



UNIVERSIDAD
DE GRANADA
ESPAÑA



UNIVERSIDAD
DE CIENFUEGOS
CUBA

EVALUACIÓN DE UN PROGRAMA
ADAPTADO DE EDUCACIÓN FÍSICA EN
NIÑOS Y NIÑAS DE SIETE AÑOS EN EL
ÁMBITO DE LA SALUD

Fernando Jesús del Sol Santiago
Diciembre, 2000



**UNIVERSIDAD
DE
GRANADA**



**UNIVERSIDAD
DE
CIENFUEGOS**

**PROGRAMA DE DOCTORADO: “INNOVACIONES
CIENTÍFICAS Y DIDÁCTICAS EN EDUCACIÓN FÍSICA
ESCOLAR”**

TESIS DOCTORAL

***“EVALUACIÓN DE UN PROGRAMA ADAPTADO
DE EDUCACIÓN FÍSICA EN NIÑOS Y NIÑAS DE
SIETE AÑOS EN EL ÁMBITO DE LA SALUD”***

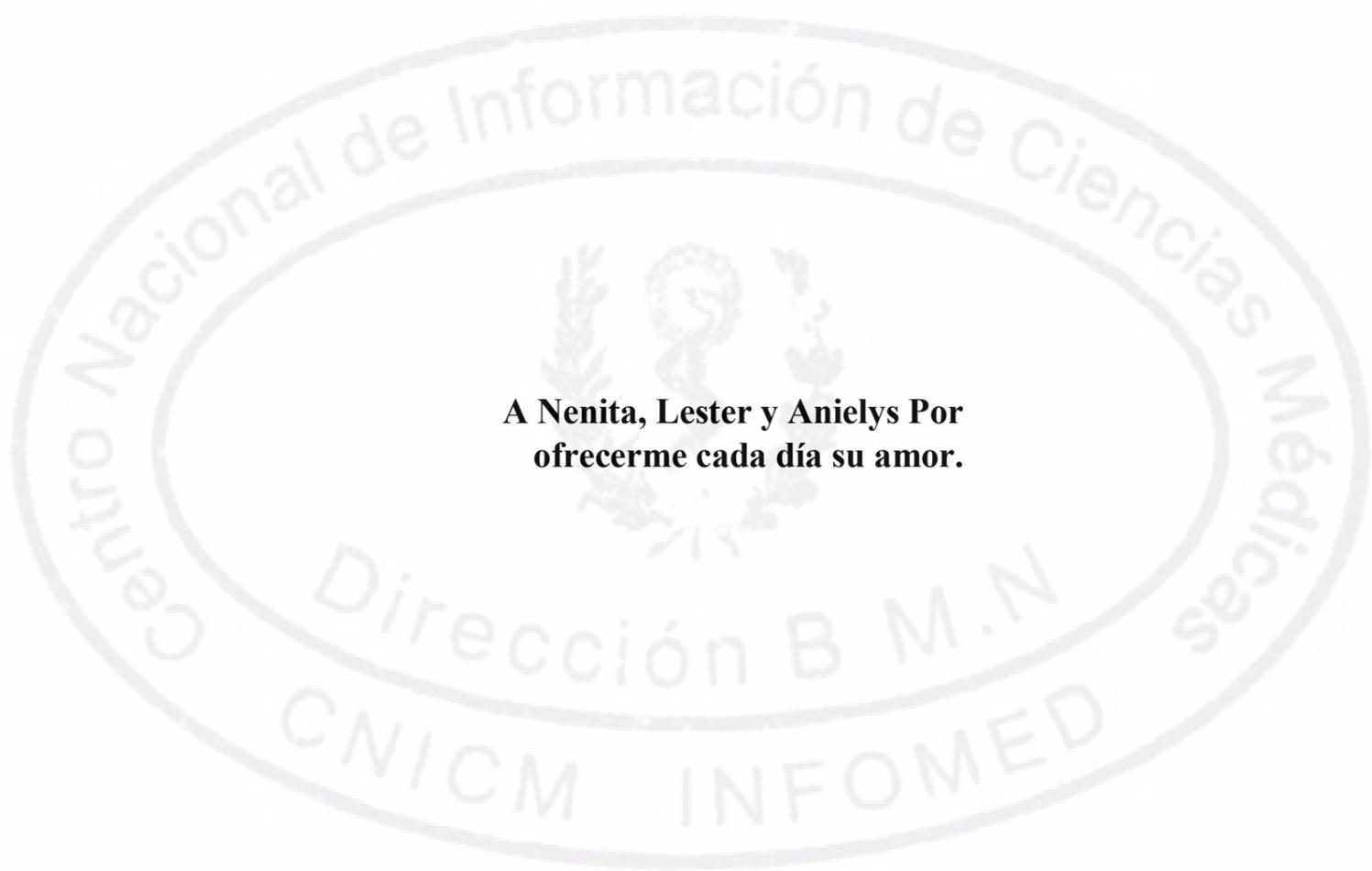
FERNANDO JESÚS DEL SOL SANTIAGO

DIRECTORES:

**Dr. Daniel Linares Girela
Dr. Luis Ruiz Rodríguez
Dr. Enrique Rivera García**



Diciembre 2000



**A Nenita, Lester y Anielys Por
ofrecerme cada día su amor.**



SUMARIO

1.-INTRODUCCIÓN.....	1
2.-MARCO TEORICO	18
2.1 CURRÍCULUM Y EDUCACIÓN FÍSICA.....	19
2.1.1.- Educación Física - Salud	20
2.1.1.1.- Antecedentes históricos	20
2.1.1.2.- La Educación Física como promotora de salud en escolares	23
2.1.2.- El Sistema de Educación Física en Cuba	33
2.1.3.- Diversidad y motricidad	42
2.2. EL PIE HUMANO	70
2.2.1Evolución y desarrollo del pie humano	70
2.2.1.1. - Estudio filogenético	70
2.2.1.2.- Estudio ontogénico	78
2.2.2.- Estudio anatómico-funcional del pie	88
2.2.2.1.-Estática del pie	88
2.2.2.2.- Dinámica del pie	95
2.2.2.2.1.-Movimientos	95
2.2.2.2.2.-Huesos	102
2.2.2.2.3.-Articulaciones	109
2.2.2.2.4.-Ligamentos.....	119
2.2.2.2.5.- Músculos	125
2.2.2.3.- Funciones del pie	148
2.2.2.3.1.-Función de soporte	148
2.2.2.3.1.1.- Elementos normales de soporte del pie.....	150
2.2.2.3.2.-Función de palanca	155
2.2.2.3.2.1.-La marcha	158
2.3. EL PIE DEL NIÑO	162
2.3.1.- Forma del pie	163
2.3.1.1.-El pie del recién nacido	163
2.3.1.2.- El pie de niño de un año.....	167
2.3.1.3.- El pie del niño entre los dos y tres años	169
2.3.1.4.- El pie del niño de más de seis años	173

2.3.2. - La huella plantar	175
2.4.- EL PIE PLANO. ANATOMOFISIOPATOLOGÍA .....	... 179
2.4.1. - Factores predisponentes del pie plano .....	... 180
2.4.1.1.- Hueso tibial externo .....	... 180
2.4.1.2.- Anomalías congénitas en la conformación de los huesos del tarso.....	... 182
2.4.1.3.- Anomalías del primer segmento metatarsiano .....	... 184
2.4.1.4.- Supinación del antepié .....	... 187
2.4.1.5.- Funciones de los huesos del tarso .....	... 188
2.4.1.6.- Anomalías congénitas en la conformación de la articulación tibiotarsiana .....	... 188
2.4.1.7.- Alteraciones de los ejes del miembro inferior .....	... 189
2.4.1.8.- Acortamiento del tendón de Aquiles .....	... 192
2.4.1.9.- Hiperelasticidad articular.....	... 193
2.4.2. - Factores determinantes del pie plano .....	... 195
2.4.2.1.- Debilidad muscular ligamentosa .....	... 196
2.4.2.1.1. - Debilidad relativa .....	... 196
2.4.2.1.2.-Debilidad real .....	... 197
2.4.2.2.- Descarga anormal del peso corporal.....	... 198
2.4.2.3.- Desequilibrio muscular .....	... 201
2.4.2.4.- Osteítis de los huesos del tarso .....	... 203
2.4.2.5.-Traumatismos	203
2.5.- VARIEDADES DE PIE PLANO EN EL NIÑO	204
2.5.1. - Pie convexo congénito y pie plano valgo congénito .....	... 206
2.5.1.1.- Pie convexo congénito .....	... 207
2.5.1.2.- Pie plano valgo congénito .....	... 211
2.5.2. - Pie valgo plano paralítico .....	... 213
2.5.3. - Pie plano con hueso tibial externo.....	... 216
2.5.4. - Pie plano con defectos de desarrollo de los huesos del tarso .....	... 218
2.5.5. - Pie plano con anomalías del primer	

segmento metatarsiano .....	... 220
2.5.5.1. Primer metatarsiano corto	221
2.5.5.2. Situación retrasada de los sesamoideos de la articulación metatarsofalángica del dedo gordo	221
2.5.5.3.- Aumento de la movilidad del primer segmento metatarsiano .....	... 222
2.5.5.4. - Primer metatarsiano varo .....	... 223
2.5.6. - Pie plano con supinación del antepie .....	... 226
2.5.7. Pie plano con fusiones de los huesos del tarso .....	... 227
2.5.7.1.- Sinostosis calcaneocuboidea .....	... 228
2.5.7.2.- Sinostosis astrágaloescafoidea .....	... 228
2.5.7.3.- Fusión calcáneoescafoidea .....	... 229
2.5.7.4.- Fusión calcáneoastragalina.....	... 230
2.5.8. - Pie plano con anomalías congénitas	231
2.5.8.1.- Conformación de la articulación tibioastragalina.....	... 231
2.5.8.2. Ausencia congènta del peroné	231
2.5.8.3. - Malformación tibiotarsiana de Volkmann .....	... 232
2.5.8.4. Aplasia congènta del maléolo tibial	232
2.5.8.5. Alteraciones del eje de la mortaja tibioperónea.....	233
2.5.8.6.- Pie plano con alteraciones de los ejes del miembro inferior. Pie plano raquíctico .....	... 233
2.5.9. - Pie plano con tendón de Aquiles .....	... 237
2.5.10.- Pie valgo plano estático esencial .....	... 239
2.5.10.1.- En la primera infancia .....	... 241
2.5.10.2.-En la segunda infancia.....	... 244
2.5.10.3.-En la adolescencia .....	... 246
2.5.10.4.- Por falta de estímulos naturales .....	... 247
2.5.11.- Pie valgo espático peroneo - pie plano valgo contracturado.....	248
2.6.- SEMIÓTICA DEL PIE PLANO .....	... 252
2.6.1. - Frecuencia .....	... 252
2.6.2. - Examen sentado.....	... 255

2.6.3.- Examen en bipedestación	2 5 6
2.6.4.-Examen de la marcha	2 5 9
2.6.5.- Examen de la huella plantar	260
3.-MATERIAL Y MÉTODO.....	264
3.1. - DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	2 6 5
3.1.1.- Tipo de investigación y grupos	2 6 5
3.1.2.- Población y muestra.....	2 6 5
3.1.3.-Problema científico	2 6 8
3.1.4.-Objetivos e Hipótesis	2 6 9
3.1.5.-Variables del diseño	2 7 0
3.1.5.1.- Variable dependiente	2 7 0
3.1.5.2.- Variable independiente	2 7 1
3.1.5.2.1.-Plan de intervención A	2 7 1
3.1.5.2.2. Plan de intervenciónB	271
3.1.5.2.3. Fundamentación del programa de intervención	272
3.1.5.2.4.- Ejercicios que conforman el programa de intervención	2 7 7
3.1.5.3.- Variables contaminadoras	2 9 1
3.1.5.3.1.- Variables del sujeto	2 9 1
3.1.5.3.2.- Variables ambientales	2 9 1
3.1.5.3.3.- Variables del experimentador	292
3.1.5.3.3.1.- Entrenamiento de colaboradores	293
3.2. - METODOLOGÍA	2 9 5
3.2.1.- Metodología antropométrica	2 9 5
3.2.1.1.-Medidas	2 9 5
3.2.1.1.1.-Longitudes	2 9 5
3.2.1.1.2.-Diámetros	2 9 6
3.2.1.1.3.- Perímetros	2 9 6
3.2.1.1.4.-Pliegues cutáneos	2 9 7
3.2.1.1.5.-Peso	2 9 7
3.2.1.2.- Somatotipo	2 9 8
3.2.1.2.1.- Antecedentes históricos	2 9 9

3.2.1.2.2.- Método de Heath y Cáster	304
3.2.1.2.3.- Análisis del somatotipo.....	311
3.2.1.2.3.1Distancia de dispersión	311
3.2.1.2.3.2.- Somatotipo medio	311
3.2.1.2.3.3.- Índice de dispersión	312
3.2.2.- Metodología del plantograma	312
3.2.2.1.- Preparación del sujeto para la plantografía	312
3.2.2.2.- Obtención de los distintos parámetro de la huella plantar	313
3.2.2.3.- Valoración de la huella plantar	315
3.3.-INSTRUMENTOS	317
3.3.1. Material antropométrico	317
3.3.2.- Material para la obtención del plantograma	318
4.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	320
4.1.- DETERMINACION DEL SOMATOTIPO	321
4.2.- CARACTERIZACION ANTROPOMETRICA GENERAL Y MORFOMETRIA DEL PIE	325
4.3.-ANALISIS COMPARATIVO DE LOS GRUPOS	344
5.- CONCLUSIONES.....	359
6.-BIBLIOGRAFÍA	362



1.- INTRODUCCIÓN

“Todos somos diferentes. Todos somos diversos”.

Esta evidencia adquiere un relieve especial en la escuela, donde los niños y niñas van a pasar gran parte de su vida diaria. Este hecho se repetirá a lo largo de bastantes años, y en ellos los niños y niñas tienen que convivir, crecer, hacerse personas y, teóricamente, iniciarse en el acceso al acervo cultural que su sociedad les lega. La escuela, para este menester prescribe toda una serie de acciones a llevar a cabo durante este periodo importantísimo en la vida y, por supuesto, de la educación de los sujetos. Todo ello, debe quedar prescrito en el documento denominado currículum. (Abalo y Bastida, 1994)

Entre las funciones que se le encomiendan a la escuela está, precisamente la de ayudar a los niños y niñas a que consigan percibir aproximadamente lo mismo del currículum. Pero como dice Fierro (citado por Abalo), el hecho diferencial humano comporta no sólo diferencias, sino también deficiencias. La peculiaridad, por ejemplo, de un niño con dificultades motrices, es la de acarrear un déficit en su vida, que le dificultará en muchos casos un desarrollo normal y le impondrá, una serie de limitaciones.

Es, igualmente evidente, que no todos los niños o niñas consiguen los mismos niveles, por diferentes causas y que a lo largo de las distintas etapas educativas, el profesor encontrará en su clase un alumnado diverso en capacidades, intereses, estímulos, ambiente familiar, etc. Pese a ello los profesores y profesoras tendrán la función de intentar que, todos los

niños y niñas, adquieran los mismos niveles, aproximadamente, de competencia respecto al curriculum.

Es, en este punto, cuando en la escuela se plantea la necesidad de poner en juego todos los recursos de que pueda disponer para suplir de algún modo las dificultades que presentan algunos alumnos y alumnas para conseguir los objetivos que se recogen en el curriculum.

No se puede obviar que en la actualidad, en prácticamente todo el mundo moderno, existe una gran preocupación por las diferencias individuales y, por tanto, de la necesaria adecuación de los procesos de enseñanza.

Este criterio alcanza su pleno significado, cuando al abordar el problema de la existencia de un conjunto importante de alumnos con dificultades para aprender, se estudia la posibilidad, de que siempre que sea posible, estos niños y niñas se acerquen a los contenidos de las distintas materias del sistema escolar en compañía de aquellos otros con los que en un mañana, totalmente próximo, deberán convivir.

En el ámbito simbiótico de la Educación Física, por un lado, y de la atención a la diversidad, por otro, Cuba pretende ser pionera y muestra de ello es la celebración en octubre 1999 en el Instituto Superior de Cultura Física "Manuel Fajardo" de La Habana del I Congreso Internacional sobre Educación Física y Diversidad, donde asistieron destacados investigadores del mundo Iberoamericano, y en donde

tuvimos la posibilidad de poder exponer y discutir ampliamente, sobre algunos aspectos de los trabajos preliminares de esta Tesis Doctoral.

Día a día, el área de Educación Física emplea el movimiento y su estructuración para integrarse, cada vez más con todo su valor, en todos los ámbitos sociales. Muchos son de la opinión de que la Educación Física constituye uno de los pilares fundamentales a la hora de hacer explícitas las consideraciones sobre la salud dentro del contexto educativo (Thomason y Almond, 1988; Sallis y McKenzie, 1991; Tinning, 1991; Smith, 1993; Devís y Peiró, 1993 b; Buckley y Almond, 1993).

La escuela a través de la Educación Física puede y debe ser uno de los lugares idóneos para detectar las condiciones físicas de la persona, además de ser una plataforma excepcional para programas con fines profilácticos, de corrección y/o disminución a determinadas deformidades; de igual manera, debe ser la escuela la encargada de ayudar a los niños y niñas a lograr el equilibrio psicológico que requiere su impedimento, y el capacitarle para la comprensión del mismo. Es la escuela, por tanto, la que debe adaptar los contenidos a las posibilidades de movimiento de todos y cada uno de sus sujetos, a la vez de que debe posibilitar que todos los alumnos y alumnas se conozcan, facilitando de esta forma la independencia y autonomía que como cualquier persona merecen. (Contreras, 1996)

Creemos que, siempre que sea posible, los alumnos de un centro educativo con alguna alteración física o motriz, deben intervenir en las clases de Educación Física con la mayor normalidad posible. Se tratará, en cada caso, de adaptar, limitar y en algunos casos eliminar las actividades que comporten cierto riesgo y de aconsejar y potenciar aquellas más beneficiosas.

En este sentido, en muchos casos, lo que suele ocurrir es que el alumno con una determinada limitación, acuda a las áreas especializadas fuera del ámbito escolar para recibir un tratamiento relacionado con su padecimiento. Esta circunstancia fomenta la limitación de las actividades motrices con sus compañeros, lo que influye desfavorablemente en el desarrollo psicosocial del mismo.

Esta situación, también, plantea un déficit de participación activa en las clases de Educación Física, y en general a prácticamente todas aquellas actividades de tipo lúdico-recreativas que en la escuela se programan y desarrollan. Por tanto, se imposibilita un adecuado desarrollo de las capacidades motrices básicas del sujeto, condicionando la posterior adquisición y desarrollo de habilidades motrices imprescindibles y de destrezas de carácter deportivo, y lo que es peor, impiden su transferencia y aplicabilidad a las actividades normales de la vida diaria a la que cada vez con mayor frecuencia e intensidad deben estar abocados a integrarse.

Este deficiente desarrollo provoca, a su vez, una incompleta adaptación e integración en el grupo de clase en el que se halla instalado el niño, ya que no existe participación activa, ni por tanto, interrelación con los otros en este campo.

Como consecuencia de ello, la percepción que el niño va conformando de sí mismo, en cualquier etapa de su desarrollo, puede verse afectada negativamente en un período en el que comienza a tomar conciencia de los cambios que le están ocurriendo. Creemos, que el niño o la niña van a proceder, a contrastar su aspecto y competencia física con las de sus compañeros, y por tanto estos pueden sentirse incapaces de participar y competir con los demás, ya que prácticamente todas las experiencias motrices que tuvieron se realizaron en circunstancias excepcionales de aislamiento

A la luz de tales consideraciones, es por lo que pensamos que el desarrollo de un programa adecuado de ejercicios para la corrección o disminución de una determinada deformidad en el ámbito educativo, no sólo mejorará indicadores con respecto a esta, sino que le permitirá también participar en las clases de Educación Física con agrado y sin sentimiento de fracaso. Pensamos que con este proceder se conseguirá la aceptación de sus propias limitaciones en las actividades diseñadas para todos y pueda optimizarse su autoconcepto e integración social.

