side



Brace Design

- 4C 'classical'

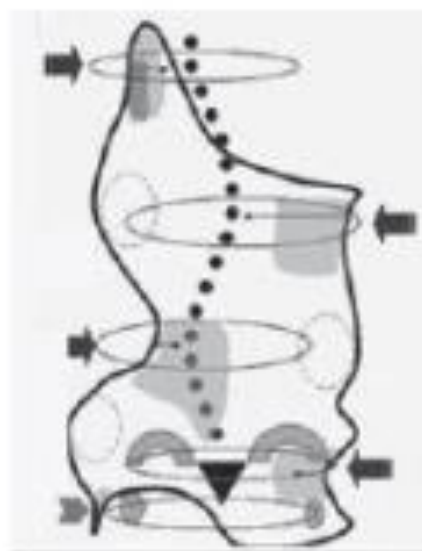


Figura B3. Diseño ortésico en curvas tipo N3N4

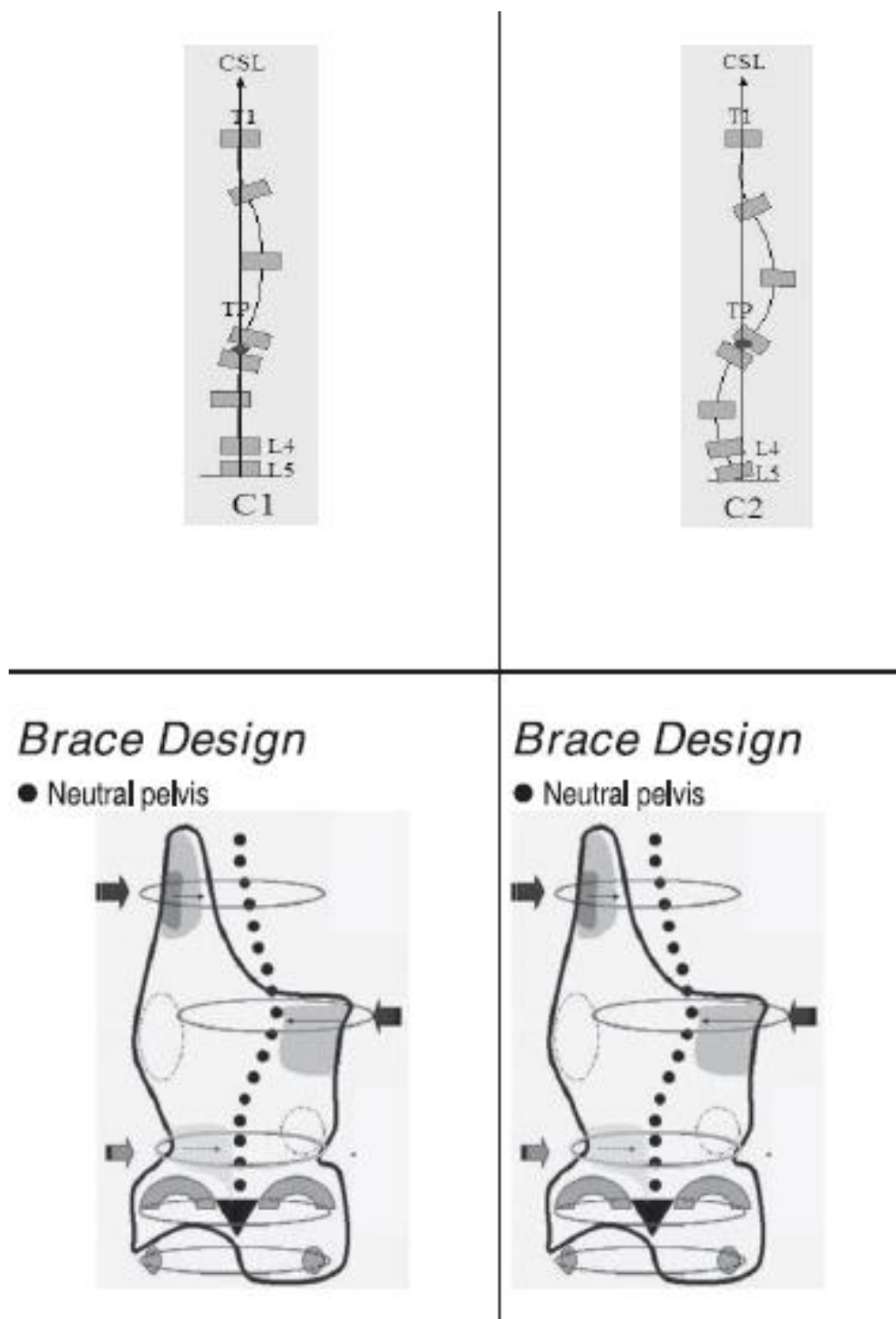
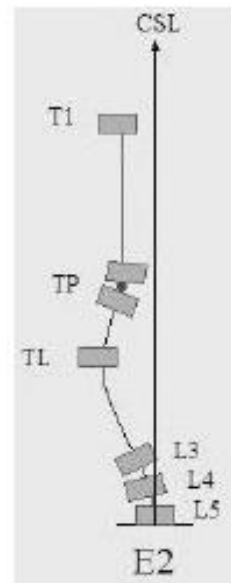
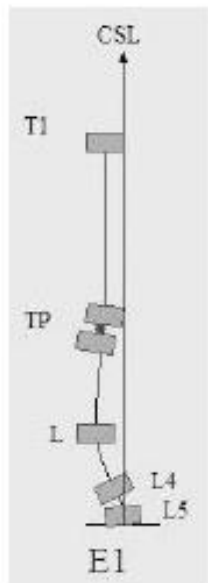