En la situación actual la Educación Física comienza a ocupar el lugar que le corresponde, con entidad propia y con profesorado

especializado. Y a tal efecto, el modo de operar del profesor de Educación Física no puede ser otro que el de analizar las necesidades reales que presentan estos alumnos y diseñar programas de actuación que permitan la participación de todos y cada uno de ellos en las distintas tareas con independencia de sus dificultades.

A lo largo de la exposición anterior, hemos intentado perfilar los aspectos fundamentales de un nuevo modelo de actuar en las clases de Educación Física que, frente a la práctica habitual en estos momentos, trata de ofrecer una respuesta a las limitaciones motoras de niños y niñas a través de adaptaciones curriculares no significativas, a partir de un tronco curricular común.

Este modelo de actuación trata de que en lugar de que estos niños vayan a otra área a recibir un tratamiento de forma individual, lejos del grupo-clase en el que se halla instalado, se diseñe un sistema de adaptaciones curriculares capaces de asumir las distintas realidades y darles respuesta en los contextos más normalizados posibles.

Tras esta breve introducción de carácter general, y por ser esta la primera Tesis Doctoral que se presenta bajo el amparo del Programa de Doctorado: "Innovaciones Científicas y Didácticas en Educación Física en Edad Escolar", deseo narrar a continuación cual fue el origen administrativo y académico de la relación institucional entre las Universidades de Granada y Cienfuegos, la cual hizo posible el trabajo

que hoy se presenta, así como la secuencia del mismo, y las causas de la evolución que este ha sufrido en los seis años que ha tardado en concluir.

Es en el año 1994 cuando me encuentro preparando el diseño de la investigación a realizar para adquirir el Grado de Doctor por la Academia de Ciencias de Cuba. En julio de ese año, recibimos en la Universidad de Cienfuegos la visita de profesores de diversas Universidades Españolas a través del II Encuentro Científico-Cultural organizado por la Asociación Canario Cubana de Investigación y Docencia en Educación Física y Deporte. Entre el profesorado que nos visita se encontraba el Dr. Daniel Linares Girela de la Universidad de Granada.

En esta visita y ante la presencia del entonces Rector de la Universidad de Cienfuegos el Dr. Eduardo Cruz González se suscribe, entre otras, a través del Doctor Linares Girela y del Licenciado Mato Medina una Carta de Intenciones entre la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Granada y la Facultad de Cultura Física de la Universidad de Cienfuegos, con el propósito de establecer cuantas colaboraciones fueran posibles en el campo de la Educación Física y el Deporte en edad escolar. Este es el primer contacto institucional que se realiza entre las Universidades de Granada y la de Cienfuegos y que culmina el 6 de Marzo de 1997 con el Convenio Marco de Colaboración entre ambas Universidades. Este convenio fue firmado por el entonces Rector de la Universidad de Granada Dr. Morillas Cueva y por el actual Rector de la Universidad de Cienfuegos Dr. Saborido Loidi.

Con el Dr. Linares, y a nivel totalmente personal, comenzamos a diseñar el trabajo de investigación que debería concluir con mi Tesis Doctoral. Este queda ultimado para su presentación en la academia de ciencias con el título de: “Profilaxis, detección y tratamiento de las deformidades de pie en edades tempranas”. Por su título se desprende que es un trabajo enclavado en el seno de la Cultura Física Terapéutica. Este tema es aceptado tras la consecución de los distintos informes favorables en fecha del 21 de noviembre de 1995. En dicho trabajo figura el Profesor Linares como Tutor-Director del mismo.

A lo largo del periodo que sigue y que es dedicado a la fundamentación bibliográfica del mismo, siempre subyace la idea de incluir el trabajo en el marco de las Ciencias Pedagógicas, pues el permanente discurso que recibo de mi Tutor-Director es la necesidad de incorporar, siempre que sea posible, este tipo de trabajo de carácter terapéutico en el marco y el horario escolar; pero, unas veces por hipotéticos condicionantes, que hoy califico de: “infundamentados”, y otras por mi formación de base, siempre, en el seno de la Cultura Física Terapéutica, nunca acabo de entender la necesidad que hoy considero de primer orden de llevar todos los contenidos y beneficios del ejercicio físico al seno del Sistema Educativo.

El 10 de marzo de 1997 el Departamento de Didáctica de la Expresión Musical, Plástica y Corporal de la Universidad de Granada, representado por el Profesor Daniel Linares Girela, suscribe una Carta de Intenciones con la Facultad de Cultura Física de la Universidad de

Tesis Doctoral

Fernando Jesús Del Sol Santiago

Cienfuegos, representada por el Profesor Oscar Mato Medina con el exclusivo objetivo de realizar un Programa de Doctorado de la Universidad de Granada en esta Institución Académica de Cuba. Esta Carta de Intenciones se hará realidad cuando el 20 de marzo de 1997 se firma el Convenio Especifico de Colaboración entre ambas universidades para el desarrollo del Programa de Doctorado antes aludido y que se desarrollará durante el bienio 1998-2000. De nuevo este convenio es firmado por los Rectores de ambas Universidades los Doctores Lorenzo Morillas Cueva y José Ramón Saborido Loidi.

En el Curso Académico 1998 - 1999, comienza a impartirse en nuestra Universidad el Programa de Doctorado “Innovaciones Científicas y Didácticas en Educación Física en Edad Escolar”. Es durante el desarrollo del periodo curricular del programa, cuando desde el estudio de la necesidad de establecer un curriculum abierto en la escuela, comienzo a comprender la necesidad de establecer las bases teórico- prácticas de un nuevo trabajo que quedará encuadrado, más tarde, en el seno de una actual y necesaria Educación Física - Salud.

Durante el periodo comprendido entre Marzo y Julio de 1999, invitado por el Profesor Linares visito la Universidad de Granada. Allí soy recibido por el Vicerrector de Ordenación Académica, Planes de Estudios, Centros y Departamentos, quien procura, siempre, que mi estancia en la Universidad de Granada, se pueda realizar de forma fructífera tanto en el orden personal como en el científico. En esta estancia se redacta un documento actualizado bibliográficamente y

metodológicamente similar al presentado en Cuba ante el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) para ser presentado, en principio al Consejo del Departamento de Didáctica de la Expresión Musical Plástica y Corporal y, más tarde a la Comisión de Doctorado de la Universidad de Granada como Proyecto de Tesis Doctoral. En él figuran como Directores del trabajo los Doctores Daniel Linares Girela, Luis Ruiz Rodríguez y Enrique Rivera García.

Es, durante este periodo, cuando además de mantener infinidad de contactos con profesores e investigadores de la institución que me acoge y de otras universidades españolas, me incorporo activamente a diversos trabajos de investigación, asisto a seminarios y congresos, expongo en ellos nuestras experiencias e incluso llego a compartir en los estudios de Maestro Especialista en Educación Física algunos contenidos en la materia de “Valoración Morfológica y Motora de Escolares y sus Implicaciones Didácticas”. Tras el análisis de todos estos contactos y del manejo de una actual y novedosa bibliografía es cuando comienza a hacer cuerpo en mi formación la necesidad de iniciar de forma sólida un trabajo enfocado hacia una Educación Física que se ha de desenvolver, primera y necesariamente bajo el prisma educativo. Esta cuestión, no debe, nunca, ser origen de conflicto con la también necesaria e importantísima Cultura Física Terapéutica que se ha de desenvolver, necesariamente, en el ámbito extraescolar.

Tras lo expuesto en el párrafo anterior y del análisis del título con que se presenta la Tesis Doctoral, soy consciente que el capítulo segundo

concerniente al Marco Teórico de la misma, haya podido quedar, más que incompleto, sí que desequilibrado por la importancia “excesiva” dedicada al estudio del pie humano y sus anomalías, frente al espacio que ocupa la fiindamentación de Curriculum y Educación Física. Todo ello deseo justificarlo por mi indiscutible formación histórica como profesional de la Cultura Física Terapéutica.

La presente Tesis Doctoral trata de demostrar:

1. Como un trabajo de rehabilitación del pie plano puede ser llevado a cabo en el seno de la Educación Física Escolar, sin menoscabar la consecución de los objetivos que establece el Sistema Educativo Escolar, con la sola incorporación de juegos alternativos a través de estrategias metodológicas basadas en el juego
2. Como un mismo trabajo físico, llevado a cabo en ambientes distintos, puede concluir, también, en distintos resultados. Cuestión esta que quedará, más adelante, reflejada en las perspectivas de futuro de la línea de investigación, buscando sus causas en distintos campos, entre los que se encuentra el de la motivación.

No deseo concluir esta introducción sin expresar mi más sincero agradecimiento a todas aquellas instituciones, circunstancias y personas que hicieron posible este trabajo.

Directa o indirectamente, han sido muchos los que han colaborado, de forma muy diversa a esta Tesis Doctoral, pero no por ello debo de dejar de expresar mi primer reconocimiento a mi esposa e hijos. Estoy seguro de que sin su apoyo y constante sacrificio no hubiera sido posible este trabajo que hoy se presenta.

En el mismo orden, deseo expresar mi reconocimiento y agradecimiento al Dr. Linares, quien sin duda, ha constituido la constancia y ha sido el amigo y maestro inspirador que me estimulo y ayudo a vencer las primeras dificultades y me orientó hacia empresas más altas. También a su familia, que a pesar de haber "interrumpido" su intimidad siempre me brindaron durante mi estancia en Granada su amor y sinceridad.

Un recuerdo, muy especial, a mis padres por dar valor a todas las cosas y haber guiado a sus hijos por caminos correctos y de inquietud intelectual.

A nuestra Revolución, que me brindó las posibilidades de formación como persona y como profesional de la Cultura Física.

A los Rectores de las Universidades de Granada y Cienfuegos, los doctores Morillas Cueva y Saborido Loidi, por su interés y apoyo permanente en la realización del Programa de Doctorado: "Innovaciones Científicas y Didácticas en Educación Física en Edad Escolar" que se impartió en Cienfuegos, y sin lugar a dudas con todo éxito.

Un agradecimiento muy especial al Dr. Florentino García Santos, Vicerrector de Ordenación Académica, Planes de Estudios, Centros y Departamentos de la Universidad de Granada, quien procuró la ayuda suficiente para poder realizar una estancia cómoda y fructífera en su Universidad, tanto en el orden personal como en el científico

A Oscar Mato Medina, Decano de nuestra Facultad de Cultura Física quien constituyó un apoyo sostenido al desarrollo de las investigaciones.

A todos los compañeros de los distintos Departamentos de la Facultad de Cultura Física de la Universidad de Cienfuegos y del Area de Didáctica de la Expresión Corporal de la Universidad de Granada, que siempre me apoyaron y ofrecieron cuanta colaboración fue necesaria.

A los Profesores Carmen Villaverde, Félix Zurita, Francisco Cruz, José Antonio Naranjo, Antonio Muñoz y Carlos López por sus importantes aportaciones bibliográficas, discusiones científicas y constantes desvelos por mi trabajo.

A Montse, Mayte y Marora, alumnas de la Facultad de Ciencias de la Educación de Granada, que realizaron las Prácticas Docentes de sus estudios de Maestro Especialista en Educación Física en diversas escuelas de la Ciudad de Cienfuegos. Ellas me brindaron su trabajo y

amistad, además de la posibilidad de poder conocer España junto a mi compañera.

También deseo agradecer a los profesores doctores Santiago Romero Granados de la Universidad de Sevilla, María Luisa Zagalaz Sánchez de la Universidad de Jaén, y Manuel Vizúete Carrizosa de la Universidad de Extremadura, el haberme permitido participar como conferenciante en sus Universidades o a título personal el poder abordar el tema de la Tesis Doctoral. De igual manera hago extensivo este agradecimiento al doctor Arturo Díaz Suárez profesor de la Universidad de Murcia y Secretario General de la Asociación Mundial de Educación Especial y al licenciado Jaime Vallejo López, presidente del Ilustre Colegio de Licenciados en Educación Física y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte de Andalucía, por la invitación que me hicieron llegar para participar en los congresos de estas asociaciones, donde además de poder exponer nuestras experiencias tuve la oportunidad de mantener multitud de contactos con profesores e investigadores de diversos países.

Para Maite, compañera trabajadora del Centro de Reprografía de la Facultad de Ciencias de la Educación de Granada mi más profundo reconocimiento y agradecimiento por el arduo trabajo realizado

No podría faltar un agradecimiento para mi amigo "Quiñi" y para su familia, quienes siempre manifestaron esa magnífica devoción hacia mi persona lo que contribuyó en gran manera a que mi estancia en Granada fuera excelentemente fructífera.

A todos los colaboradores, al personal de los Círculos Infantiles y de las Escuelas Primarias Urbanas de la Ciudad de Cienfuegos que constituyeron un pilar importante e imprescindible al desarrollo de nuestras investigaciones con su apoyo sostenido

A los niños y niñas que formaron parte de los distintos grupos de nuestro trabajo de investigación y, por supuesto a sus padres. Sin ellos y sin su confianza este trabajo no hubiera podido iniciarse

Un agradecimiento muy especial para la Asociación Canario Cubana de Investigación y Docencia en Educación Física y el Deporte, quien me permitió en aquel encuentro de 1994 el poder conocer entre otros a mi amigo Daniel. Alguien dijo "agradecer es el gran placer de reconocer a los demás". Hoy, sin lugar a duda, reconozco todo lo bueno que ha hecho ACCAFIDE.

A todos mis alumnos, que estimulan el trabajo del día a día. A todos los profesionales de la Cultura Física Terapéutica que nutren nuestro conocimiento, en fin, mi agradecimiento más sincero a todos los que de una forma u otras han contribuido a la realización de esta Tesis Doctoral.

Para finalizar deseo expresar un muy especial y significativo agradecimiento a mis Directores de Tesis Doctoral, los profesores de la Universidad de Granada: Dr. Daniel Linares Girela, Dr. Luis Ruiz

Tesis Doctoral

Fernando Jesús Del Sol Santiago

Rodríguez y Dr. Enrique Rivera García. Ellos confiaron en mí y con sus constantes indicaciones, inquietudes, aportaciones, trabajo, etc. hicieron posible este trabajo que hoy se presenta para la obtención del Grado de Doctor en Educación Física por la Universidad de Granada.



2.- MARCO TEÓRICO



2.1.- CURRÍCULUM Y EDUCACIÓN FÍSICA

En el capítulo que presentamos a continuación realizaremos una panorámica general sobre las relaciones entre el Currículum y la Educación Física en aquellos aspectos que nos interesan dado el trabajo de investigación realizado. Estos aspectos se refieren a la Educación Física y la Salud, desde su tratamiento a través de la historia, a las concepciones actuales sobre la relación entre la actividad física y la salud que la misma comporta cuando se realiza de forma adecuada y continua, proponiéndose como lugar idóneo la escuela; del tratamiento de la Educación Física en el Sistema de Cultura Física en Cuba, señalando algunas cuestiones sobre las funciones y objetivos que presenta la educación física y que apoyan los principios de nuestra intervención. Por último trataremos el importante tema de la relación entre diversidad y motricidad. En este apartado haremos una reflexión sobre los aspectos del currículum que nos llevan a la necesidad de actuar aceptando la diversidad de nuestros alumnos y de las facilidades que a través de la motricidad se nos presentan en la atención de la misma, fundamentalmente a través de un trabajo metodológico que haga uso de las adaptaciones curriculares.

Sin más y hecha esta pequeña introducción pasamos a desarrollar los distintos apartados.

2.1.1. EDUCACIÓN FÍSICA Y SALUD

En este punto realizaremos una retrospectiva histórica sobre la relación que desde siempre se ha realizado entre los ejercicios físicos, la actividad física en general y la salud. A continuación se tratará de la imperante necesidad de trabajar en crear los hábitos adecuados que lleven a la salud desde las edades tempranas (edad escolar). Tengamos en cuenta la tremenda importancia del tema, dado que cuando hablamos de Educación Física y Salud no solo nos referimos a la salud física desde el punto de vista de mejora del organismo y otros aspectos fisiológicos, sino también desde el punto de vista psicológico, ya que la plena armonía en todos los aspectos de la persona, favorecerán en el individuo un mejor desarrollo integral de sus potencialidades.

2.1.1.1. - Antecedentes Históricos

Los ejercicios físicos con fines terapéuticos se emplean desde la antigüedad, prueba de ello son los datos aportados por la arqueología, en grabados antiguos de los años 2000-3000 a.n.e. pertenecientes a la antigua China que tratan temas relacionados con la acción terapéutica de los movimientos. También se conoce por documentos antiquísimos, que en China se utilizaban los ejercicios físicos como un medio para formar ciudadanos sanos, a la vez que para prolongar la vida. Otra cuestión a la que hacen alusión dichos documentos es a la utilización de los ejercicios respiratorios, los movimientos pasivos y los ejercicios de resistencia en

caso de enfermedades de los órganos respiratorios, circulatorios y de las afecciones quirúrgicas.

También en la India, los Vedas o libros sagrados indios (1800 años a.n.e.), describen la importancia de la enseñanza de los ejercicios pasivos y activos, así como de los ejercicios respiratorios en la terapia de diferentes enfermedades.

En la antigua Grecia, la gimnasia alcanzó un alto desarrollo producto de la liberación que tuvo la ciencia respecto a la religión para dar paso al desarrollo de las ciencias naturales.

En Roma también se le otorgó alto valor a los ejercicios físicos con fines terapéuticos. Fue muy conocido por sus trabajos en esta esfera Galeno (130-200). El empleó la experiencia de los griegos, utilizando los ejercicios terapéuticos.

Los filósofos griegos Platón y Aristóteles difundieron ampliamente la gimnasia con fines curativos o profilácticos. Hipócrates (460-377 a.n.e.), fundador de la medicina clínica, concedía gran importancia a la gimnasia en la terapia. Decía junto a Platón que los ejercicios facilitan tantos y tan grandes bienes para pasar la vida con salud, que los sitúan por encima de cualquier otro recurso.

Fueron tan significativas las relaciones de la gimnástica con la salud corporal que, hacia el siglo III a n.e., Erasístrato creó la expresión

de *Hygieine* vinculada directamente a los ejercicios físicos y a la parte esencial de la propia Gimnástica.

Los intentos por crear condiciones para una vida sana ya se observaban en otras culturas de la antigüedad como en Roma, Grecia, Egipto o la India, se refleja en las distintas medidas relacionadas con el modo de vida, el carácter de la alimentación, la prevención de enfermedades infecciosas y con la Educación Física. Las manifestaciones de ejercicios físicos iban destinadas a la preparación física de soldados para contar con un ejército sano y apto para el combate.

En los siglos IX al XI, tuvo lugar cierto avance en la medicina, gracias a trabajos científicos de los árabes. Entre ellos se puede mencionar al gran Avicena (980-1037), que en su obra, El Canon de Medicina, refleja todos los avances de la medicina árabe, iraní y del Asia Central. En un de sus libros, Avicena hacía una fundamentación teórica del empleo de los ejercicios físicos para las personas de cualquier edad, así como de los paseos a pie; además, describió detalladamente una serie de ejercicios gimnásticos y aplicados.

La época del Renacimiento (siglos XV al XVII) es un período que se caracteriza por el florecimiento de las ciencias y las artes; algunos de los trabajos más importantes de la época que hacen referencia a la utilización del ejercicio físico por la medicina son; la gimnasia médica, de Tisso y el arte de la gimnasia, de Mercurialis.

La obra de Mercurialis *De arte gymnastica*, consta de seis libros, de los cuales los tres últimos son el estudio o comentario de los ejercicios en ellos recogidos desde el punto de vista médico.

En el siglo XVIII, y particularmente en el siglo XIX, aparecen nuevos trabajos sobre la importancia terapéutica de los ejercicios físicos. A principios del siglo XIX se conoció el sistema sueco de gimnasia, cuyo fundador fue Ling. Este sistema tuvo una gran influencia en el desarrollo de la gimnasia médica en Europa.

A final del siglo XVIII, muchos científicos y personalidades sociales de Rusia, desarrollaron en sus obras una dirección profiláctica en la medicina, confiriendo un papel considerable a los ejercicios físicos en la lucha por la salud.