Figura B4. Diseño ortésico en curvas tipo L/TL.



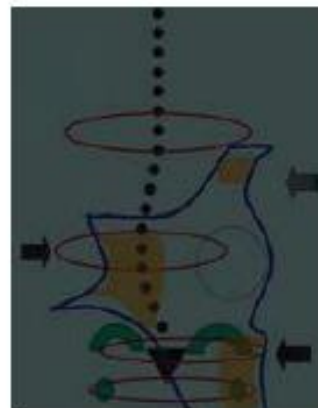
Brace Design

- short lumbar brace



Brace Design

- short Thoracolumbar brace



Apéndice C. Clasificación de las ortesis de tronco más utilizadas en escoliosis idiopática

Anatomy	Rigidity	Primary action	Primary corrective plane	Construction	Closure	Brace name	
TLSO	Very rigid	Detorsion	Frontal & Sagittal	Bivalve	Ventral	ART	
		Push-up	Three-dimensional	Bivalve	Ventral	Sforzesco	
	Rigid	Bending	Frontal	Frontal	Monocot	Ventral	Charleston
							Providence
		Detorsion	Three-dimensional	Monocot	Ventral	Chêneau	
						Dynamic derotating Rigo-Chêneau System	
		Push-up	Three-dimensional	Bivalve	Ventral	Sibilla	
						Three-point	Monocot
	Elastic	Movement	Frontal & transverse	Multisegmented	Lateral	TriaC	
						Three-dimensional	Multisegmented
			Frontal & transverse	Multisegmented	Dorsal	Boston	
						Sagittal	Monocot
Frontal & transverse			Multisegmented	Ventral	Lyon		
					Three-dimensional	Multisegmented	Ventral
CTLSO	Rigid	Elongation	Frontal & sagittal	Multisegmented	Dorsal	Milwaukee	
LSO	Rigid	Detorsion	Frontal & transverse	Monocot	Ventral	PASB	

Apéndice D. Recomendaciones de manejo en escoliosis idiopática según tipo de escoliosis, madurez esquelética y presencia de dolor (guías clínicas de la SOSORT) en el manejo conservador de escoliosis idiopática

		Low		Moderate		Severe	
		<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
Infantile		Obs3	Obs3	Obs3	TTRB	TTRB	Su
Juvenile		Obs3	PSSE	PSSE	FTRB	HTRB	Su
Adolescent	Risser 0	Obs6	SSB	HTRB	FTRB	TTRB	Su
	Risser 1	Obs6	SSB	PSSE	FTRB	FTRB	Su
	Risser 2	Obs6	SSB	PSSE	FTRB	FTRB	Su
	Risser 3	Obs6	SSB	PSSE	FTRB	FTRB	Su
	Risser 4	Obs12	SIR	PSSE	FTRB	FTRB	Su
Adult up to 25 y		Nothing	PSSE	Obs12	SIR	Obs6	Su
Adult	No Pain	Nothing	PSSE	PSSE	SIR	Obs12	HTRB
	Pain	PSSE	SSB	PSSE	HTRB	PSSE	Su
Elderly	No Pain	Nothing	PSSE	Obs36	PSSE	Obs12	HTRB
	Pain	PSSE	SSB	PSSE	HTRB	PSSE	Su
	trunk decompensation	Obs6	SSB	PSSE	PtrB	PSSE	Su