En relación con lo anterior, es interesante recordar las intervenciones del primer académico anatomista, A. P. Protasov, en la Academia de Ciencias (1764), acerca de los temas: "La Educación Física de los niños" y "La necesidad de movimiento para conservar la salud"

2.1.1.2.- La Educación Física como Promotora de Salud en Escolares

La salud corporal está adquiriendo en la actualidad un fuerte empuje dentro del marco curricular de la Educación Física. Es importante plantear una profunda reflexión sobre las directrices que dicho contenido

representa en el entorno educativo, así como la forma en que es concebido y llevado a la práctica.

La Educación Física, a cualquier edad y condición, tiene una gran incidencia en la mejora y conservación de la salud. Desde un punto de vista biológico, el ejercicio físico adecuado, que se realiza frecuentemente y se mantiene durante toda la vida, mejora la salud, de acuerdo con Almond (1983 a), en los siguientes aspectos:

- Facilita un desarrollo y crecimiento equilibrado

No acelerando o mejorando dicho proceso, de lo que no existen referencias ciertas, pero sí colaborando con él, a la vez que proporciona otras mejoras como postura, la higiene o la seguridad en la realización de los ejercicios.

- Desarrolla y mantiene el funcionamiento óptimo del sistema cardiovascular y del sistema músculo-esquelético

Existe acuerdo generalizado en la relación causal entre inactividad física y enfermedades cardiovasculares, por lo que la inactividad supone un factor de riesgo que se reduce con el ejercicio físico frecuente y regular.

- Reduce el riesgo de ciertas enfermedades

En la población en general así como en grupos especiales favoreciendo una disminución de la incapacidad relacionada con la inactividad (artrosis, osteoporosis)

- Mejora el control de las deficiencias existentes

Como pueden ser el caso del asma y la diabetes.

- Contribuye al bienestar psicológico, a un mayor estado de humor y a una consideración positiva de la imagen corporal.

La actividad física mejora la autoestima y favorece los procesos de socialización, fundamentalmente en la edad escolar.

La salud, por tanto, se presenta como un fenómeno de creciente importancia y repercusión socio-cultural. En este sentido, la conciencia pública sobre aspectos salud y el papel de las actividades físicas al servicio de la misma puede constituir un fuerte impulso a los docentes que orienten la Educación Física en el currículum bajo una perspectiva de fomento de salud (Smith, 1984; Arnold, 1985; Breslow, 1987; Caldecott, 1989; Sallis y McKenzie, 1991; Fox, 1993; Delgado y cols., 1997).

Por otra parte Kirk (1990) ofrece importantes aportaciones con relación a los manifiestos del *Scottist Education Department* sobre las actividades físicas en las escuelas, donde se afirma, entre otras cuestiones referentes a la Educación Física: "... en una sociedad en la que existe un

elevado índice de obesidad, mala postura, problemas de corazón y otros tipos de disfunciones físicas no debería ser necesario resaltar la importancia de la Educación Física y el mantenimiento de una vitalidad general al verse implicados en la realización regular de ejercicio físico dentro y fuera de la escuela”.

Así mismo, señala este autor que la salud ha sido considerada fundamental en el desarrollo de los currículos en materia de Educación Física, siendo ésta el eje vertebrador de las actividades físicas y deportivas. Hasta el punto es así, que considera que el enfoque de la Educación Física basada en la salud es uno de los puntos importantes a tener en cuenta en la Educación Física del futuro.

Siendo conscientes de los beneficios que puede reportar una correcta Educación Física para la promoción de la salud, parece claro que, dentro del currículum escolar, la Educación Física es la asignatura a la que le corresponde de forma más directa al tratamiento de aspectos referidos a la salud. Sin embargo, es preciso tener en cuenta que existe un amplio y extenso abanico de consideraciones enmarcadas en el ámbito de la salud y que es preceptivo considerar y analizar de forma pormenorizada a la hora de establecer un adecuado tratamiento escolar.

Según señalan Colguhoun y Kirk (1987) no es preciso responsabilizar a la Educación Física en el currículum escolar como la única arma para tomar partida de esa empresa. Recordemos, por otro lado, los programas de interdisciplinariedad destacados como fórmula más

idónea a la hora de establecer el tratamiento de la salud dentro del ámbito escolar.

Existe una confusión conceptual importante en referencia a las relaciones de la Educación Física y la Salud en múltiples programas curriculares, así como una carencia grave de objetivos concretos dentro de esta serie de contenidos (Almond, 1983 b). El hecho más contrastado de que la salud del escolar es primordial dentro de los programas de Educación Física no se corresponde en absoluto con el tratamiento y confusión curricular al cuales se ven sometidos. Será, por tanto, esencial marcar las directrices a seguir dentro de una concepción escolar de salud en los programas de Educación Física, así como la filosofía y las líneas metodológicas que han de guiar la actuación docente.

Según señala Almond (1992) una Educación Física basada en la salud dentro del ámbito escolar ha de conseguir una serie de metas principales, tales como:

- Que los escolares vean favorecido el proceso de maduración y desarrollo equilibrado de los sistemas del organismo.
- Adquieran conocimientos, habilidades y comprensión para reconocer los valores del ejercicio físico para la salud.
- Aprendan cómo adoptar un estilo de vida activo y mantener un compromiso con la vida activa.

- Evolucionen desde la dependencia del profesor a aprender a actuar con independencia.

Este autor manifiesta que una Educación Física para la salud ha de poseer dos orientaciones fundamentales que se centren, por un lado, en facilitar un crecimiento y desarrollo equilibrado del escolar y, por otro, proporcionar una vida activa que asegure la participación en actividades físicas fuera del entorno escolar.

Siguiendo las aportaciones de Devis y Peiró (1991), un enfoque del curriculum de Educación Física basado en la promoción de la salud, debería establecer las siguientes aportaciones:

- Conseguir una participación directa del alumno en su propio proceso de enseñanza-aprendizaje, que vaya dirigido a conseguir un grado de autonomía que le capacite para autogestionar sus actividades físicas.
- Fomentar una metodología activa, en la cual, el propio alumno construye sus aprendizajes. Dicha metodología no es un movimiento de reciente surgimiento, ya que no hemos de olvidar su tratamiento en la Grecia clásica representado fundamentalmente por la figura de Platón (Alvarez, 1993)
- Orientar hacia los aspectos cualitativos de los ejercicios físicos, evitando caer en tendencias irracionales de búsqueda de rendimiento.

Reorientar la condición física hacia la búsqueda de la salud, donde cobran especial importancia los componentes de resistencia cardiovascular, fuerza y resistencia muscular, la composición corporal y la flexibilidad.

- Asegurar la correcta y segura realización de los ejercicios, evitándose aquellas manifestaciones de ejercicio que son perjudiciales para la salud y son contraindicados desde el punto de vista postural.

Un enfoque cualitativo de la Educación Física, donde la realización correcta de los ejercicios físicos y la búsqueda de autogestión de las actividades físicas son dos elementos primordiales que han de figurar en la concepción de un currículum basado en la promoción de la salud en el ámbito escolar. (Peiró y Devis, 1991; Devis y Peiró, 1992 b; Delgado y cols.,1997)

Junto a los objetivos principales de los programas educativos de actividades físicas orientadas hacia la salud es importante analizar la orientación metodológica así como la filosofía precisa para su desarrollo dentro del contexto escolar. Cada uno de estos modelos representa diferentes concepciones sobre la manera de entender la relación entre la Educación Física y la Salud (Devis y Peiró, 1992a; Devis y Peiró, 1993a).

Se destaca el llamado modelo médico, con una fundamentación centrada en el funcionamiento del cuerpo junto a la valoración de aspectos anatómicos y biomecánicos. Este modelo tiene una gran representatividad dentro de la Educación Física, debido en gran medida al fuerte influjo que la medicina ejerce sobre el campo de las actividades físicas. Destacamos, sobre todo, dentro del ámbito del entrenamiento deportivo, la gran dependencia existente con las diferentes disciplinas médicas puestas al servicio del máximo control del deportista, y al mantenimiento exhaustivo de la “maquina” corporal para la consecución de rendimiento. Con relación a este modelo, no hemos de olvidar, tal y como señala Miranda (1987) que “la Educación Física corrió largo tiempo al amparo de la medicina, como medio de salud”

Este modelo está basado en la búsqueda de la realización correcta de los ejercicios físicos, sin establecer en ningún momento una vinculación pedagógica hacia la concepción psico-social del fenómeno de la salud del ámbito escolar. Existe un abandono en la búsqueda de la reflexión y la crítica por parte de los alumnos hacia lo que supone la práctica correcta y continuada de ejercicios físicos y sus repercusiones sobre la salud.

Por otra parte, nos encontramos con el modelo psico-educativo, basado esencialmente en preceptos educativos y psicológicos de búsqueda de libertad de elección por parte del elemento discente, bajo un prisma orientado hacia aquellas actitudes que son beneficiosas para la salud. Se basa en la proporción de una cantidad de información que genere conocimiento necesario y facilite la toma de decisiones por parte

del alumno. Se trata de conseguir modificar el estilo de vida y dirigirlo por derroteros más saludables, despertando la conciencia individual de autorresponsabilidad. Sin embargo, dentro de este modelo se abandona la consideración de todos aquellos factores de naturaleza socio-cultural que, sin duda, influyen decisivamente en la conducta de los sujetos vinculados a cualquier actividad de naturaleza educativa.

También encontramos el modelo sociocrítico que, apoyado sobre una sólida base de naturaleza social, pretende establecer un análisis crítico y racional de todos aquellos elementos que juegan un papel decisivo dentro del ámbito de las actividades físicas y la salud. Se trata en este modelo de promover toda una serie de reflexiones a los planteamientos y dificultades de las ideologías asociadas tradicionalmente al ejercicio físico, condición física, deporte y salud. Un análisis de elementos sociales, culturales, económicos y políticos que rodean a las actividades físicas y a la salud. Se trata de fomentar una preocupación tanto individual como colectiva por la salud que lleve al cambio social. Una buena herramienta para conseguir tales pretensiones es la utilización de un material diverso (documentales, lecturas, etc.) que dé pie a crear discusiones sobre temas considerados clave desde el punto de vista de la salud (Peiró y Devís, 1992)

Por último, es necesario tener en cuenta la concepción de un modelo holístico que valore aportaciones más positivas de cada uno de los modelos anteriores y poder construir así un currículum de Educación

Física y Salud que sea práctica y enriquecedora (Sparkes, 1989; Kirk, 1990; Devis y Peiró, 1992 a; Peiró y Devis, 1992).

Sin embargo, no podemos olvidar que en el mundo actual, también existen importantes aspectos problemáticos en la relación Educación Física y Salud, de entre lo que debemos destacar el mercantilismo que rodea hoy en día a la salud como producto de consumo, que ha encontrado en la actividad física un producto de compraventa con el cual se comercia en grado extremo. Por otra parte los intereses económicos que basados en una publicidad consumista alimentan la moda del cuerpo con una finalidad mercantilista, que en nada tiene que ver con la salud, o aquellos intereses ideológicos que basados en el individualismo a ultranza responsabilizan a cada ciudadano de su salud individual, quedando liberado el Estado de tal fin.

También vale destacar el papel negativo que ejercen los medios de comunicación en sociedades de consumo, deformando constantemente la realidad. No olvidemos los reportajes publicitarios que ofrecen productos y aparatos de ejercicio presentados como milagros para adquirir la salud a breve espacio de tiempo.

En la misma línea de ideas, Bevan (1989), Peiró y Devis (1991); McKenzie (1994) y Delgado (1996 a), advierten que la aparición de la salud dentro del currículum escolar exige profundizar en las relaciones entre Educación Física y la Salud y reconceptualizar toda una serie de creencias, valores y prácticas.

Desde los primeros años es conveniente que el niño y la niña conozcan los efectos que la actividad física tiene para el desarrollo y para la salud, por ello debemos despertar el interés y el gusto por el cuidado de su cuerpo favoreciendo hábitos de higiene corporal. En este sentido hemos de enseñar a los escolares lo que debe ser la idea de cuerpo saludable, entendido como desarrollo armónico y funcional de todas las capacidades físicas, siendo conscientes de esta situación, nos encontramos ante la situación de que el contexto escolar a través de una correcta Educación Física puede llegar a ser el mecanismo de intervención.

2.1.2.- EL SISTEMA DE EDUCACIÓN FÍSICA EN CUBA

Dentro del conjunto de transformaciones significativas en política educativa del país, cualquier área de conocimiento perteneciente al currículum escolar ha sido susceptible de sufrir cambios apreciables.

En referencia a la Educación Física dentro del currículum escolar, hemos de afirmar que esta ha sufrido un lento y tortuoso camino para que le sea reconocido su valor como agente educativo de primer orden, en contraste con otros campos del conocimiento que han sido considerados de mayor peso e importancia dentro de la formación de los escolares.

Podríamos preguntarnos cuáles son las causas por las cuales la Educación Física se ha visto abocada a través de la historia a ese profundo abandono y desconsideración como asignatura constituyente del currículum escolar.

Muy importantes al respecto son las consideraciones establecidas por David Kirk (1990) sobre el problema de la Educación Física en relación con el estatus educativo, señalando las conclusiones de autores tales como Peters (1966) y White (1973) cuando determinan que la Educación Física no tiene valor educativo en sí misma, y que posee únicamente un cierto e innegable valor instrumental. Sitúan de esta forma a la Educación Física en la periferia de cualquier currículum escolar, otorgándosele escaso valor educativo. La causa fundamental de tales afirmaciones gira en torno a la idea de que la Educación Física no es capaz por sí misma de desarrollar las capacidades intelectuales.

En contraste con las afirmaciones anteriores, David Kirk (1990) señala las conclusiones de autores tales como Carr (1983) y Thompson (1980) que intentan aportar justificaciones sobre el valor educativo intrínseco de la Educación Física. De esta forma, las dos argumentaciones esenciales de ambos autores circulan en torno al hecho de que la Educación Física es promotora de racionalidad, transmitiendo conocimientos, entendimientos y habilidades y, a su vez, es portadora de un legado cultural importante para la sociedad.

En la línea del debate sobre el valor educativo dentro del sistema escolar de la Educación Física alcanzamos un perfeccionamiento a partir del año 1973, momento en el cual el Ministerio Educación llevó a cabo un estudio diagnóstico del Subsistema de Educación General, y donde la Educación Física adquirió una dimensión renovada y más estructurada que en etapas anteriores. El nuevo proyecto educativo que se genera a partir de este perfeccionamiento, hace que nuestro sistema de Educación Física se sustente en el principio de su integridad, de manera que pueda coadyuvar a cumplir con el encargo que la sociedad le ha trazado, en lo referente a la niñez y la juventud.

Así las formas y los contenidos de la Educación Física en cada uno de los subsistemas, se interrelacionan de forma que garantice que todo alumno reciba por igual, con similar variedad e intensidad, los beneficios de la actividad física y deportiva, asegurando con ello un desarrollo armónico y equilibrado de toda la población escolar.

Por todo esto, a la Educación Física se le reconoce un carácter multifuncional, ya que su práctica consigue agrupar fines e intenciones educativas muy diferentes entre sí, pero que en su conjunto atiende las necesidades que surgen de la sociedad actual, como fuente principal a la hora de establecer el currículum. Las funciones de la Educación Física han ido variando de acuerdo con las diferentes funciones que le han asignado desde el punto de vista social.

Por similitud con los Diseños Curriculares del Estado Español y de la Comunidad Autónoma de Andalucía consideramos que la concreción de las funciones del movimiento se pueden resumir en:

- Función de conocimiento, en la medida en que el movimiento es uno de los instrumentos cognitivos fundamentales de la persona, tanto para conocerse a sí misma como para explorar y estructurar su entorno inmediato. Por medio de la organización de sus percepciones sensomotrices toma conciencia de su propio cuerpo y el mundo que lo rodea.
- Función anatómico-funcional, mejorando e incrementando, mediante el movimiento, la propia capacidad motriz en diferentes situaciones y para distintos fines y actividades.
- Función estética y expresiva, a través de las manifestaciones artísticas que se basan en la expresión corporal y en el movimiento.
- Función comunicativa y de relación, en tanto que la persona utiliza su cuerpo y su movimiento corporal para relacionarse con otras personas, no sólo en el juego y el deporte, sino, en general, en toda clase de actividades físicas.
- Función higiénica, relativa a la conservación y mejora de la propia salud y estado físico, así como a la prevención de determinadas enfermedades y disfunciones.

- Función agonística, en tanto que la persona puede demostrar su destreza, competir y superar dificultades a través del movimiento corporal.

- Funciones catártica y hedonista, en la medida en que las personas, a través del ejercicio físico, se liberan de tensiones, restablecen su equilibrio psíquico, realizan actividades de ocio, y, gracias a todo ello, disfrutan de su propio movimiento y eficacia corporal.

- Función de compensación, en cuanto que el movimiento compensa las restricciones del medio y el sedentarismo habitual de la sociedad actual.

El Plan de Estudios de Educación Física en la Educación Primaria de Cuba ha de reconocer de forma implícita esa multiplicidad de funciones, y a través de ellas, contribuye a la consecución de los objetivos que se encuentran dentro del Subsistema de Educación General Politécnica y Laboral, la cual comprende dos ciclos y recoge los diferentes objetivos a desarrollar en cada grado.

La Educación Física como un elemento integrante del Subsistema de Educación General pretende entre otros:

1. El desarrollo general y básico del rendimiento físico y funcional de niños y jóvenes.

2. El desarrollo de cualidades morales y sociales de la personalidad.
3. Que el fortalecimiento orgánico actúe en el fomento y mantenimiento de salud.

Todo ello a través de los siguientes objetivos específicos de la Educación Física

- Propiciar el desarrollo físico general, el fortalecimiento orgánico y perfeccionar las habilidades motrices necesarias para la vida, que sirvan de base para el desarrollo de una alta eficiencia laboral, militar y deportiva.
- Desarrollar y fijar los hábitos higiénicos corporales y sociales para el logro ulterior de una vida sana y una mejor utilización del tiempo libre.
- Colaborar en la formación y consolidación de los valores morales y sociales de la personalidad, tales como: la disciplina, la disposición, la camaradería, el patriotismo, la solidaridad y el amor al deporte.
- Desarrollar y fijar las formas básicas del desarrollo motor, el ritmo, la fluidez, la armonía.

OBJETIVOS - TAREAS GENERALES DEL PRIMER CICLO (PRIMERO AL CUARTO GRADO)

- Desarrollar la capacidad de rendimiento físico que contribuye al fortalecimiento orgánico y a un estado óptimo de salud física y mental.
- Desarrollar las capacidades motrices a través de actividades físico-deportivas variadas.
- Desarrollar hábitos de postura y el sentido de la belleza y elegancia en la realización estética de los diferentes movimientos.
- Propiciar actividades para el trabajo en colectivo que contribuye al desarrollo de los valores morales y sociales.
- Contribuir al desarrollo físico general y al fortalecimiento del organismo.
- Trabajar en la formación de habilidades motrices.
- Desarrollar conductas positivas que influyan en la formación de hábitos de postura correcta y costumbres higiénicas individuales y colectivas.

- Contribuir al desarrollo del ritmo, belleza y la elegancia en la realización de los diferentes movimientos.
- Fortalecer la salud física y mental y desarrollar hábitos básicos de higiene y posturales, a través de las actividades de Gimnasia Básica y de los Juegos Pequeños.
- Contribuir al desarrollo de las cualidades físicas corporales (rapidez, fuerza y resistencia).
- Desarrollar habilidades que proporcionen nuevas experiencias motrices, relacionadas con los movimientos fundamentales: caminar, correr, saltar, lanzar, y atrapar, cuadrupedia, equilibrio, rodar y escalar.
- Contribuir al desarrollo de las percepciones, de la orientación espacial y de los patrones sensoriales que la experiencia histórica social determina.
- Desarrollar la moral, la estética, el espíritu colectivista, la disciplina y la realización individual, mediante los juegos organizados.
- Posibilitar la adquisición de conocimientos científicos elementales que coadyuven a la integridad de la personalidad, a través de la Gimnasia Básica y los juegos pequeños.