Apéndice E. Ficha técnica para la prescripción de ortesis de tronco en escoliosis idiopática

I. Datos generales.										
Nombre:			Cédula:		Edad:		Centro médico:			
Diagnóstico:			Sexo: <input type="checkbox"/> Hombre <input type="checkbox"/> Mujer				Fecha:			
Objetivo: <input type="checkbox"/> Prevenir progresión <input type="checkbox"/> Posicionamiento <input type="checkbox"/> Dolor <input type="checkbox"/> Otro:						Teléfonos:				
II. Información clínica										
A. TRACE (Trunk Aesthetic Clinical Evaluation)				C. Oblicuidad pélvica			F. Acortamiento		H. Flechas	
Hombro	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> Sin oblicuidad	<input type="checkbox"/> Sin acortamiento	Cervical: ___ cm		Lumbar: ___ cm	
Escápula	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2		Derecha <input type="checkbox"/> Adelante <input type="checkbox"/> Arriba	<input type="checkbox"/> Der. _____ cm	Torácica: ___ cm		Sacra: ___ cm	
Hemitórax	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2		Izquierda <input type="checkbox"/> Adelante <input type="checkbox"/> Arriba	<input type="checkbox"/> Izq. _____ cm	I. Sag: ___ cm			
Cintura	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	D. Desplazamiento cadera		G. Basculación		
Total + 1					<input type="checkbox"/> No desplazada	<input type="checkbox"/> Neutra		I. ATR (Ang. Rotación Tronco) °		
B. Desnivel hombros				E. Plomada			J. Observaciones (Alt. tórax, PEG, Traqueostomía):			
<input type="checkbox"/> Sin desnivel				<input type="checkbox"/> Alinea						
Derecho <input type="checkbox"/> Adelante <input type="checkbox"/> Arriba				<input type="checkbox"/> Der. _____ cm						
Izquierdo <input type="checkbox"/> Adelante <input type="checkbox"/> Arriba				<input type="checkbox"/> Izq. _____ cm						
III. Información radiológica.										
A. Radiografía PA	Vértebra Superior	Vértebra Inferior	Magnitud (grados)	Lado Convexidad	Vértebra Ápex	Torsión (Grados)	Sentido rotación	Flexibilidad de la curva		
Curva primaria										
Curva 2°										
Curva 3°										
B. Perfil sagital				C. Madurez esquelética			D. Parámetros espinopélvicos			
Cifosis dorsal:				Signo Risser:			Incidencia pélvica:			
Lordosis lumbar:				Cartilago trirradiado:			Basculación pélvica:			
Otras Cifosis:				Sanders:			Inclinación sacra:			
IV. Tipo de ortesis										
A. Topografía: <input type="checkbox"/> CTLSO <input type="checkbox"/> TLSO <input type="checkbox"/> LSO										
B. Material: <input type="checkbox"/> Muy rígido <input type="checkbox"/> Rígido <input type="checkbox"/> Flexible										
C. Valvas: <input type="checkbox"/> Univalva <input type="checkbox"/> Bivalva <input type="checkbox"/> Multisegmentado										
D. Cierre: <input type="checkbox"/> Dorsal <input type="checkbox"/> Ventral <input type="checkbox"/> Lateral										
E. Corsé: <input type="checkbox"/> TLSO <input type="checkbox"/> Rigo-Cheneau <input type="checkbox"/> Boston <input type="checkbox"/> SpineCor <input type="checkbox"/> Providence <input type="checkbox"/> PASB <input type="checkbox"/> Sforzesco <input type="checkbox"/> Otro:										