Toda esta serie de objetivos y tareas serán satisfechas mediante el desarrollo de una serie de bloques de contenidos secuenciados a lo largo de los ciclos en que queda reestructurada la Enseñanza Primaria.

Las tareas esenciales de la Educación Física se dirigen fundamentalmente hacia el perfeccionamiento de la capacidad de rendimiento físico del individuo, hacia el fomento de la salud, así como a la influencia de las mismas en la formación de las cualidades de la personalidad socialista. Esto representa, en lo específico, el desarrollo óptimo de las capacidades físicas, de las habilidades deportivas en la realización económica y racional de los movimientos, de la educación de hábitos higiénicos, de la transmisión y adquisición de conocimientos hacia una vida sana y placentera, hacia una cultura higiénica, deportiva y política.

El sistema de Educación Física es integral en su concepción y contenidos, y está estructurado, en su esencia, en un plan de estudio único, desde pre-escolar hasta la universidad abarcando todos los ciclos y subsistemas de educación existentes, concebido como una unidad con grandes fases bien definidas y estructuradas.

La Educación Física en nuestro país tiene como finalidad contribuir al perfeccionamiento de nuestros niños, adolescentes y jóvenes, mediante las actividades físicas, deportivas y recreativas, y coadyuvar, de esta manera, a la formación y la educación de un individuo capaz de conducirse activa y conscientemente

Por otra parte la base científico metodológica de la Educación Física en Cuba, como parte componente de la Educación, se sustenta en las leyes de la pedagogía, que rigen todo el proceso pedagógico; es por ello que el desarrollo del proceso de la Educación Física está dirigido por el sistema de principios didácticos que emanan de la pedagogía, y definen el trabajo metodológico durante el desarrollo de las actividades.

2.1.3.- DIVERSIDAD Y MOTRICIDAD

Nuestra justificación se basará básicamente en cuatro aspectos que consideramos fundamentales en el desarrollo de nuestra investigación, y más teniendo en cuenta el carácter innovador y novedoso en el contexto en el que nos movemos. Nos estamos refiriendo al análisis del *currículum'*, a la posibilidad de comenzar a trabajar en el campo educativo en general, y en Educación Física en particular, en Cuba con base a una correcta *atención a la diversidad*; de la necesidad de acercarnos a una progresiva *integración escolar* para lograr los fines sociales de igualdad que nos caracterizan; así como trabajar en el campo de las *adaptaciones curriculares* que nos van a ser necesarias realizar para permitir el acceso al currículum ordinario al mayor número de alumnos posibles.

Estos aspectos, una vez que sean analizados de forma adecuada, van a procurarnos una perspectiva más exacta de la realidad en la que nos encontramos, así como del camino que pretendemos recorrer.

Para empezar a ubicar nuestro trabajo dentro del marco referencial del ámbito educativo pasaremos a comentar aquellos aspectos del curriculum que nos invitan a realizar nuestro trabajo en el sentido propuesto para la investigación.

El Sistema Cubano de Cultura Física y Deporte presenta como fundamentos el tratamiento de la Cultura Física, el Deporte, la Educación Física y la Recreación Física. No se hace mención de la Educación Física como instrumento para la atención de necesidades educativas especiales como pueda ocurrir en otros países.

Como objetivos fundamentales aparecen la salud, el ocio y tiempo libre, la calidad de vida, el perfeccionamiento físico, la formación de la personalidad y el alto rendimiento.

Se considera pues importante además de objetivos prioritarios el desarrollo de la personalidad a través de las clases de Educación Física, la tendencia a una mayor calidad de vida tendente a una mejora de la salud, ya no solo como ausencia de enfermedad, que era la noción tradicional de salud, sino como el estado de completo bienestar físico, mental y social. Es por ello por lo que consideramos como muy importante el poder integrar en nuestras clases de Educación Física a

aquellos niños y niñas que presenten algún tipo de deficiencia física a través de un programa de ejercicios adecuado. El componente social que presentan las clases de Educación Física no deben desaprovecharse, ya que además ese mismo componente social se convierte en objetivo del desarrollo de los niños. El componente psicológico es otro aspecto relevante de la salud, que no debemos descuidar en nuestras clases de Educación Física, ni olvidar a la hora de atender a la diversidad de todos los alumnos con los que contamos.

En nuestro sistema de Cultura Física sucede no obstante que dentro de las necesidades sociales que se deberán atender, el sistema prevé de forma separada dos cuestiones: por un lado la Educación Física Escolar, y por otro la atención terapéutica en áreas creadas con este fin. Es decir que cualquier niño que presentara la más mínima deficiencia psico-física sería apartado de las clases ordinarias de Educación Física para pasar durante el horario de clase a ser atendido en áreas específicas para tal efecto.

Esto no quiere decir que nuestro currículum no tenga presente el ser sometido a perfeccionamiento periódico y a un estudio permanente, sino que en la actualidad, el proceder ante estas situaciones, es el que hemos descrito. Para alumnos con necesidades educativas especiales, y nos estamos refiriendo a necesidad educativa de cualquier índole, existen áreas aparte de las clases ordinarias.

De todos modos debemos avanzar en nuestros planteamientos y atender a nuestros objetivos así como a las nuevas comentes en lo que a materia de educación se refiere, que ponen de manifiesto la necesidad de que el niño se desarrolle en un ambiente lo más normalizado posible. Se trata de entender que todos somos diferentes, todos presentamos cierta peculiaridad y en función a este presupuesto nuestros sistemas y métodos de educación deben tener presente esta diversidad y actuar en función de la misma.

Debemos procurar que todos los alumnos tengan acceso al currículum por igual y en ese sentido el que un alumno presente una pequeña deficiencia no hace más que recordarnos que todos somos diferentes y los métodos se pueden adaptar para permitirnos alcanzar los objetivos curriculares, sin necesidad de apartar a ese alumno, diferenciándolo y marginándolo del grupo, además de etiquetarlo psicológicamente como menos capaz que el resto, cuando la misma clase de Educación Física podría ocuparse de superar esa deficiencia y normalizarla en función del programa adecuado.

El currículum presenta también una función social. Siguiendo a Apple (1986), resulta evidente que a través del currículum se pretenda enseñar los principios básicos en los que se sustenta la sociedad. Como no podía ser de otro modo en una sociedad como la nuestra, la cooperación es uno de los principios fundamentales, el trabajo en equipo y socializado inculcan en nuestros alumnos los principios básicos que se les requiere como buenos ciudadanos.

Siguiendo al mismo autor se pone de manifiesto una preocupación entre dos papeles distintos hacia los que se ha dirigido la educación: uno de ellos se ha centrado en la cuestión del logro académico y el segundo se ha interesado más por el papel de la escuela en cuanto a mecanismo de socialización. Nuestro interés fundamental está en facilitar el mejor rendimiento de cada uno de nuestros alumnos aprovechando las ventajas del trabajo socializado.

Debemos recordar que el curriculum queda definido por el conjunto de supuestos de partida, de los objetivos y metas propuestas y las estrategias para su logro. Está definido por el conjunto de conocimientos, capacidades, habilidades, valores y actitudes, etc. que la escuela va a promocionar en su constante labor, debiendo justificar las decisiones adoptadas en cada una de las distintas opciones. Es un marco de actuación en el que se proyecta la didáctica (Pérez Pérez, 1994).

Nosotros podemos lograr que alumnos con ciertas deficiencias, en nuestro caso deformidades de pie plano, en lugar de tener que salir de la clase ordinaria para ir a un área especial, puedan y deban (por las posibilidades de desarrollo social y psicológico junto al resto de compañeros) integrarse en las clases ordinarias. Solo tendremos que realizar las pertinentes adaptaciones auriculares .

Cuando hablamos de currículum no podemos desvincularlo del carácter cultural que el mismo mantiene presente. La Cultura engloba

múltiples aspectos como pueden ser: los conceptos, razonamientos, lenguaje, ideología, costumbres, valores, creencias, tipo de organización familiar, cultural, social, contexto, etc. (Coll, 1992). Los grupos sociales generan respuestas colectivas que le sirven como identidad y como modo de solución de las diferentes dificultades de vida.

Es de este modo como se llega al concepto de Educación, que es la forma en la que los grupos sociales transmiten sus conocimientos a las futuras generaciones con el fin de perseverar la Cultura inherente. Esta transmisión de conocimientos se realiza de una manera organizada a través de la escolarización, que en el caso de Cuba es gratuita y obligatoria, es en este contexto donde el concepto de currículum empieza a manejar cierta importancia además de adquirir significación.

Siguiendo a Coll (1992), podríamos decir que el currículum aunque presenta una verdadera dificultad en su concepción y delimitación, vendría a ser en líneas generales el camino que lleva a la formulación de una propuesta de actuación educativa, fruto de una serie de decisiones en cuanto al qué, cómo, y cuándo enseñar y evaluar, que son los principios establecidos culturalmente y que son unánimemente aceptados.

Si hacemos referencia a los aspectos curriculares, o al currículum en concreto, es porque debemos enmarcar nuestra experiencia en el contexto adecuado, para que se entienda la aportación que concluye de nuestra investigación.

Para entender nuestro sistema y nuestra propuesta de trabajo, debemos hacer mención a los componentes del currículum en tanto que estos pueden agruparse en cuatro apartados:

Sobre el *qué enseñar*: donde tendríamos objetivos (que son aquellos procesos que queremos promover a través de la enseñanza) y contenidos (que sería la experiencia social culturalmente organizada) tomados en su acepción más amplia (hablamos de conceptos, procedimientos, normas, valores, etc.). Nosotros para nuestras clases ya hemos mencionado cuales son los objetivos fundamentales dentro de lo que es el Sistema Cubano de Educación Física.

Sobre el *cuándo enseñar*: teniendo en consideración el desarrollo motor del individuo sería la organización del qué enseñar. Es decir la secuenciación de los objetivos y contenidos ordenados de la manera más adecuada para que el individuo aprenda en función de su desarrollo individual. Nos estamos refiriendo a la dimensión temporal del currículum.

El currículum nos proporciona también información sobre el *cómo enseñar*: indudablemente nuestra propuesta metodológica de estructuración de los procesos de enseñanza y aprendizaje deben estar en función de los objetivos y los contenidos que debemos trabajar. Nuestro currículum presenta la peculiaridad de ser una propuesta cerrada. No obstante debemos contemplar la posibilidad de servirnos de innovaciones

que nos permitan hacer más accesible el currículum a nuestros alumnos y que respete en mayor medida las diferencias de cada uno de ellos así como los distintos ritmos de aprendizaje.

Como cuarto apartado no nos podemos olvidar que el currículum nos informa sobre qué, cómo y cuándo evaluar. La evaluación es una función imprescindible para conocer en qué medida la acción educativa que estamos emprendiendo responde a las exigencias del currículum, así como para introducir las modificaciones que sean necesarias para la consecución de las intenciones que manejamos.

También son interesantes para nuestra ubicación contextual tener presentes las fuentes del currículum, que vienen a ser las influencias desde diferentes ciencias que realizan sus pertinentes aportaciones. Tenemos por ejemplo influencias de la Filosofía de la Educación (corrientes libertario-naturalista, corriente socialista, corriente personalista), de la Psicología (teorías asociacionistas, teorías mediacionales, y teorías del aprendizaje), así como de la sociología (educar para socializar al individuo. Agentes socializadores como son la familia, la escuela, el contexto, etc.) (Pérez Pérez, 1994). Añadiéndole una cuarta fuente que es la propia experiencia pedagógica (Coll, 1992).

No debemos entender pues el currículum como algo rígido, como algo que no puede ser cambiado y exclusivamente prescriptivo sino como algo vivo, dinámico, en constante cambio, con posibilidades de verse modificado en función de las necesidades educativas. Son estas nuevas

necesidades educativas, y son las nuevas corrientes pedagógicas y las distintas investigaciones realizadas al respecto, las que nos llevan a pensar en la necesidad de ser más flexibles en nuestro currículum, para dar una respuesta más adecuada a las necesidades de nuestros alumnos. Necesidades entendidas dentro del marco referencial en el que nos encontramos, pero que en definitiva nos obligan a dar una respuesta cada vez más adecuada a la dimensión amplia de la palabra. Nos estamos refiriendo a las necesidades de desarrollo educativo en los ámbitos social, físico y psicológico.

Es por ello por lo que se nos presenta un reto de actuación pedagógica en cuanto a la atención a las diferencias de nuestros alumnos.

En un nivel general este hecho tiene un concepto como es el de atención a la diversidad.

Las diferencias individuales y por ende la atención a la diversidad, no es un problema tanto de currículum más o menos abierto, o incluso cerrado, sino que es un problema de métodos de enseñanza.

Actualmente en nuestro país se está empezando a mostrar un cierto interés sobre la atención a la diversidad como demuestra el Congreso realizado a finales de 1999 en La Habana con respecto al tema en cuestión. Es por ello por lo que no podemos quedar atrás y como estamos demostrando avanzar en pos de mejorar aun más la calidad de nuestro sistema educativo.

Existe un lema en una campaña contra el racismo que manifiesta “todos somos iguales, todos somos diferentes”, dentro del campo educativo bien puede servirnos esta frase para poner de manifiesto que si bien todos somos iguales en el sentido necesario de conciencia social, cada uno de nosotros presentamos diferencias que deben conjugarse con ese principio de igualdad.

Se reconoce al Informe Warnock de 1978 como el primer documento donde aparece el concepto de necesidad educativa especial, contrario al concepto de deficiencia y favorable al de integración escolar y social, que nos coloca a las diferencias individuales como propias de cada uno de nosotros entendiendo que cada uno de nosotros necesitamos de un tipo de educación que respete nuestro propio desarrollo (Sánchez Fernández, 1998).

Diferenciamos en estos momentos la educación especial de lo que es la atención a la diversidad. La atención a la diversidad es el reconocimiento de ciertas diferencias entre los individuos que deben estar presentes a la hora de elaborar nuestra actuación metodológica ya que entre los alumnos existen diferencias en razón del sexo, raza, desarrollo personal, genética, contexto, etc.

La educación especial aparece como una posibilidad abierta a cualquier alumno que en un momento puede precisar apoyo o atención complementaria a la intervención educativa común y suficiente para la

mayoría. Se pone pues el acento de la educación en disponer los recursos necesarios para adaptar la enseñanza y responder a las necesidades derivadas de la diversidad de los alumnos (Murillo y Velaz, 1994).

Un paso importante en la dirección de asumir las diferencias consiste en llevar a cabo intervenciones complementarias que compensen las dificultades de los alumnos para alcanzar el nivel de aprendizaje exigido por el sistema (Coll, 1992).

La educación compensatoria y las aulas de apoyo son un ejemplo, junto a la educación especial o terapéutica, de los intentos de individualizar la enseñanza en función de las diferencias de los alumnos.

No obstante debemos recordar que nuestro sistema educativo prevé para alumnos con algún tipo de deficiencia, sea cual sea la misma el que el alumno salga de la clase ordinaria para incorporarse a las clases de carácter terapéutico. De todos modos consideramos que existen ciertas deficiencias que deberían tratarse en el mismo transcurso de las clases de Educación Física, que no sería necesario que los alumnos salieran de su entorno habitual por lo que de repercusión psicológica y social pudieran tener en su desarrollo posterior.

Con relación a estas repercusiones de tipo psicológico y social Ovejero (1987) habla sobre la tremenda importancia que tiene en el individuo, a los niveles a los que nos referimos, la pertenencia grupal. Esta posee enormes implicaciones psicosociales ya que satisface una de

las principales y más importantes necesidades del hombre, la sociabilidad.

Existe en cada individuo una aspiración a pertenecer a ciertos grupos, son los llamados grupos de referencia. En el caso que nos ocupa, para niños con deficiencias morfológicas en los pies, el hecho de poder participar normalmente de las clases ordinarias de Educación Física, les va a ayudar desde el punto de vista psicológico a formar de manera adecuada su relación en cuanto a grupo de pertenencia.

La enfermedad conlleva dificultades de adaptación en los terrenos físicos y psicosocial, un deterioro de la autoestima, cambios en la imagen corporal, además de dificultades y distorsiones en las relaciones interpersonales que pueden paliarse a través del apoyo social. Apoyo social que se consigue a través de ese trabajo integrado del que venimos hablando a lo largo de esta introducción a la propuesta de estudio.

Existen además estudios sobre las relaciones interpersonales, como los de Kessler y col. (1985), donde se demuestra que estas protegen a la gente de los efectos negativos del estrés. Ya que existe una asociación de problemas psicológicos derivados de la falta de vínculo o apoyos sociales adecuados.

Se trata asimismo como hacen mención Savin (1976) o el mismo Ovejero (1987) de la cohesión del grupo a través de la comunicación entre los colectivos que la forman. Comunicación tanto del tipo verbal,

como del no verbal que promueven el desarrollo de habilidades sociales a través de la influencia social que se apoya en el grupo.

Abogamos pues por las posibilidades de las clases de Educación Física a través del programa de intervención adecuado como integradoras de alumnos con deficiencias en la clase ordinaria.

En este sentido tenemos a Ruiz Pérez (1999) que pone de manifiesto la importancia de considerar a todos los colectivos a través de adecuados programas integrados de actividad física, que permitan superar sus deficiencias así como que atiendan a su diversidad y peculiaridad. La IFAPA (*International Federation of Adaptated Physical Activity*) en el 1973 define las actividades físicas adaptadas como: “Todo movimiento, actividad física y deportes en los que se pone especial énfasis en los intereses y capacidades de las personas con impedimentos tales como minusvalías, problemas de salud o las personas mayores”. Se recoge bajo el seno de este vocablo la Educación Física como medio de actuación para lograr entre otros, objetivos como el favorecer la inclusión de las personas con necesidades especiales en la vida habitual, lo que incluye la inclusión de los niños y niñas en la Educación Física regular (Claudine Sherrill, 1993).

Todo el mundo reconoce en la actualidad el valor de la Educación Física y de la actividad física en sí como medio de desarrollo de las personas con necesidades especiales.

Los beneficios en estos colectivos son de una relevancia especial.

La literatura médica, fisiológica y psicológica viene destacando esta relevancia en la vida de las personas. Los distintos beneficios los agrupa Ruiz Pérez en seis grandes bloques:

- Beneficios físicos. Mejoras en las capacidades y competencia física. Mejora en la eficiencia física y fisiológica.
- Beneficios psicológicos. Reducción del estrés, de la ansiedad. Mejora de la creatividad, valoración personal, autoconcepto y autoestima.
- Beneficios sociales. En la medida en la que se entrará en contacto con un mayor número de personas y sentirá más confianza en sí mismo en estas situaciones mejorando su nivel de integración y de aceptación grupal.
- Beneficios vocacionales. Mejora de la disposición para el trabajo, la productividad, la cooperación.
- Beneficios funcionales o la mejora de la autonomía y la autosuficiencia.
- Beneficios recreativos. La participación, el disfrute, el interés por la actividad física crece y promueve hábitos saludables de empleo del ocio y el tiempo libre.

Hablamos de integración escolar en aquellos casos en que la solución de la dificultad no repercute en el desarrollo normal de las clases.

Conceptualmente la integración escolar hace referencia al proceso por el cual se habilita al niño o niña con alguna necesidad educativa especial a maximizar sus oportunidades, potenciales y logros personales dentro de su contexto natural. La integración escolar es pues un proceso dirigido a todos los alumnos en sus distintos grados de peculiaridad que los hace diferentes unos de otros.

Existen por supuesto unos condicionantes de la integración en las sesiones de Educación Física: las infraestructuras, la formación profesional de los docentes, condicionantes sociales, las propias deficiencias de los alumnos que no siempre permiten su integración plena, etc.

De todas formas no se trata de empezar la casa por el tejado, ni de cambiar completamente las estructuras de nuestro sistema educativo, sino de procurar los mayores beneficios a nuestros alumnos dentro del marco de nuestras posibilidades, y a través de nuestra propuesta es posible dar un cambio importante en el avance por una atención de cierto tipo de alumnos con deficiencias que pueden verse beneficiados de su integración escolar.

Tratamos que el individuo se desarrolle en el entorno más adecuado posible, y este, atendiendo a la deficiencia con la que nos encontramos no es otro que su medio natural. Además siguiendo a Habermas (1987), es fundamental el aprendizaje socializado porque el niño encuentra soluciones y aplicación de sus aprendizajes por medio de su reacción social en aquellos que le rodean (aunque su trabajo es sobre la acción comunicativa verbal, algunos principios son adaptables a la acción comunicativa corporal propia de nuestro campo). No olvidemos tampoco que otro de nuestros objetivos es concluir con el beneficio que se produce en estos alumnos desde el punto de vista social y no solo físico.

Habermas hace hincapié también en el hecho de que la cultura y la sociedad y por ende el grupo y la personalidad determinan las orientaciones de acción.

Si requerimos de nuestros alumnos que sean más capaces estos deben tener la percepción de serlo, y esta percepción se adquiere tanto a nivel personal como grupal, y la aceptación en el grupo ordinario los hace normales desde el punto de vista psicológico, lo que influirá en la motivación de los mismos hacia la mejora de sus dificultades físicas.

Es posible que alguien se plantee la duda de que si estos alumnos o alumnas están en el grupo normal y ellos no pueden seguir el ritmo normal de la clase tendrán la percepción de ser peores y eso irá en detrimento de su valoración personal, pero no menos cierto es el hecho de que al tener que asistir a un área terapéutica ya tienen asegurada la

percepción de que son “diferentes” (los peores), mientras que en la clase ordinaria tienen la oportunidad a través de nuestra aportación metodológica de sentirse parte del grupo. Luego no se tratará de ser los mejores, sino de ser capaces, porque siendo capaces todos serán los mejores.

El origen de la integración escolar para Guerrero, (1998) se encuentra explicada en diferentes autores como Dueñas (1991) y Fernández González (1993) con base a:

- Investigaciones basadas en las experiencias de las clases especiales que han puesto de manifiesto la escasa eficacia de la educación especial y las consecuencias negativas del etiquetamiento y clasificación de los niños con deficiencias.
- Las distintas actuaciones de tribunales ante demandas que cuestionaban prácticas segregadoras.
- Las disposiciones legislativas y las declaraciones de los Derechos del hombre, del niño y del deficiente mental en particular.
- Evolución de las actitudes de la sociedad y de la escuela hacia los niños con deficiencias.
- La progresiva consideración de los derechos fundamentales de las minorías sociales y entre ellos de los deficientes.

- El movimiento de normalización.
- La evolución del concepto de deficiente.

La integración escolar se fundamenta en tres principios fundamentales como son: el principio de normalización, el de individualización y el de sectorización.

De especial importancia podemos considerar el concepto de normalización. Citaremos la Ley Sueca de normalización donde se mencionan como derechos fundamentales:

- Derecho a la vida.
- Derecho a unas experiencias normales que favorezcan el desarrollo de la personalidad.
- Derecho a cambiar de ambiente a la mayoría de edad.
- Derecho a una posición económica normal.

De esta declaración de principios en España, Toledo (1989) enuncia los aspectos principales a desarrollar para llevar a cabo un programa de normalización:

- Es necesario tener pleno convencimiento de que toda persona es capaz de aprender y enriquecerse en su desarrollo humano.
- Todas las personas tienen los mismos derechos humanos y legales que el resto de los ciudadanos.
- La integración social en un grupo, pasa primero necesariamente por la integración física.
- Es necesario descentralizar los servicios para aplicarlos allá donde estén las personas con necesidades especiales.
- Se escogerán los medios y alternativas menos restrictivos para la solución del problema.

En algunos casos si a los niños se les separa de sus compañeros estaremos creando una barrera que el mismo niño va a tener que superar, sobre todo desde el punto de vista psicológico con respecto al resto del grupo. Para recuperarlo de un problema, le creamos otro de manera involuntaria.

Actualmente en Europa, más que de integración escolar se empieza a hablar de “escuela inclusiva” o “escuela para todos”. Este concepto defiende el desarrollo de una escuela inserta en un modelo de educación centrada en el alumno y que basa la elección del lugar de educación y la

provisión de servicios en función de las necesidades de cada estudiante y dentro del ámbito escolar único.

Debemos hacernos eco de la importancia de una integración escolar. Fundamental será la integración desde el punto de vista social. Tengamos en cuenta que el grupo referido es el grupo de iguales, que este responde a una fuerte necesidad del niño de comunicarse, de relacionarse y ser aceptado por los demás, de formar parte del grupo. En el adolescente por ejemplo el rechazo u otras situaciones conflictivas con el grupo de iguales, afecta a la estabilidad emocional.

Si el grupo de iguales es importante, la familia, los profesores, así como la escuela también influyen en el desarrollo social del niño. En el desarrollo de la personalidad del niño en la edad escolar influyen diferentes aspectos. El conjunto de transformaciones en el niño tanto en el orden psíquico, anatómico y fisiológico. El desarrollo anatómico no ha sido aún desarrollado en su totalidad lo cual le confiere gran importancia a las clases de Educación Física.

En los niños comienza a tener importancia la opinión que de ellos tienen sus compañeros. El desarrollo de la autovaloración, es en el colectivo y en las relaciones que con él se establecen donde van conformándose los aspectos del autoconcepto. Las valoraciones del profesor y de los compañeros determinan el lugar que el niño ocupa en el aula (Ministerio de Educación de Cuba, 1984).

Es por ello por lo que pensamos que si conseguimos integrar en nuestras clases de Educación Física a ciertos alumnos que no presenten una dificultad significativa, estaremos favoreciendo aspectos de orden psicológicos y sociales, además de los físicos, dentro del entorno natural para ellos como es su grupo de iguales y su grupo-clase. Estaremos consiguiendo una educación integral y atendiendo a las diferencias de esos alumnos.

Savin (1976) ya hacía mención que el desarrollo integral se cimenta en la escuela. Haciendo especial mención a la influencia del colectivo escolar sobre la personalidad de los alumnos. También Ovejero (1987) considera clave en la educación integral del alumno, y más en el sentido de mejora de la salud la influencia del colectivo.

La Educación Física presenta una gran importancia en la consecución de los objetivos que nos hemos marcado. En su contenido advertimos el hecho de que fortalece la salud así como los aspectos emocionales. La posibilidad de autosuperación se vería favorecida dentro del grupo de iguales, se favorece así también los sentimientos de colectivismo.

La Educación Física forma parte del proceso pedagógico y tiene como fin específico el desarrollo de la capacidad de rendimiento físico del individuo sobre la base del perfeccionamiento morfológico y funcional de su organismo, la formación y el mejoramiento de sus habilidades motrices. Por lo tanto a través de nuestras clases podemos actuar en ese perfeccionamiento morfológico no haciéndose necesaria la separación de

los alumnos con el tipo de dificultad (pie plano) que planteamos, si no que a través del adecuado programa de intervención estos alumnos pueden mejorar, viéndose favorecidos por los componentes de desarrollo personal que la educación física tiene.

El gran valor psicológico y pedagógico de los juegos en la Educación Física lo convierten en factor relevante en el desarrollo de la personalidad, por lo que no debemos desaprovechar estos beneficios.

La responsabilidad del profesor estriba según Berrocal (1999) en que el juego sirva de eslabón entre la acción natural que nace en el niño y la práctica estructurada y esquematizada próxima a las técnicas deportiva.

Para conseguir esto trabajaremos en la dirección de intervención metodológica a través de adaptaciones curriculares no significativas.

Peñañiel, (1999) habla de las adaptaciones curriculares en Educación Física como una respuesta educativa, para conseguir el desarrollo del proceso educativo, se tendrán en cuenta los objetivos educativos, así como el nivel en el que se encuentra el alumno. En función de estos se establecerán las estrategias pertinentes que van a permitir al alumno un acceso integrado en su aula ordinaria al curriculum escolar común.

Se entiende la flexibilidad del currículum en el sentido de que lo importante es la consecución de los objetivos, pudiéndose adaptar los

métodos a las peculiaridades tanto contextuales como individuales con que nos encontremos.

Onega (1999) entiende también las adaptaciones auriculares como estrategias de tipo metodológico que permiten que una buena parte de las dificultades de aprendizaje puedan verse compensadas gracias a la intervención educativa adaptada al nivel de los alumnos que tienen esas necesidades educativas especiales.

Onega sugiere que cuando tomemos decisiones, lo haremos en positivo, pensando en qué es lo que el educando puede hacer, rechazando el pensamiento de qué es lo que no puede hacer.

Parece paradójico, pero en ocasiones la dificultad de estos alumnos se encuentra más en nuestra incapacidad para buscar soluciones, que en la dificultad real que presentan desde el punto de vista motriz.

Por eso se refiere Onega a la necesidad de realizar también un cambio en nuestra actitud ante el enfrentamiento a estos nuevos retos que se nos plantea en el mundo educativo que van en la dirección de mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje así como de atender a los alumnos en el entorno más adecuado a sus necesidades.

En este mismo sentido se nos encarga la tarea de adecuar las percepciones de dificultad de este tipo de alumnos a las tareas que les encomendemos en función de sus capacidades personales ya que el nivel

de esfuerzo personal de los alumnos irá en función de la dificultad percibida de la tarea, Famose (1984).

Sin hablar explícitamente de adaptaciones curriculares Famose (1984) si nos habla de la manipulación objetiva de la tarea. Ya que lo que nosotros deseamos es desde un punto de vista práctico el favorecer la adquisición de habilidades motrices, y en el caso que nos ocupa mejorar la deficiencia de un cierto tipo de alumnos en su deformidad del pie a través de un programa de actividad física adecuado, hay que dosificar el grado de dificultad de la tarea a las cuales se refieren las habilidades que intervendrán en la consecución de nuestro plan de trabajo.

En definitiva una adaptación curricular vendría a cumplir esta tarea de permitir que los alumnos aunque tengan una dificultad inicial, consigan alcanzar los objetivos propuestos a nivel general, igual que los compañeros considerados “normales”. Aunque no debemos olvidar que cualquier alumno puede requerir de una adaptación curricular en la atención a su diversidad, tanto por defecto como por exceso, es decir, tanto porque tenga dificultades para llegar al nivel del resto como para aquellos que mejora el nivel de la media. Trataremos como fin último el desarrollo del potencial de todos nuestros alumnos al máximo nivel de sus posibilidades. Aunque el objetivo de nuestra investigación no se va a encargar de estudiar este aspecto de la adaptación curricular, sino aquel que se refiere al programa específico de mejora de la deficiencia del pie. Onega (1999) afirma que la actividad motriz puede cumplir con varios objetivos:

Por un lado hacer que los alumnos con necesidades educativas especiales se sientan unas personas más seguras de sí mismas.

Aspecto con el que estamos totalmente de acuerdo, de hecho uno de nuestros objetivos es demostrar que a través de esta circunstancia la autoestima de los alumnos mejora y esto se ve reflejado en la aceptación que el resto del grupo ordinario hace de estos alumnos.

Los alumnos se sienten capaces de hacer las mismas cosas que los otros.

Por otro lado se puede también paliar las deficiencias físicas y fisiológicas. Otro de los objetivos que nos planteamos a través del programa de intervención.

Debemos desterrar la idea de que el alumno porque presenta alguna deficiencia no es capaz de estar de manera regular en el aula ordinaria. Podemos ver en Lawther (1993) como Dailey estudió los métodos que se emplean para enseñar las destrezas motrices a los imposibilitados sensorialmente (sordos, ciegos y sordos-ciegos) comparando estos métodos con los que se utilizaban con niños muy pequeños, con mayores y con alumnos menos diestros de diversas condiciones sociales. Con excepción de las destrezas que requerían un gran sentido del equilibrio, la autora no descubrió que la sordera provocara retrasos en el aprendizaje de las destrezas motrices. Lo

verdaderamente importante es saber realizar la adaptación curricular pertinente para permitir el acceso al currículum a este tipo de alumno. Cuando hacemos mención a este tipo de dificultad lo hacemos a modo de ejemplo concluyendo con que ocurre lo mismo con una gran serie de deficiencias, que no por ello impiden que el alumno pueda aprender con el resto de compañeros como lo hace en el resto de asignaturas.

Nuevamente significamos lo importante que es el hecho de que el alumno se vea totalmente integrado en su medio natural, con los compañeros de su edad. Con los niños y niñas con los que comparte el resto de materias escolares. Su dificultad no debe ser la consecuencia de una etiqueta de torpe o incapaz, sino que debe ser un acicate en la mejora de nuestros métodos de enseñanza.

Especialmente interesante es comentar en estos momentos como, tomado de diferentes autores; Sola y Urquizar (1999) establecen diferentes modalidades de currículum en función de la necesidad educativa:

A) Currículum ordinario. Los alumnos con necesidades educativas especiales se integran en el grupo normal y siguen los programas del resto de compañeros.

Es en este nivel donde pretendemos fundamentalmente circunscribir nuestra experiencia en el sentido de que los programas educativos van a ser los mismos, con los mismos objetivos generales,

pero realizando las adaptaciones curriculares no significativas pertinentes para conseguir un objetivo adicional que es la mejora en la deficiencia morfológica que presentan estos alumnos. Los alumnos permanecerán en la clase ordinaria de Educación Física sin ir al área terapéutica correspondiente, y será en la misma clase de Educación Física a través de un programa de ejercicios específicos donde realicen el trabajo terapéutico.

No se debe confundir lo expuesto con lo que veremos a continuación en el apartado C, ya que en ese apartado se realizan adaptaciones del curriculum general a nivel de objetivos fundamentalmente, mientras que las adaptaciones curriculares que nosotros proponemos son a nivel metodológico, en cuanto a los procedimientos fundamentalmente.

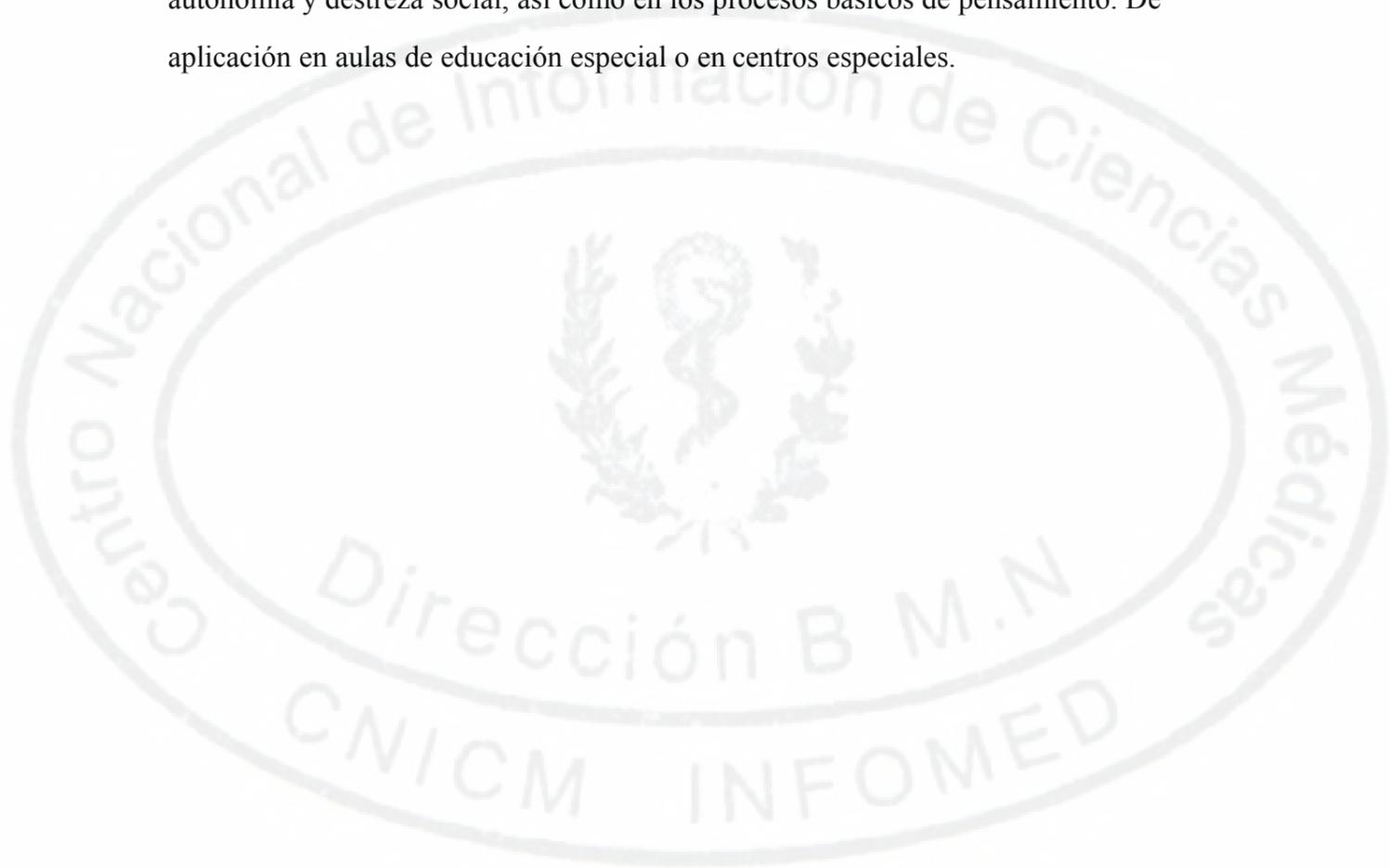
B) Currículum con algunas modificaciones. Se mantienen dentro del grupo normal y solo salen para recibir alguna ayuda en particular si es que esta interrumpe la marcha normal del resto de compañeros.

C) Currículum general con reducciones significativas. Los alumnos desarrollan un programa específico diferente al de sus compañeros. Están en el grupo ordinario, pero pasan más tiempo fuera del mismo.

D) Currículum especial con adiciones. De aplicación a alumnos con necesidades educativas especiales importantes. Modificaciones

importantes a nivel de objetivos y contenidos. Permanecen poco espacio de tiempo en el aula ordinaria y en función socializadora exclusivamente.

E) Currículum especial. Se trata de un currículum especialmente diseñado para alumnos que presentan necesidades educativas significativas. Enfatizado en autonomía y destreza social, así como en los procesos básicos de pensamiento. De aplicación en aulas de educación especial o en centros especiales.



2.2.- EL PIE HUMANO

2.2.1. - EVOLUCIÓN Y DESARROLLO DEL PIE HUMANO

2.2.1.1. - Estudio Filogenético.

Consideramos de interés incluir este apartado no solamente porque nos permite conocer el origen de la forma del pie humano, sino porque del mismo surgen las causas generadoras de las distintas modificaciones estructurales y funcionales a través de las cuales el pie tuvo que pasar en su desarrollo evolutivo posibilitando de esta forma una mejor comprensión de la anatomía y fisiología normal.

Por carecer de las bases y autoridad suficientes, nos limitaremos a hacer un examen lo más objetivo posible de las teorías sustentadas por diversos investigadores en cuanto a la evolución filogénica del pie.

A principios de siglo, Dudley Morton (1924) y Sir Arthur Keith (1929) trataron de demostrar las transformaciones sucesivas en la estructura del pie desde el mono arbóreo primitivo hasta el hombre actual mediante el análisis de las modificaciones observadas en el pie del gibbon, del chimpancé, del gorila y del hombre prehistórico de neanderthal. (Fig. 1). El primero atribuye a la función muscular un papel preponderante en la génesis del pie humano, mientras que para el segundo habrían intervenido dos factores, uno interno, representado por la acción

muscular propulsora y otro externo, la acción de la gravedad, ambos complementándose

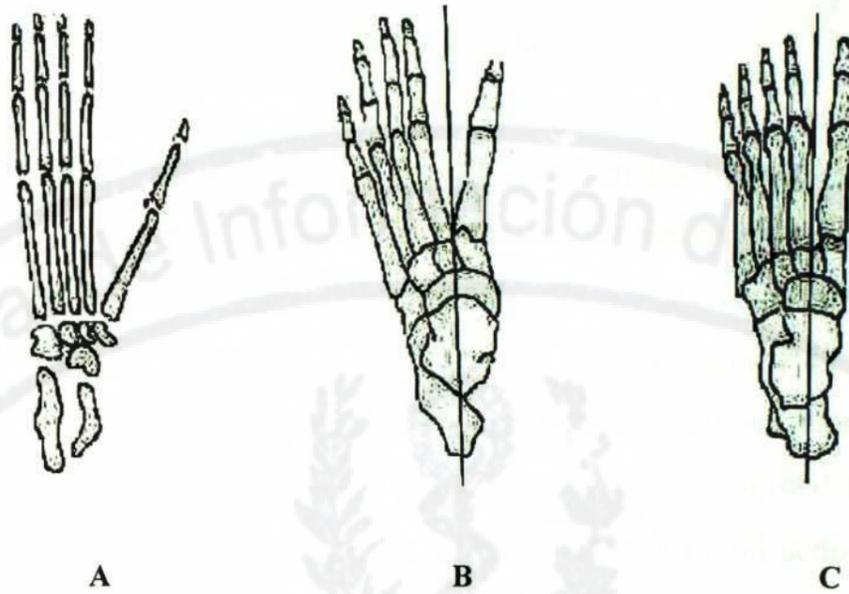


Fig. 1.- a: pie de mono pronogrado arborícola. b: pie de gorila, c: pie humano.