V. Plan biomecánico			
Basculación <input type="checkbox"/> Llevar a neutra <input type="checkbox"/> Llevar a anteversión <input type="checkbox"/> Llevar a retroversión		Posicionamiento de cadera <input type="checkbox"/> Cadera Der. llevar ___cm hacia: <input type="checkbox"/> Der. <input type="checkbox"/> Cadera Izq. <input type="checkbox"/> Izq.	
		Corrección oblicua pélvica (EIAS) <input type="checkbox"/> EIAS Der. corregir hacia: <input type="checkbox"/> Abajo <input type="checkbox"/> Atrás <input type="checkbox"/> EIAS Izq. corregir hacia: <input type="checkbox"/> Abajo <input type="checkbox"/> Atrás	
Fuerzas de corrección lumbar / toracolumbar <input type="checkbox"/> Derecha a Izquierda <input type="checkbox"/> Mantener alineada <input type="checkbox"/> Izquierda a Derecha		Sentido de desrotación: <input type="checkbox"/> Sentido horario <input type="checkbox"/> Sentido antihorario	
Fuerzas de corrección torácica <input type="checkbox"/> Derecha a Izquierda <input type="checkbox"/> Mantener alineada <input type="checkbox"/> Izquierda a Derecha		Sentido de desrotación: <input type="checkbox"/> Sentido horario <input type="checkbox"/> Sentido antihorario	
Fuerzas de corrección torácica proximal <input type="checkbox"/> Derecha a Izquierda <input type="checkbox"/> Mantener alineada <input type="checkbox"/> Izquierda a Derecha		Sentido de desrotación: <input type="checkbox"/> Sentido horario <input type="checkbox"/> Sentido antihorario	
Fuerzas de corrección en el perfil sagital Fuerza esternal: <input type="checkbox"/> Anteroposterior <input type="checkbox"/> Posteroanterior Fuerza dorsal: <input type="checkbox"/> Anteroposterior <input type="checkbox"/> Posteroanterior Fuerza abdominal: <input type="checkbox"/> Anteroposterior <input type="checkbox"/> Posteroanterior		Observaciones (Alteraciones tórax, Accesorios): <input type="checkbox"/> Almohadillas. <input type="checkbox"/> Ventanas. <input type="checkbox"/> Fajas de hombro. <input type="checkbox"/> Hebillas	
VI. Líneas de corte			
Superior Anterior: <input type="checkbox"/> Inframamario <input type="checkbox"/> Sobre horquilla esternal		Inferior posterior: <input type="checkbox"/> Rafe glúteo <input type="checkbox"/> Prolongación a coxis	
Supero posterior Der: <input type="checkbox"/> Sup. escápula <input type="checkbox"/> Medio escapular <input type="checkbox"/> Inf. escápula		Lateral Der: <input type="checkbox"/> Ápex trocánter <input type="checkbox"/> 2 pulg. bajo trocánter	
Supero posterior Izq: <input type="checkbox"/> Sup. escápula <input type="checkbox"/> Medio escapular <input type="checkbox"/> Inf. escápula		Lateral Izq: <input type="checkbox"/> Ápex trocánter <input type="checkbox"/> 2 pulg. bajo trocánter	
VII. Evaluación con el corsé			
% corrección:	Curva primaria:	Curva 2°:	Curva 3°:
Torsión:	Curva primaria:	Curva 2°:	Curva 3°:
Perfil sagital:	Cifosis dorsal:	Lordosis lumbar:	
Eje plomada:	<input type="checkbox"/> Alinea	<input type="checkbox"/> Der: cm	<input type="checkbox"/> Izq. cm

 Médico

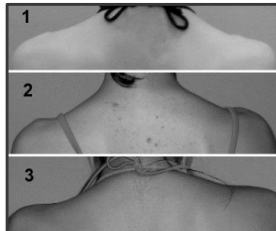
 Código

 Firma

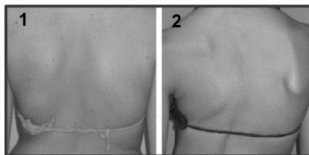
TRUNK AESTHETIC CLINICAL EVALUATION (TRACE)

Procedimiento: determine la asimetría de los siguientes segmentos (al finalizar la evaluación de los 4 segmentos, sume 1 al score obtenido):

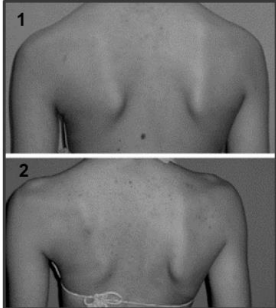
A. *Asimetría de hombros:* se puntúa de 0 a 3 según el grado de asimetría.



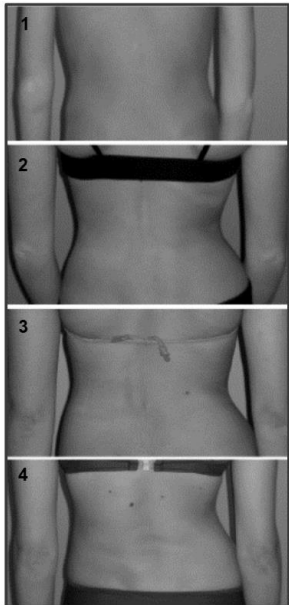
B. *Asimetría de hemi-tórax:* se puntúa de 0 a 2 según el grado de asimetría.



C. *Asimetría de escápolas:* se puntúa de 0 a 3 según el grado de asimetría.

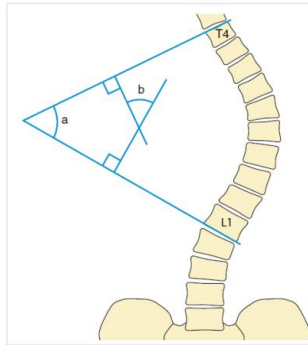


D. *Asimetría de cintura:* se puntúa de 0 a 4 según el grado de asimetría.



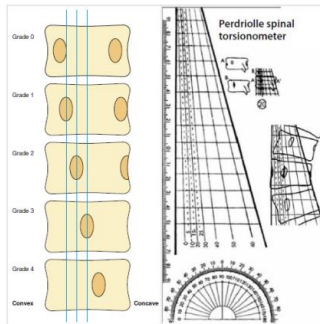
MÉTODO DE COBB

Procedimiento: determine el ángulo formado tras trazar una línea sobre el platillo superior de la vértebra límite superior (la vértebra hacia craneal más inclinada), y una segunda línea sobre el platillo inferior de la vértebra límite inferior (la vértebra más caudal con mayor inclinación). Trace las perpendiculares a dichas líneas, para determinar el ángulo complementario que corresponde a la magnitud de la curva en el plano frontal (ángulo b).



ROTACIÓN EN EL ÁPEX

Procedimiento: para el método de Nash y Moe, identifique la vértebra ápex en el lado convexo de la curva. La mitad de la vértebra de dicho lado es dividida en 3 segmentos, determinando la magnitud correspondiente de acuerdo con la posición del pedículo en el lado convexo. Para el método de Perdriolle, coloque el torsiómetro sobre los bordes laterales del ápex de la curva, determinando el grado de rotación basado en la línea dibujada sobre el pedículo convexo.



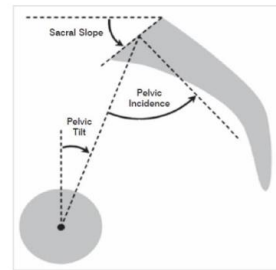
ÁNGULO DE ROTACIÓN DEL TRONCO

Procedimiento: coloque el escoliómetro en el punto de mayor inclinación de cada giba, anotando la magnitud en grados.



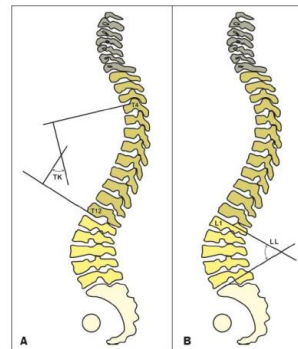
PARÁMETROS ESPINOPÉLVICOS

Procedimiento: para la incidencia pélvica, determine el ángulo formado entre una línea perpendicular en el punto medio del platillo superior de S1 con la línea trazada sobre el centro de las cabezas femorales. Para la inclinación pélvica, determine el ángulo formado entre una línea trazada desde el centro del platillo superior de S1 hasta el centro de las cabezas femorales, con una línea vertical a este punto. Para la pendiente sacra, determine el ángulo formado entre una línea dibujado sobre la plataforma superior del sacro asociada a una línea horizontal al punto más alto de la plataforma superior sacra.



CIFOSIS DORSAL / LORDOSIS LUMBAR

Procedimiento: determine, mediante el método de Cobb, la magnitud de cifosis dorsal en el plano sagital desde el platillo superior de T1 hasta el platillo inferior de T12 (en caso de no poder visualizar T1 en la radiografía, puede tomar como referencia T4). Para la lordosis lumbar, determine la magnitud desde el platillo superior de L1 hasta el platillo superior de S1.