Lelièvre (1970), refiriéndose al pie del primate adaptado para la vida arbórea, lo describe como un pie largo y flexible. Longitud dada por un marcado desarrollo de los metatarsianos y falanges, ya que el talón, carente de toda función de apoyo, resulta pequeño y rudimentario. Para facilitar la función prensora trepadora, el dedo gordo se presentaba desviado fuertemente hacia el interior, semejando en su situación y acción a un pulgar, su borde interno era cóncavo, y el pie supinado.

La adquisición de la posición bípeda obligó a la descarga del peso del cuerpo a través del borde interno, lo cual determinó en ese pie extremadamente flexible, la supresión paulatina de la supinación hasta que el primer cuneiforme llegó a tomar contacto con el plano de sustentación, con lo cual el pie se volvió plano.

Según Prives y cols. (1981), el cambio en las funciones del pie, que de órgano trepador se convirtió en órgano de sustentación y marcha, determinó transformaciones fundamentales en su estructura en relación con el equilibrio. En esta etapa, la función de base de soporte de la nueva actitud ocasionó la aparición de mecanismos compensatorios del equilibrio inherente a la misma. Para conservar la estabilidad lateral y anterior fueron suficientes la desviación hacia el interior del dedo gordo y primer metatarsiano y un buen desarrollo de la parte anterior del pie. La conservación de la estabilidad posterior no pudo ser cumplida por un talón rudimentario atrófico y fue compensada con la inclinación del tronco hacia delante. La necesidad de un apoyo posterior estable para mantener la actitud erecta determinó un marcado desarrollo del talón. Sus causas se deben según las distintas teorías, a la acción externa del contacto permanente con el suelo, o bien a la acción interna de la tracción de los músculos, modificados en su inserción y en su trayecto, que poco a poco van modelando el calcáneo inclinándolo hacia abajo y atrás, al mismo tiempo que hacen cóncava su cara inferior.

Ruiz (1956), nos dice que en el pie plano primitivo la primera cuña, en contacto con el suelo, constituiría el punto de apoyo anterior de

la palanca en que se transforma el pie como órgano de propulsión y elevación. La cortedad de la misma determinaba que la gravitación del peso del cuerpo arrojara una gran tensión sobre todo el antepié, y para disminuir la marcha se efectuaba con los pies en pronación, desgravitando alternativamente el peso sobre uno y otro; marcha similar a la de los grandes antropoides actuales y a la de los pacientes afectados por pies planos. La mecánica de la marcha, dificultosamente cumplida por este pie prehumano, fue favorablemente modificada con la elevación de la bóveda interna, alcanzada por sucesivos cambios evolutivos. Este mismo autor plantea que la razón de la formación de los arcos internos y externos del pie puede ser explicada por dos circunstancias:

- El traslado del centro de gravedad del cuerpo hacia un punto más posterior del calcáneo, al asumirse la posición ortógrada, lo que habría hecho levantar su extremo anterior,
- La acción arqueante de los tendones de los músculos flexor del dedo gordo y flexor común de los dedos contra el *sustentaculum tali*, músculos que como todos los del miembro inferior fueron ganando en su desarrollo y potencia ante las exigencias de la locomoción bípeda.

Los que atribuyen un papel preponderante a la acción muscular en la génesis de los arcos (Ruiz, 1956; Hernández, 1983; Sarrafian, 1987; Staheli, 1987; Kitaoka, 1997e); aceptan los siguientes hechos favorables a la misma:

- El calcáneo, al desarrollarse hacia atrás separó el tendón de Aquiles de la aponeurosis plantar. Al fijarse ésta en las tuberosidades del calcáneo y desarrollarse, contribuyó a mantener la bóveda. En los monos inferiores, el tendón de-Aquiles se desliza por una corredera en la cara posterior del calcáneo, continuándose con el ligamento plantar.
- El tibial posterior en los primates no humanos es un flexor del metatarso, que en su evolución ulterior se fijó al escafoides, hecho que favoreció indudablemente la formación y mantenimiento de la bóveda interna.
- A su vez, el flexor corto de los dedos que en el caso de los primates no humanos nace en su mayor parte en los tendones de los flexores largos, al evolucionar, se separó de este último tomando su inserción posterior en el calcáneo.

La elevación del extremo anterior del calcáneo fue acompañada por una supinación y traslación hacia fuera del mismo, lo que determinó que sus facetas articulares superiores que se encontraban fuertemente inclinadas hacia abajo y adentro, se colocaran más horizontalmente. Con esta situación el astrágalo ganó en estabilidad al disminuir marcadamente el plano de deslizamiento interno subyacente.

La elevación del calcáneo trajo concomitantemente la de la cabeza del astrágalo y ésta arrastró, separándolos del plano de sustentación, al escafoides y al primer cuneiforme, quedando constituido de esta forma el

arco interno de la bóveda anterior, y trasladando el punto de apoyo de la palanca de propulsión a la cabeza de los dos primeros metatarsianos. (Fig. 2 a y 2 b)

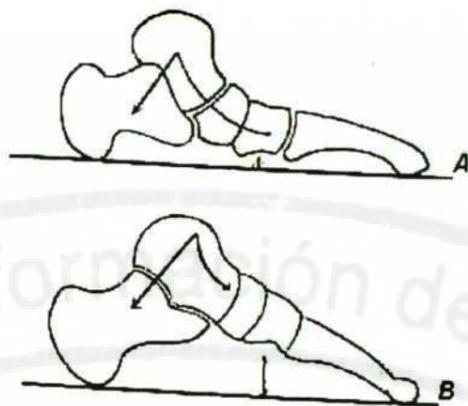


Fig. 2 A: Pie de primate arbóreo, con líneas de descarga del peso. B: Pie humano con líneas de descarga del peso.

Al rotar el calcáneo y horizontalizarse sus carillas articulares superiores, el peso del cuerpo fue descargado en una mayor proporción hacia el lado externo y un mayor desarrollo de los últimos metatarsianos fue la consecuencia. Este hecho agregado a la elevación del cuboide, solidario al extremo anterior del calcáneo en su ascenso, determinó la formación del pilar del arco longitudinal externo. El extremo posteroinferior del calcáneo en razón de la elevación anterior del mismo, hipertrofió sus tuberosidades que vinieron a constituir el punto de apoyo común del pilar posterior de los arcos longitudinales externo e interno.

Paralelamente a las modificaciones estructurales ocurridas en el retropié del primate trepador para adaptarse a las nuevas funciones inherentes a la bipedestación, ocurrieron cambios fundamentales en el antepié. En aquel, como vimos, el primer metatarsiano y el dedo gordo eran largos, sumamente móviles y se hallaban separados del segundo metatarsiano. Esta situación que se adaptaba a la función trepadora del pie, fue en las primeras etapas de la bipedestación favorable a la misma. En efecto, en ese pie aplanado, con carillas articulares del calcáneo dirigidas oblicuamente hacia abajo y adentro, la divergencia interna del primer metatarsiano constituía un elemento que se oponía al deslizamiento del astrágalo y a la pronación del retropié bajo la acción del peso del cuerpo sobre el borde interno. Como consecuencia de la formación del talón y elevación del primer cuneiforme y escafoides, la descarga del peso fue desplazándose hacia una posición más posterior y externa; y el primer metatarsiano se colocó de forma paralela al segundo. Con esta nueva situación el pie resultó beneficiado en sus dos nuevas funciones: la de soporte, al hacerse más compacto y firme el antepié y la de palanca propulsora, al situar en un mismo eje a éste y al retropié.

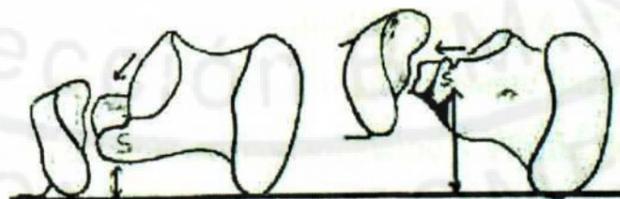


Fig. 3 Posición del calcáneo y escafoides mostrando la situación del “*sustentaculum tali*” (S) y la orientación de las carillas articulares superiores en el pie arbóreo (a) y en el pie humano.

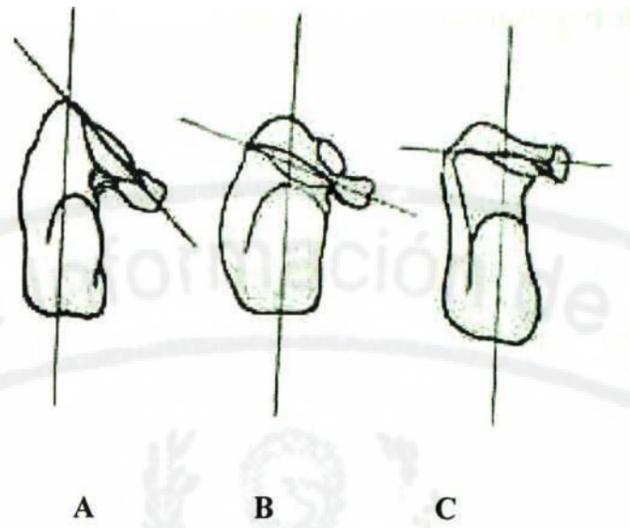


Fig. 4.- Vista posterior del calcáneo de gorila (a), del hombre de Neanderthal (b) y del hombre actual (c) mostrando la disminución gradual de la inclinación hacia abajo y adentro de su carilla articular superior. (Morton, 1924)

Con estos cambios quedaron formados los dos arcos longitudinales del pie.

El peso del cuerpo que primitivamente era arrojado sobre el segundo metatarsiano fue desplazado gradualmente hacia el quinto, con la consiguiente hipertrofia del borde externo y atrofia del interno. Aún cuando el contacto de este borde con el suelo desapareció, sin embargo, persiste, como herencia ancestral del pie trepador, la función de soporte localizada en el pilar anterior del arco interno.

La localización del eje longitudinal del pie entre el primero y segundo metatarsianos, es la característica de su desarrollo evolutivo del pie humano.

Al mismo tiempo que los cambios evolutivos sufridos en la estructura ósea, la nueva función del pie también provoca modificaciones en las partes blandas. Los músculos de la pierna aumentan en volumen y potencia; por el contrario, los intrínsecos del pie, disminuyen en importancia y fuerza, mientras que los ligamentos se vuelven más resistentes, ganando el pie en solidez lo que perdió en movilidad y fuerza.

Como bien lo puntualizó Lake (1924) “en ninguna otra región del cuerpo es más esencial que en el pie, el conocimiento de su historia evolutiva como preliminar a su estudio anatómico y fisiológico. Muchos de los trastornos que pueden afectarlo son debidos no a circunstancias actuales, sino a alguna debilidad fundamental en su evolución”.

2.2.1.2.- Estudio Ontogénico

Debemos hacer notar que el desarrollo ontogénico tiene muchos puntos de contacto con la evolución filogenética que terminamos de estudiar. Cuando veamos el apartado de fisiopatología del pie plano, al analizar los factores desequilibrantes del pie, podrá apreciarse que algunos de ellos pueden ser explicados por alteraciones en su desarrollo

ontogético, de ahí la importancia de su estudio. El primer esbozo de los miembros inferiores aparece a la tercera semana de la vida intrauterina, presentándose como un mamelón que se desprende de la lámina visceral. Iniciada la quinta semana de gestación pueden diferenciarse en este mamelón los tres segmentos del miembro, siendo hacia el final de la novena semana cuando queda definida la forma del pie. En este momento el pie se encuentra alineada con la pierna en el mismo eje, sufriendo inmediatamente una torsión en supinación. Al principio del tercer mes cuando se flexiona dorsalmente, correspondiendo el vértice de flexión a la articulación tibioastragalina.

Según los estudios realizados por Ippolito y Ponseti (1980), es a partir del cuarto mes de la vida embrionaria cuando los núcleos cartilagosos que han invadido la porción distal del mamelón podálico comienzan a osificarse.

El pie de un feto de nueve semanas muestra la marcada importancia de los metatarsianos y dedos, mientras los elementos tarsianos escasamente desarrollados configuran un talón cónico y pequeño (fig. 5). La proporción relativa del tarso, metatarsianos y falanges irá modificándose poco a poco hasta el nacimiento, pero no terminarán ahí. Si nosotros examinamos la impresión plantar de un niño recién nacido, veremos que presenta una forma triangular en lugar de la forma cuadrangular del adulto, diferencia que se debe al escaso desarrollo del segmento tarsal.



Fig. 5.- A: Pie de un feto de nueve semanas. B: Pie de un hombre adulto

Otra circunstancia digna de hacer notar es la de que el dedo gordo se presenta también en la misma época de su desarrollo intrauterino, divergente hacia adentro de los demás metatarsianos, encontrándose su extremo distal en un plano más posterior que la extremidad del segundo dedo. Esta característica del pie fetal irá también disminuyendo gradualmente, no sólo en la vida intrauterina sino que se prolongará en la posnatal. El pie del recién nacido presenta el dedo gordo en aducción, un primer espacio interóseo relativamente más amplio que el observado en el adulto y el segundo dedo usualmente más largo que el primero. En la vida posnatal estas circunstancias se irán modificando. El primer espacio

se irá cerrando y el dedo gordo aumentará en grosor y longitud, llegando a ser en el 70% de los adultos más prominente que el segundo dedo.

Antes del séptimo mes de la vida intrauterina y en muchos casos aún después del nacimiento, los miembros se presentan flexionados sobre el abdomen, con los pies fuertemente invertidos hacia dentro, mirándose por sus plantas. Normalmente después del séptimo mes los pies sufren un proceso de eversión gradual indispensable para su adaptación a la marcha bípeda. A una detención o falta de este proceso, ha sido atribuida la etiología del pie varo equino congénito y del pie supinado. Son varios los factores que entran en juego para producir esta eversión, que como vimos se prolonga más allá del nacimiento.

El examen de cortes frontales del retropié de fetos de más de tres meses, a nivel de la parte media de la articulación tibioastragalina, muestra que la superficie articular superior del astrágalo tiene una dirección oblicua de arriba hacia abajo y de fuera hacia dentro. En tal situación la interlínea de la articulación tibioastragalina formaría con el eje de la tibia un ángulo abierto hacia arriba y hacia fuera de alrededor de 65°. En su desarrollo ulterior, el astrágalo crece más hacia arriba en su mitad media, a la inversa de lo que sucede en la porción adyacente de la tibia, lo que determina una rotación del astrágalo y del pie hacia fuera, llegando a situarse la interlínea tibioastragalina en un plano horizontal cuando el esqueleto está perfectamente conformado (fig. 6).

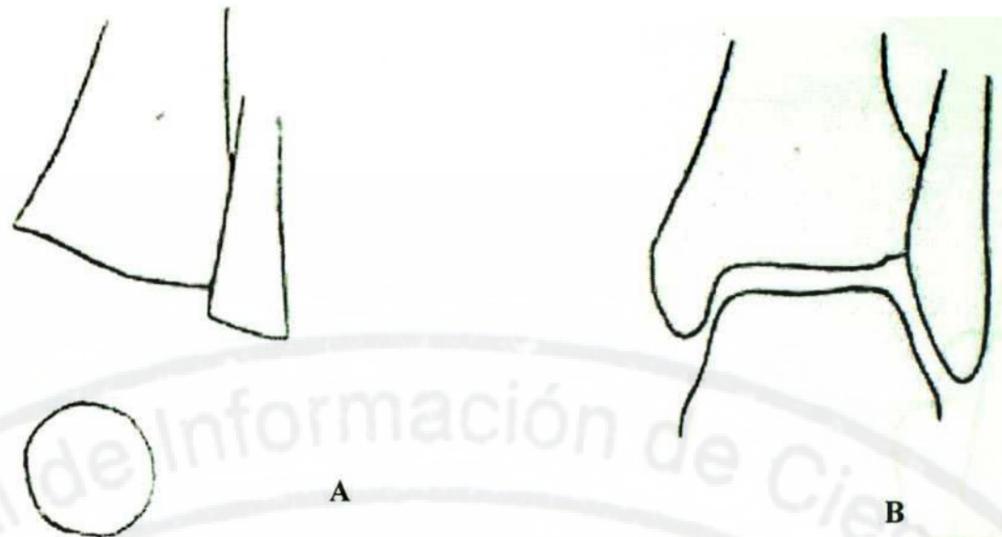


Fig. 6 A: Corte frontal del retropié de un feto a nivel de la articulación tibioastragalina.
B: Corte similar en el adulto.

Los huesos de la parte interna del pie, especialmente el escafoides y la primera cuña, crecen más rápidamente que los de la parte externa, corrigiendo el varismo primitivo.

Por último, la acción pronadora determinada por el desarrollo de los músculos peroneos.

Tengamos en cuenta que la existencia del músculo peroneo anterior, desarrollado a expensas del extensor largo de los dedos, es una característica humana y que los peroneos laterales, especialmente el largo, adquieren un desarrollo preponderante en el hombre.

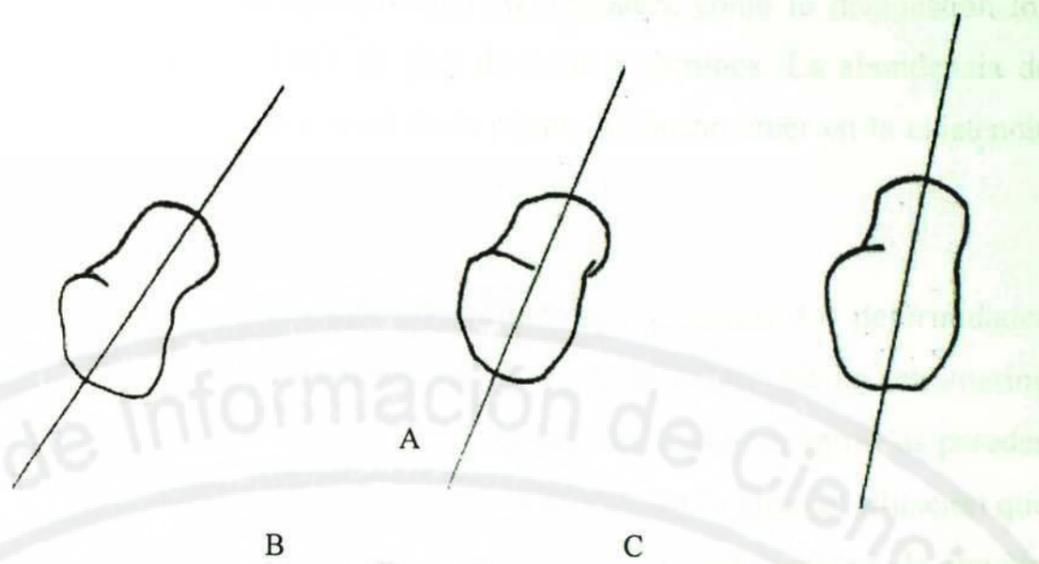


Fig. 7. - Esquema mostrando la dirección del eje del cuerpo y cuello del astrágalo A: niño, B: feto y C: adulto.