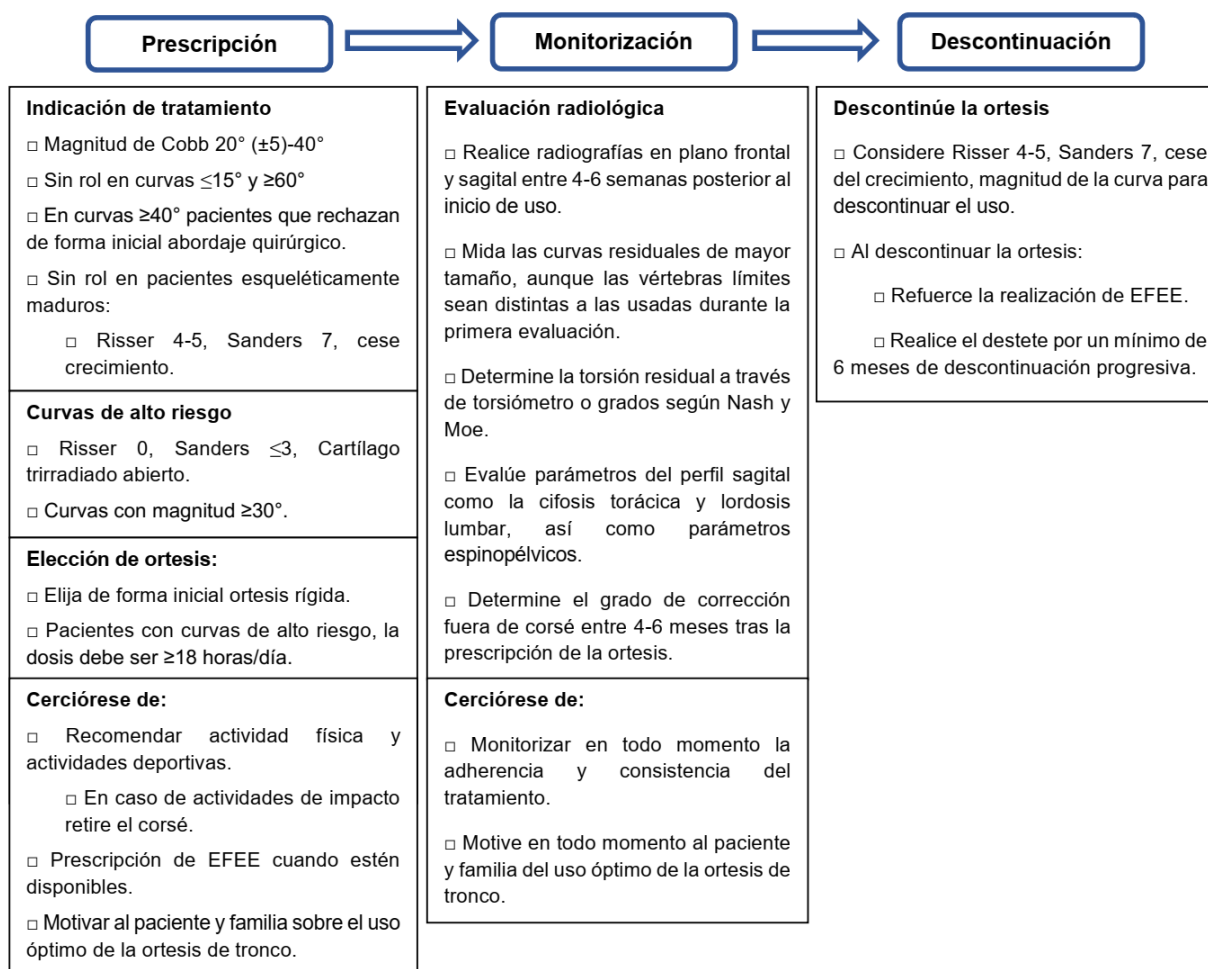


PORCENTAJE DE CORRECCIÓN DE LA CURVA

Procedimiento: determine el porcentaje de corrección con el corsé determinando la magnitud residual del ángulo de Cobb y, posteriormente, aplicando la siguiente fórmula:

$$\frac{\angle \text{Cobb inicial} - \angle \text{Cobb residual}}{\angle \text{Cobb inicial}} \times 100$$

Apéndice F. Lista de verificación durante la prescripción, monitorización y discontinuación de las ortesis de tronco



Apéndice G. Signo de Risser

Risser Grade

Risser 0 – No iliac apophysis visible

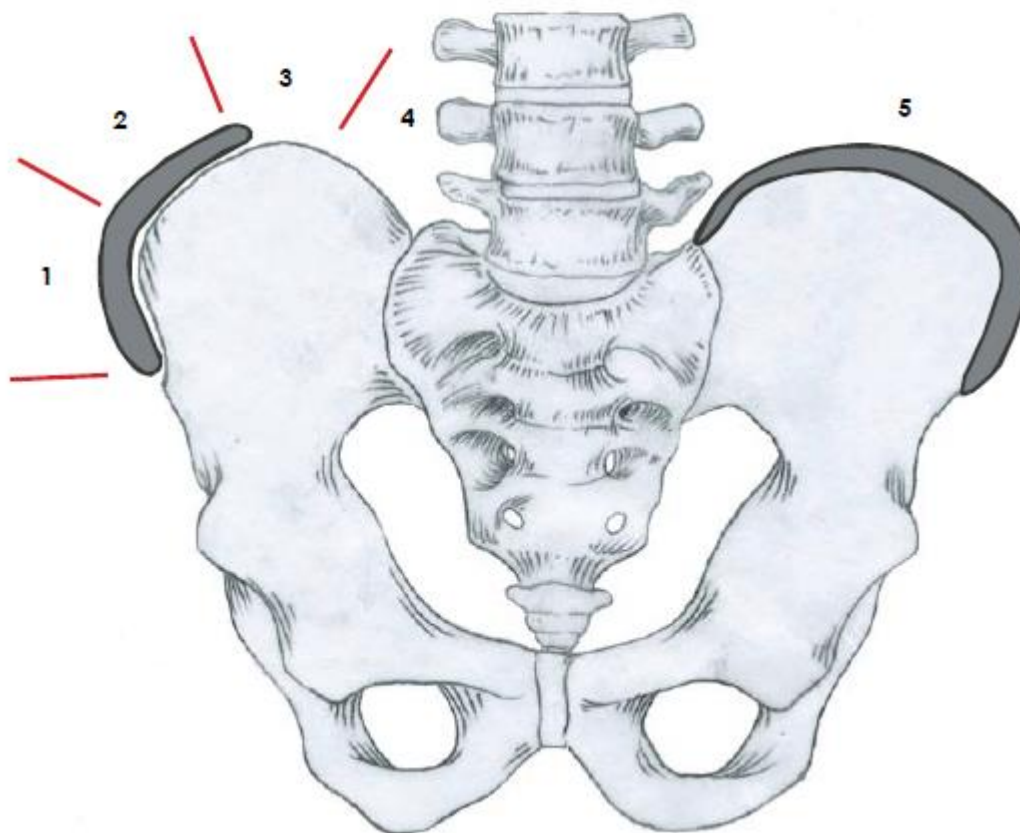
Risser 1 – Initial appearance of ossification of the iliac apophysis