Durante la vida fetal, el cuello del astrágalo es largo y adopta una dirección oblicua hacia abajo y adentro. El eje del mismo y del cuerpo forma un ángulo abierto hacia adentro. En su desarrollo ulterior el cuello irá proporcionalmente disminuyendo de tamaño y la inclinación interna se irá corrigiendo hasta colocar su eje casi en el mismo plano que el del cuerpo (Figs.7; a, b, y c). A una detención de desarrollo, con persistencia aún en el adulto, de la conformación fetal del astrágalo, ha sido atribuida la causa de algunos pies planos.

También durante la vida intrauterina aparecen los arcos plantares, carácter que distingue al pie humano. Según Goldcher (1992), el niño al nacer presenta sus bóvedas bien conformadas, como lo demuestran los cortes anteroposteriores de pies de fetos a términos. La abundancia de tejido celulograsoso a nivel de la planta, ha hecho creer en la existencia de un pie plano fisiológico del recién nacido.

Duncan (1960) expone que existen por lo menos dos deformidades manifiestas de los pies que parecen provenir de la posición intrauterina durante los últimos meses del embarazo. En tales momentos las paredes del útero ejercen una presión sobre el feto comprimiéndolo; situación que puede agravarse, en ciertos casos, por existir una cantidad de líquido amniótico menor que la normal. El cuerpo del feto se encuentra flexionado y los pies no pueden permanecer en posición central, sino que se ven obligados a adquirir la actitud del pie equino o *varus* agudo o la del *valgus* y calcáneo agudo.

Veamos rápidamente la época en que aparecen en la vida intrauterina, los distintos núcleos de osificación de los huesos de la pierna y pie que se hallan presentes en el momento del nacimiento.

El centro de osificación de la diálisis tibial aparece hacia el final de la octava semana, mientras que el núcleo de osificación de la epífisis superior se desarrolla al final del noveno mes, poco antes del nacimiento a término. En épocas similares hacen su aparición los núcleos

correspondientes al peroné. Según Lelièvre (1970), de los huesos del tarso, el primero que presenta centros de osificación es el calcáneo; entre el quinto y sexto mes aparecen dos núcleos de osificación que uniéndose comienzan a darle su forma típica poco después del nacimiento. El punto complementario o apofisiario posterior, con dos nodulos o más, es visible en las radiografías entre los siete y diez años de vida y se fusiona al cuerpo principal del hueso hacia los dieciséis años en el sexo femenino y hacia los veinte en el masculino.

El centro del astrágalo aparece entre el sexto y séptimo mes de la vida fetal, y al final del primer año ya se le conoce la cabeza y el cuerpo.

A veces, en el momento del nacimiento, son discernibles dos centros de osificación para el cuboide, pero en ocasiones no aparecen hasta poco después. La investigación de este centro es utilizada para determinar la madurez fetal.

La tercera cuña, se constituye del cuarto a los veinte meses después del nacimiento. La primera cuña se dibuja hacia los dos años y la segunda cuña aparece hacia los tres años.

Durante la novena semana son visibles núcleos de osificación de las falanges, siendo el primero en aparecer el de la falange terminal del dedo gordo, segundo y tercer dedos y más tardíamente cuarto y quinto dedos. Cada falange cuenta con dos puntos de osificación. Los puntos diafisarios pueden aparecer en orden variable, aunque normalmente, para

la primera falange aparecen en el segundo mes de vida intrauterina, y en el cuarto mes para la segunda y tercera. A su vez, el punto epifisario posterior, se formará en todas ellas entre los tres y medio y cuatro años, soldándose con la diáfisis entre los trece y veinte años.

Los correspondientes a las diáfisis de los metatarsianos siguen poco después, los cuatro metatarsianos externos poseen dos puntos de osificación. El punto primitivo forma el cuerpo y la extremidad posterior y aparece, para el segundo y tercer metatarsianos a la novena semana de la vida intrauterina y para el cuarto y quinto metatarsianos a la décima semana fetal.

El primer metatarsiano, posee igualmente dos puntos de osificación. El punto primitivo aparece algo más tarde que los anteriores; entre los once a las doce semanas de la vida intrauterina; mientras que el complementario y su fusión a la diáfisis, se hacen al mismo tiempo que en los anteriores.

Los sesamoideos del dedo gordo, están formados cada uno por un solo punto. En ocasiones, aparecen a los dieciocho años, pero más frecuentemente entre los doce y catorce años.

Los sesamoideos del segundo y quinto dedo, son muy inconstantes y cuando aparecen se forman entre los quince y veinticinco años.

Una radiografía del pie de un feto a término revela que ese momento existen solamente las diáfisis de los metatarsianos y falanges y los centros de osificación del calcáneo, astrágalo y a veces del cuboides.

Según Goldcher (1992), durante los primeros años de vida, el tejido adiposo plantar está distribuido uniformemente, lo que enmascara todos los relieves, es por ello que el pie de todos los neonatos tiene aspecto plano, es decir, sin arco longitudinal, lo cual es resultado de la presencia de grasa excesiva en el propio arco, que usualmente disminuye hasta su nivel normal durante los primeros dieciocho meses. Podemos decir entonces que un ensanchamiento de la huella plantar no tiene nada de patológico en los primeros años de vida, es debido al espesor de las partes blandas, pero el arco interno está construido normalmente (Gil y cols. 1991; Aycart y cols, 1993).

2.2.2.- ESTUDIO ANATOMOFUNCIONAL DEL PIE

Para poder interpretar y remediar en forma correcta los desórdenes del pie, es necesario un conocimiento previo, no sólo de las funciones del mismo, sino también del papel que juegan sus distintas estructuras, puntualizando algunos hechos anatómicos.

Es indudable, que para que las funciones asignadas al pie se cumplan de una manera eficiente son indispensables una conformación ósea y una acción muscular y ligamentosa normales; normalidad estructural y normalidad funcional que se traducen en un equilibrio en la acción, que cuando es roto por perturbación de cualquiera de los elementos acarrear trastornos estáticos y dinámicos a nivel del pie (Hintermann, 1995).

2.2.2.1. - Estática del pie

Función primordial del pie es la de proveer un soporte adecuado para descansar el peso del cuerpo. Durante el apoyo del pie el peso, a través de la tibia, llega al astràgalo, siendo éste el único hueso que soporta todo el peso corporal y lo transmite al suelo por intermedio de las diversas piezas óseas que constituyen el esqueleto del pie.

Para que en condiciones normales la bóveda no sea solicitada hacia el aplanamiento y, por consiguiente, para que la gravedad no sea agresora

y patógena, es necesario que la línea de fuerza le llegue al pie en un sector determinado de su estructura localizada en la parte pósteroextemo del astràgalo, denominada centro de presión (Kitaoka y cols, c, 1997; Horton y cols., 1998).

Llegado el peso del cuerpo al astràgalo es descargado sobre el plano de sustentación a través del calcáneo y antepié, siguiendo las líneas de fuerza de la estructura ósea, Se generan así dos corrientes de descarga, una posterior que llega a las tuberosidades plantares del calcáneo, y otra anterior, más compleja, que se desdobra generando lo que ha dado en llamarse corriente del escafoides o interna, y del cuboides o externa. Esta última siguiendo el cuello del astràgalo se transmite a través de la gran tuberosidad del calcáneo sobre el cuboides, pasando desde allí a los últimos metatarsianos, especialmente al quinto. La corriente interna pasa del cuello del astràgalo al escafoides y cuneiforme, para terminar en su mayor parte en el primer metatarsiano y en una proporción mucho menor en el segundo y tercero (Sarrafian, 1987; Nigg y Segesser, 1992; Thordarson y cols., 1995; Kitaoka y cols., 1997 a y 1997b). (Fig.8)

De acuerdo a lo visto, y según autores como Lelièvre (1970), Hernández Corvo (1987) o Kapandji (1990), el peso del cuerpo se descarga sobre el plano de sustentación por tres puntos de apoyo óseo. Uno posterior, correspondiente a las tuberosidades del calcáneo, otro antero-interno en la cabeza del primer metatarsiano y sus sesamoideos y otro antero-extemo en la cabeza del quinto metatarsiano.

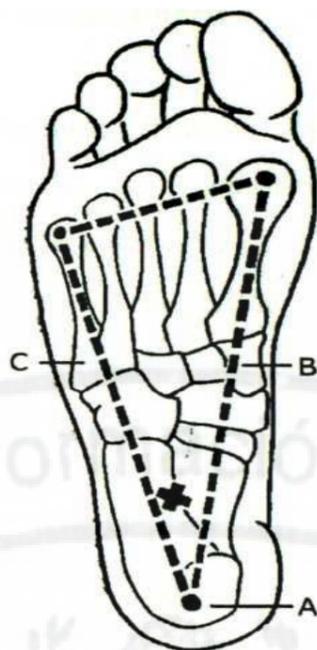


Fig. 8 Distribución de las corrientes de descarga del peso corporal.

A: Corriente posterior. B: Corriente del escafoides. C: Corriente del cuboides.

Para descargar el peso del cuerpo por estos tres puntos de apoyo, los huesos del tarso y metatarso se hallan ordenados formando estructuras conocidas como, arcos, que al conferir al pie su forma abovedada le dan elasticidad, fuerza y facilidad en su acción.

En la formación de la bóveda del pie intervienen dos arcos anteroposteriores, externo e interno, que fusionados hacia atrás, donde

tienen un pilar común, se separan hacia delante, originándose entre sus dos pilares el arco transversal anterior.

El arco longitudinal interno está formado por el calcáneo oblicuamente, el astrágalo, el escafoide a cuyo nivel se encuentra el punto culminante de la bóveda, para luego descender por el cuneiforme interno y primeros metatarsianos hasta el punto de apoyo antero-interno (Fig. 9).

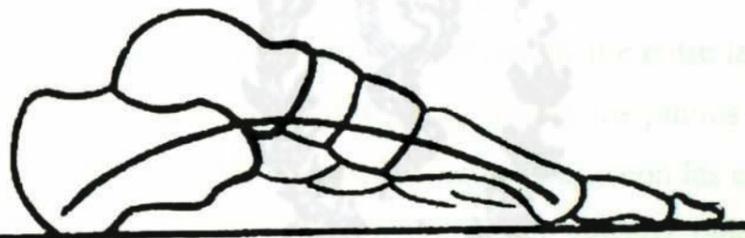


Fig. 9.- Arco longitudinal interno del pie

El arco longitudinal externo, más bajo que el interno, tiene su vértice al nivel de la articulación calcáneocuboidea, estando formado, igualmente, por dos pilares, el posterior, común con el interno, constituido por el calcáneo, y el anterior, formado por los dos últimos metatarsianos y el cuboide (Fig. 10).

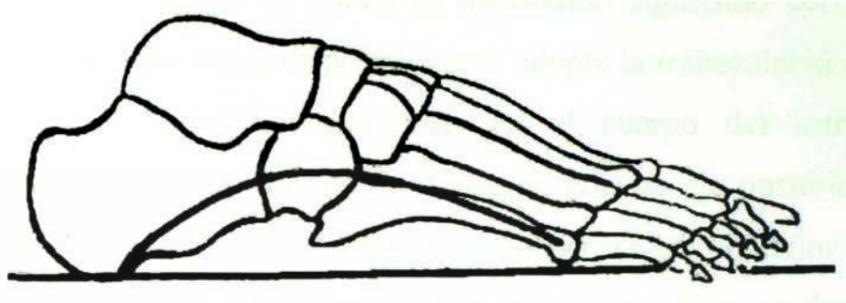


Fig. 10.- Arco longitudinal externo del pie

El arco anterior se halla tendido transversalmente entre las cabezas del primer y quinto metatarsianos que constituirían los puntos de apoyo de los pilares interno y externo respectivamente, y que con las cabezas de los tres metatarsianos medios forman una suave bóveda tendida entre ellos (Fig. 11).

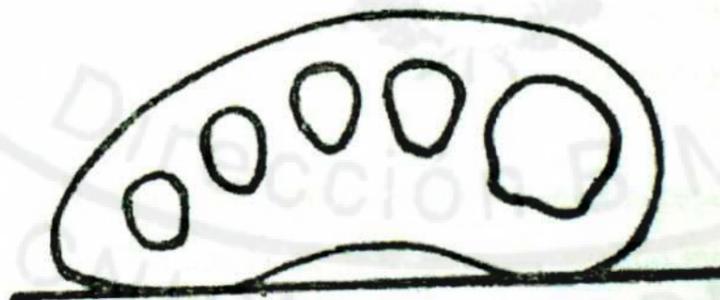


Fig. 11.- Arco transverso anterior del pie

En resumen, el peso corporal, a través de la tibia, descansa sobre el cuerpo del astrágalo, de donde es distribuido siguiendo corrientes de fuerzas reveladas por la disposición que adopta la trabeculación ósea del pie. Las tres corrientes generadas en el cuerpo del astrágalo se distribuirán según un trípode de descarga, con un eje posterior común descendente a las tuberosidades del calcáneo (pilar posterior de arcos longitudinales) y dos ejes anteriores, uno externo (pilar anterior del arco longitudinal externo) y otro interno (pilar anterior del arco longitudinal interno). Según la posición que adopta el pie variará la distribución del peso del cuerpo. Colocado en talo se descargará exclusivamente por el pilar posterior. Con el pie en equinismo, situación que normalmente adopta en uno de los tiempos del paso a paso, el apoyo se realiza exclusivamente sobre el talón anterior a través de los pilares anteriores de los arcos longitudinales, pero en una proporción mucho mayor sobre el interno.

De acuerdo a la cuota de descarga que tiene asignados cada uno de los pilares anteriores, se ha propuesto denominar al externo arco de apoyo, y al interno arco de marcha o movimiento (Hawes y cols., 1992).

Sobre el arco transversal o anterior creemos necesario puntualizar ciertos aspectos, ya que la existencia de éste ha sido motivo de largas controversias.

Hernández Corvo (1987) estima que sí es un arco importante y funcional del pie, además de haber sido comprobada su existencia, y

también la necesidad de su compensación para equilibrar la proyección del centro de gravedad corporal del sistema.

En buena medida la organización del resto de los arcos dependerá de la estabilidad angular del arco transverso y toda disminución o aumento de sus valores provoca desplazamientos en dirección anterior o posterior. La presencia del arco transverso y su importancia funcional ha sido evaluada, entre otros, por Walmsley, 1964; Kapandji, 1990; Tittel, 1970 y Prives, 1981.

En el esquema de la fig. 12 puede apreciarse los tipos de apoyo anterior de la bóveda esquelética del pie que predominan en las distintas edades.

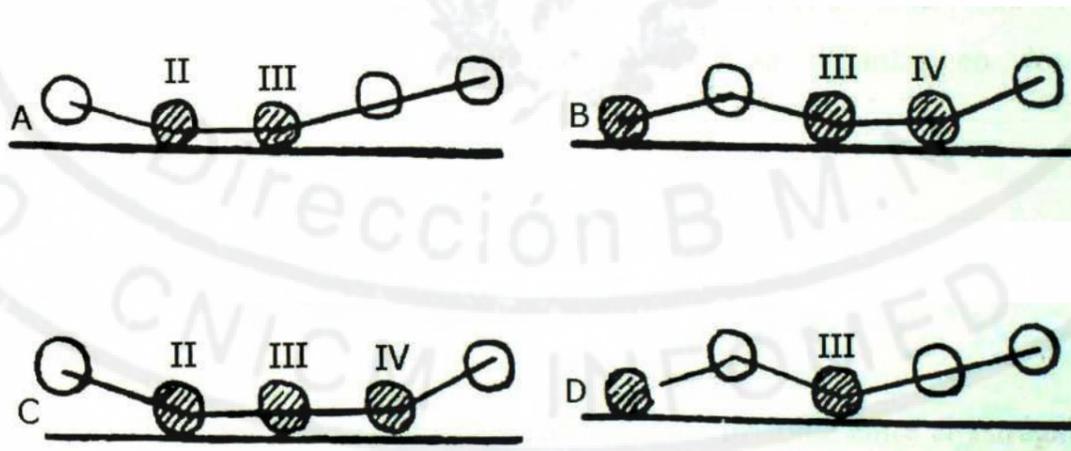


Fig. 12. Tipo de apoyo más frecuente de la bóveda anterior en la niñez y adolescencia.
A: al año de edad. B: En la primera infancia. C y D: Variaciones en la adolescencia

2.2.2.2.- Dinámica del pie

Antes de abocarnos al estudio de la función dinámica del pie como órgano propulsor del cuerpo durante la locomoción, es conveniente puntualizar algunos hechos de la fisiología y morfología del mismo que nos permitirán comprender con más claridad la patología pedia.

2.2.2.2.1.- Movimientos

Según Hernández Corvo (1987) en los movimientos de los pies se consideran dos situaciones:

- Primera, los movimientos que responden a las características de las articulaciones del bloque articular posterior. En estos interviene el astrágalo como centro de las acciones, y se organiza en dos subgrupos:
 - los movimientos que corresponden a la articulación tibioperoneoastragalina.
 - los movimientos de la articulación trocoide entre el astrágalo y el calcáneo.

- Segunda, los movimientos que se desarrollan como consolidación y acomodación del mecanismo cupular, articulación tarsometatarsiana,

intermetatarsal, metatarsofalángica y las interfalángicas o de los dedos.

Los movimientos que corresponden a las articulaciones del grupo posterior: se realizan en torno al eje transversal de la articulación talocrural (tibioperoneoastrágala), paralelo al eje de rotación de la polea astrágala, diferente del eje bimalleolar, que permite sobre el plano sagital, los movimientos de:

- *Flexión plantar*, que aleja la punta del pie a la cara anterior de la pierna. Está asociada a la abducción tibial y la supinación. Se puede calificar la abducción tibial como aducción del pie sobre la línea media. La abducción es valorada como una separación del eje tibial mayor. Abre la angulación anterior y acerca el extremo del calcáneo (talón) a la superficie posterior de la pierna. El ángulo es de 60° aproximadamente, y los elementos que la limitan son el ligamento peroneoastragalino anterior, ligamento peroneocalcáneo y el haz anterior del ligamento deltoideo (Fig. 13).

A continuación relacionamos los músculos que intervienen en dicho movimiento:

- M. gemelos.
- M. soleo.
- M. tibial posterior.
- M. peroneo lateral largo.

- M. peroneo lateral corto.
- M. flexor largo de los dedos.
- M. flexor largo del dedo grueso.



Fig. 13

- *Flexión dorsal*, está asociada a la abducción peronea y pronación del pie. Aleja la punta del pie de la cara de la pierna, por lo que cierra el ángulo entre el dorso del pie y la superficie anterior de la pierna. La valoración es de 45° y los elementos que la limitan son, el fascículo posterior del ligamento deltoideo y el ligamento peroneoastragálino posterior (Fig. 14).

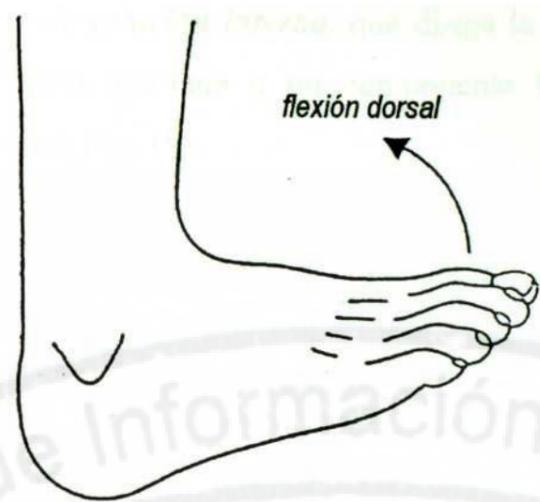


Fig. 14

Los músculos que a continuación se relacionan son los que intervienen en este movimiento

- M. tibial anterior.
- M. extensor largo de los dedos.
- M. extensor largo del dedo grueso.
- M. peroneo anterior tercero.

Los movimientos que se realizan en torno al eje anteroposterior del pie, movimientos de la articulación subtalar (astragalocalcánea), unen el centro de la segunda cabeza metatarsiana con el centro de la tuberosidad posterior del calcáneo y la articulación mediotarsiana. Permite, en el plano frontal, los movimientos de:

- *Supinación o de rotación interna*, que dirige la planta del pie hacia dentro, esto está asociado a un componente flexor plantar, a la abducción tibial (Fig. 15).