Risser 2 – Migration halfway across the top of the iliac wing

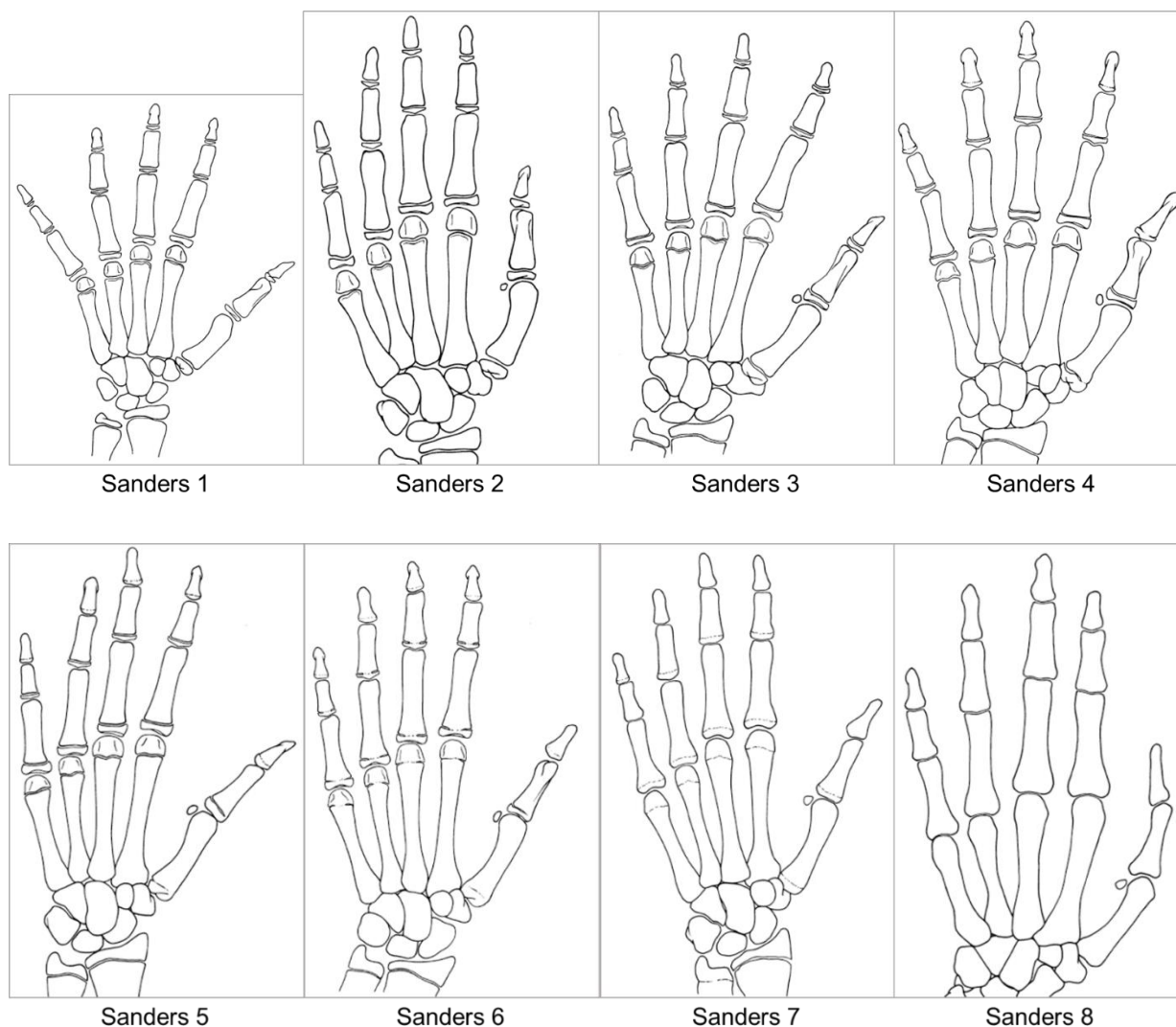
Risser 3 – Three-fourths of the distance

Risser 4 – Ossification crossing the iliac wing, but not fused to the ilium

Risser 5 – Complete ossification of the iliac apophysis with fusion to the ilium



Apéndice H. Clasificación de Sanders y características radiográficas



Sanders stage	Radiographic features	Risser stage	Radiographic features
Juvenile slow (1)	Digital epiphyses are not covered	0	No ossification of the apophysis
Preadolescent slow (2)	All digital epiphyses are covered	0	No ossification of the apophysis
Adolescent rapid (early) (3)	Most digits are capped. 2 nd -5 th MC epiphyses are wider than metaphyses	0	Triradiate cartilage open (peak height velocity)
Adolescent rapid (late) (4)	Any of distal phalangeal physes are clearly beginning to close	0	Triradiate cartilage remains (open growth plates in the long bones)
Adolescent steady (early) (5)	All distal phalangeal physes are closed, while others are open	0	Triradiate cartilage closed (menarche in female patients)
Adolescent steady (late) (6)	Middle or proximal phalangeal physes are closing	≥1	Ossification of the iliac apophysis ranges from 25% to 75%
Early mature (7)	Only distal radial physis is open. MC physeal scars may be present	4	100% ossification of the iliac wing, with no fusion to iliac crest
Mature (8)	Distal radial physis is completely closed	5	Fusion of the iliac apophysis to the iliac crest (cessation of growth)