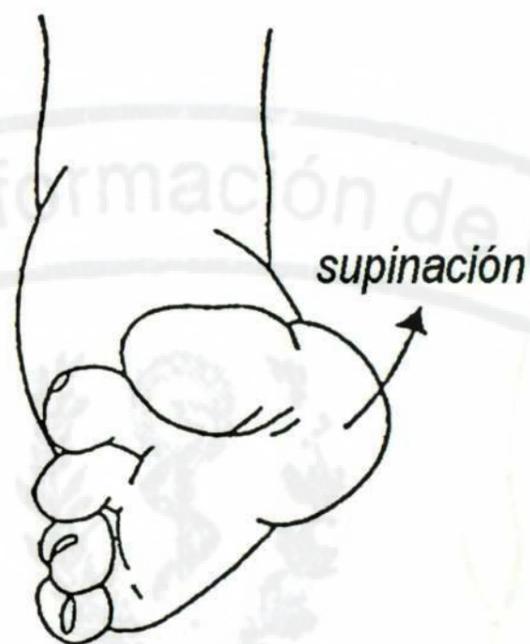


Fig. 15

Actúan en el movimiento de inversión.

- M. gemelos.
- M. soleo.
- M. tibial posterior.
- M. tibial anterior.

- M. flexor largo de los dedos.
- M. flexor largo del dedo grueso.

- *Pronación o de rotación externa*, que dirige la planta del pie hacia fuera, esto está asociado a un componente flexor dorsal, a la abducción peroneal (Fig 16).

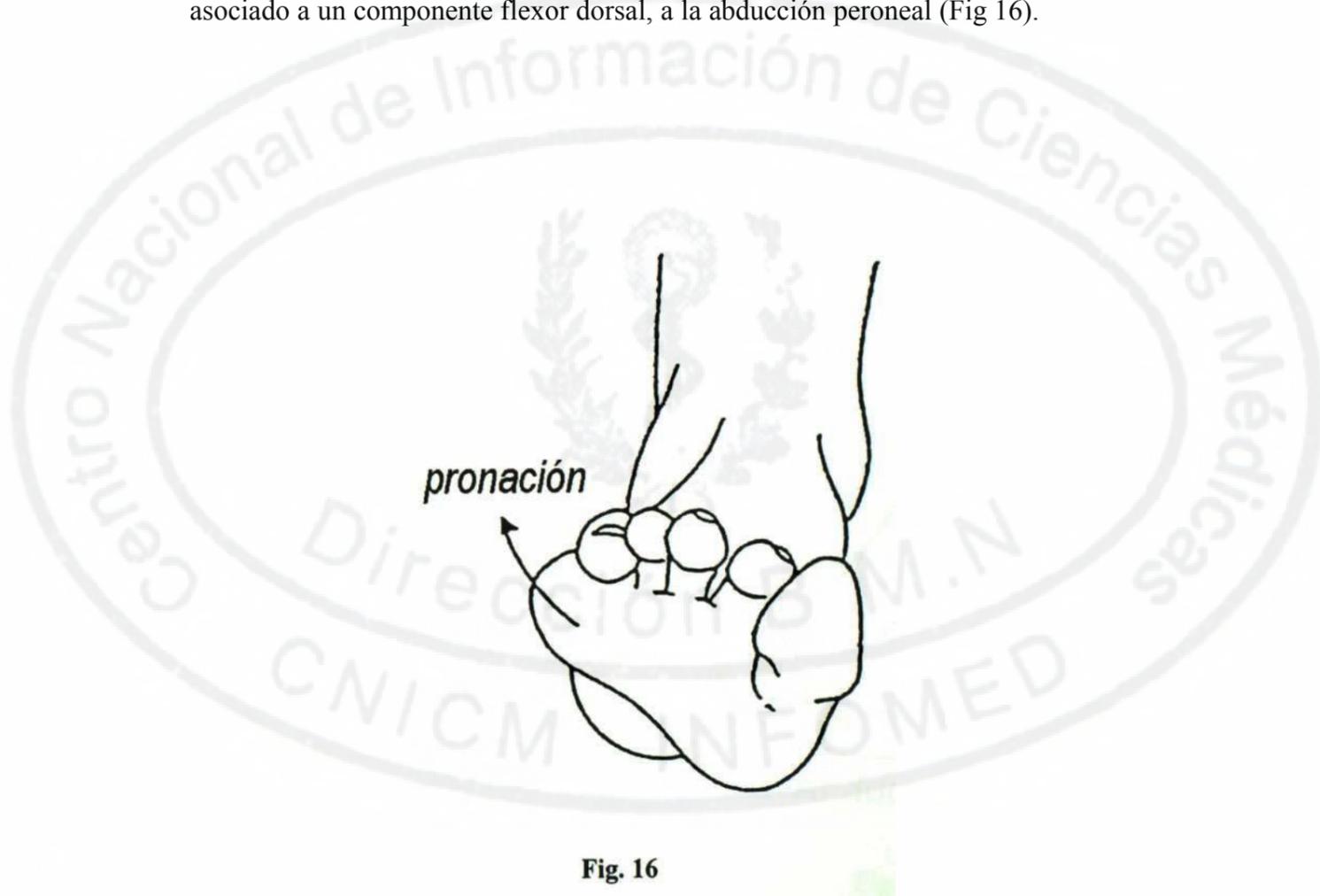


Fig. 16

Actúan en el movimiento de eversión.

- M. peroneo lateral largo.
- M. peroneo lateral corto.
- M. peroneo anterior, tercero.

- **Aducción y abducción** Los movimientos giratorios alrededor de un eje vertical por los cuales la punta del pie tiende a dirigirse hacia adentro acercándose a la línea media del cuerpo (aducción), o en sentido inverso (abducción). Fig. 17-18



Fig. 17

Fig. 18

Estos movimientos en la actividad normal no son puros, sino que se combinan. Así la supinación alcanza su mayor amplitud cuando se asocia a la dorsiflexión y a la inversa la pronación se ve facilitada por la flexión plantar. Por otra parte la supinación se combina usualmente con la aducción y la pronación con la abducción, siendo denominados estos movimientos conjuntos, torsión del pie hacia adentro o inversión y torsión hacia fuera o eversión, respectivamente.

2.2.2.22.- Huesos

El armazón del pie comprende 26 huesos diferentes unidos entre sí por ligamentos y músculos.

Los huesos del pie en la región del tarso están representados por los huesos siguientes: astrágallo, calcáneo, hueso navicular, hueso cuboideo y tres huesos cuneiformes: hueso cuneiforme medial, hueso cuneiforme intermedio y hueso cuneiforme lateral. En la composición del metatarso entran cinco huesos metatarsianos.

Los huesos del tarso se disponen en dos grupos: el proximal, al que pertenecen el talus y el calcáneo; y el distal, constituido por el hueso navicular, el hueso cuboideo y los tres huesos cuneiformes. La fila distal de los huesos del tarso se articula con los huesos del metatarso.

El astràgalo es el único hueso del pie que se articula con los huesos de la pierna. Su porción posterior, llamada cuerpo del astràgalo, se continúa por delante con el segmento estrecho del hueso- el cuello del astràgalo; este último une el cuerpo con la cabeza del astràgalo dirigida hacia delante.

El astràgalo, arriba y los lados, está abrazado en forma de horquilla por los huesos de la pierna constituyendo la consiguiente articulación. Correspondiente a ésta, en la cara superior del cuerpo del astràgalo está situada la cara articular en forma de la tróclea talar. Las caras laterales del cuerpo presentan las caras maleolales lateral y medial. La cara de la tróclea es convexa sagitalmente y cóncava en dirección transversal.

Las caras maleolales lateral y medial son planas. La cara maleolar lateral se extiende sobre la cara superior del proceso lateral del astràgalo, que se encuentra en la porción inferior de la lateral del hueso. La cara posterior del cuerpo del astràgalo está atravesada de arriba abajo por el surco del tendón del músculo flexor largo del dedo grueso. Este surco divide la cara posterior del hueso en dos tubérculos, el tubérculo medial y el tubérculo lateral. Ambos tubérculos, divididos por dicho surco, forman el proceso posterior del astràgalo. El tubérculo lateral del proceso posterior del astràgalo a veces presenta un hueso aislado, el trígono.

En la cara inferior del cuerpo, en su posición posterolateral, se tiene la cara articular calcánea posterior que es cóncava. Las porciones anteromediales de esta cara limitan con el surco talar que por aquí pasa

en dirección posteroanterior y lateralmente. Por delante y hacia fuera de este surco está situada la cara articular calcánea media. Por delante de la misma se aloja la cara articular calcánea anterior.

Por su parte inferior el talus se articula con el calcáneo. La cabeza del astràgalo está comprimida de arriba abajo. Su parte anterior presenta la cara articular navicular, esférica, que se une con el hueso navicular.

El calcáneo está situado por abajo y detrás del astràgalo. La porción posteroinferior de su cuerpo está formada por la tuberosidad calcánea, bien expresada. Las porciones internas de la tuberosidad lateral y medial se continúan con el proceso lateral de la tuberosidad calcánea y con el proceso medial de la tuberosidad calcánea.

En la cara anterior del calcáneo se tiene la cara articular cuboidea, en silla de montar, que se articula con el hueso cuboideo.

En la cara medial del calcáneo, en su porción anterior, se encuentra un proceso breve y grueso, el sustentáculo talar. Por la cara inferior de este proceso pasa el surco del tendón del músculo flexor largo del dedo grueso.

En la cara lateral del calcáneo y su porción anterior se encuentra la pequeña tróclea peroneal; por detrás de ésta pasa el surco del tendón del músculo peroneo largo.

En la cara superior del cuerpo del hueso, en su parte media, está situada la ancha cara articular talar posterior. Por delante de ésta pasa el surco calcáneo, que va en dirección posteroanterior y lateralmente. Por delante del surco, a lo largo del borde medial del hueso, se encuentran dos caras articulares: la cara articular talar media y por delante de la misma, la cara articular talar anterior, correspondientes a las caras homónimas en el astrágalo. Durante la superposición del astrágalo sobre el calcáneo, las porciones anteriores del surco talar y el surco calcáneo forman una depresión, en el seno del tarso, que se palpa a través de la piel como una pequeña impresión.

El hueso navicular, aplanado por delante y atrás, se aloja en la región del borde interno del pie. En la cara posterior del hueso se tiene una cara articular cóncava para la unión con la cara articular de la cabeza del astrágalo. La cara superior del hueso es convexa. La cara anterior del hueso tiene una cara articular cuneiforme para unirse con los tres huesos cuneiformes. Los límites que determinan los lugares de articulación del hueso navicular con cada hueso cuneiforme son las crestas pequeñas.

En la cara lateral del hueso hay una pequeña cara articular, lugar de unión con el hueso cuboideo. La cara inferior del hueso navicular es cóncava. En su porción medial se encuentra la tuberosidad del hueso navicular, que se palpa bien a través de la piel.

Los huesos cuneiformes son tres, están situados por delante del hueso navicular. El hueso cuneiforme intermedio es más corto que los

demás, por eso las caras anteriores (dístales) de estos huesos no está a un mismo nivel. Sus caras articulares se unen con los huesos metatarsianos correspondientes.

La base de la cuña (la parte más ancha del hueso), cerca del hueso cuneiforme medial, está dirigida hacia abajo, y cerca de los huesos intermedio y lateral, hacia arriba.

Las caras posteriores de los huesos cuneiformes presentan áreas articulares para unirse con el hueso navicular.

El hueso cuneiforme medial en su parte cóncava lateral tiene dos caras articulares para unirse con el hueso cuneiforme intermedio y el segundo metatarsiano.

El hueso cuneiforme intermedio en su cara medial tiene un área articular para unirse con el hueso cuneiforme medial, y en la parte lateral tiene una cara articular para unirse con el hueso cuneiforme lateral.

El hueso cuneiforme lateral tiene caras articulares, que, desde la parte medial, lo unen con el hueso cuneiforme intermedio y con la base del segundo metatarsiano, y por la parte lateral, con el hueso cuboideo.

El hueso cuboideo está situado por fuera del hueso cuneiforme lateral, por delante del calcáneo y por detrás de la base de los metatarsianos IV y V.

La cara superior del hueso es áspera, en la cara medial se encuentran áreas articulares para unirse con el hueso cuneiforme lateral y con el hueso navicular. En el borde lateral del hueso está la tuberosidad del hueso coboideo dirigida hacia abajo. Por delante de la misma se inicia el surco del tendón del músculo peroneo largo, que se continúa con la cara interna del hueso y la atraviesa oblicuamente por detrás y afuera, y por delante y adentro correspondientemente al a paso del tendón del músculo homónimo.

La cara posterior del hueso tiene una cara articular en silla de montar para unirse con su homóloga del calcáneo.

La cara anterior del hueso coboideo presenta una cara articular dividida por una cresta, para unirse con los metatarsianos IV y V.

Los huesos metatarsianos son cinco huesos tabulares finos situados por delante del tarso. En cada hueso metatarsiano se distinguen un cuerpo y dos extremidades: la posterior o proximal es la base y la anterior o distal es la cabeza.

La enumeración de los huesos se lleva a cabo a partir del borde medial del pie (del dedo gordo al meñique). De los cinco huesos del metatarso, el primero es el más corto, pero más grueso que los demás, el segundo es el más largo. Los cuerpos de los huesos metatarsianos son triangulares. La cara superior, dorsal, del cuerpo es cóncava, las otras dos

caras inferiores (plantares) convergen hacia abajo formando una cresta aguda.

Las bases de los huesos metatarsianos representan su parte más maciza. Tienen forma de cuña, la cual, por su parte ensanchada, en los metatarsianos I a IV está dirigida hacia arriba, y en el quinto, hacia el lado medial. Las caras laterales de las bases presentan áreas articulares para unirse con los huesos metatarsianos contiguos. La cara posterior de las bases tienen caras articulares para unirse con los huesos del tarso. En la cara inferior de la base del primer metatarsiano está la tuberosidad de este hueso (tuberosidad del hueso del primer metatarsiano). En el quinto metatarsiano, la porción lateral de la base presenta también una tuberosidad, la tuberosidad del quinto hueso metatarsiano, que se palpa fácilmente a través de la piel. Las extremidades anteriores, o cabeza de los huesos metatarsianos, están comprimidas por los lados. La porción periférica de las cabezas tienen caras articulares esféricas para unirse con las falanges. En la cara inferior de la cabeza del primer metatarsiano hay, lateralmente, dos áreas pequeñas y lisas, con las cuales colindan los huesos sesamoideos del dedo grueso. La cabeza se palpa bien a través de la piel.

Además de los huesos sesamoideos ya señalados, que se encuentran en la región de la articulación metatarsofalángica del dedo grueso, hay un hueso sesamoideo en la articulación interfalángica del mismo dedo, y también huesos sesamoideos no constantes en el espesor

del tendón del músculo peroneo largo, en la región de la cara plantar del hueso cuboideo.

Los huesos de los dedos del pie están representados por las falanges, que por su forma, número y relaciones mutuas corresponden con las falanges de los dedos de la mano. En cada falange se distinguen un cuerpo y dos extremidades: la posterior, proximal, es la base y la anterior, distal, es la cabeza. La cara de la cabeza de las falanges proximales y medias tiene forma de tróclea.

La extremidad distal de cada falange distal presenta la tuberosidad de la falange distal.

2.2.2.2.3.- Articulaciones

A partir de las consideraciones sobre el astrágalo y el calcáneo, las articulaciones del pie pueden ser catalogadas en dos grandes grupos funcionales: la agrupación posterior y la anterior. La agrupación articular posterior, comprende las relaciones articulares del astrágalo con la tibia y el peroné; las relaciones anteriores, del astrágalo con el calcáneo y el escafoides.

La articulación talocrural (tibioperoneoastragalina) está constituida por las caras articulares de las extremidades distales de la tibia y la fibula, y la cara articular de la tróclea del astrágalo. En la tibia la cara

articular está representado por la cara inferior de la tibia y por la cara articular del maléolo. En la fíbula se tiene la cara articular del maléolo.

Arriba, la cara articular tiene forma de tróclea; a los lados, está representada por áreas articulares planas- caras maleolares lateral y medial. Los huesos de la pierna abarcan la tróclea del astràgalo.

La cápsula articular en su mayor parte se inserta en el borde del cartílago articular y sólo en la cara anterior del cuerpo del astràgalo, lo cual retrocede para insertarse en su cuello. Las porciones anteriores y posteriores de la cápsula articular están tensadas débilmente.

La articulación subtalar (astragalocalcánea) está formada por la cara articular posterior del calcáneo y la cara articular posterior calcánea del astràgalo.

La cápsula articular está tensada débilmente, en su mayor parte se inserta en el borde de los cartílagos articulares y sólo por delante lo hace en el astràgalo y por detrás, en el calcáneo, retrocede un poco del borde de las caras articulares.

La articulación astragalocalcáneoescafoidea está formada por las caras articulares del astràgalo, el calcáneo y el navicular. El astràgalo forma la cabeza articular, y los huesos calcáneo y navicular, la fosa articular.

La cápsula articular se inserta en el borde de los cartílagos articulares.

Por su forma la articulación talocalcaneonavicular pertenece a las articulaciones esferoideas, pero los movimientos de la misma sólo son posibles en un plano, alrededor de un eje, aproximadamente en dirección sagital.

La articulación calcaneocuboidea está constituida por la cara articular posterior del hueso cuboideo y por la cara articular cuboidea del calcáneo. Las caras articulares de la articulación calcaneocuboidea son de forma de silla. La cápsula articular, en su porción medial, se inserta en el borde del cartílago articular y está tensada fuertemente; en su porción lateral retrocede un poco del borde del cartílago articular.

La articulación calcaneocuboidea se asemeja por su forma a la articulación en silla, pero funciona como articulación monoaxil.

La articulación transversa del tarso une dos articulaciones: la astrágocalcaneonavicular y la cuboidea. La línea de esta articulación se halla encorvada en S: su porción medial presenta su convexidad dirigida hacia delante, y la lateral, hacia atrás. Las articulaciones anatómicamente independientes.

La articulación cuneonavicular representa una articulación compuesta, en cuya formación participan el navicular, el cuboideo y los tres cuneiformes. Aquí se forman las siguientes articulaciones:

1. -articulación cuneonavicular; entre las caras articulares anteriores del hueso navicular y las caras articulares posteriores de los huesos cuneiformes medial; intermedio y lateral;
2. - entre las caras, una frente a la otra, de los huesos cuboideo, navicular y cuneiforme.

La cavidad articular de los huesos navicular y cuneiformes están situada en el plano frontal, y de la misma parten hacia delante tres fisuras articulares en forma de ramificaciones: entre los huesos cuneiformes medial, intermedio y lateral, entre los huesos cuneiforme lateral y cuboideo, y una fisura que se va hacia atrás, entre los huesos navicular y cuboideo.

La cápsula articular se inserta en el borde del cartílago articular. La cavidad de la articulación, a través de la fisura que se encuentra entre los huesos cuneiformes medial, intermedio y lateral, comunica con la cavidad de la articulación tarsometatarsiana, a nivel del segundo metatarsiano. Esta articulación pertenece a las articulaciones poco movibles.

Las articulaciones tarsometatarsianas unen los huesos del tarso a los huesos metatarsianos. Se distinguen tres articulaciones tarsometatarsianas:

1. - entre los huesos cuneiforme medial y el primer metatarsiano;
2. - entre los huesos cuneiformes intermedio y lateral y los segundo y tercer metatarsianos.
3. - entre los huesos cuboideo y el cuarto y quinto metatarsianos.

La articulación de los huesos cuneiforme medial y el primer metatarsiano está formada por caras articulares cuya forma en silla está debidamente expresada y las demás articulaciones, por caras articulares planas. La línea de fisura articular de las articulaciones tarsometatarsianas es irregular, puesto que el segundo metatarsiano es más largo que lo demás, y el cuneiforme lateral se destaca un poco hacia delante, en comparación con la porción anterior del hueso cuboideo.

Las articulaciones intermetatarsianas están situadas entre las bases de los metatarsianos; la dirección de los ligamentos reforzados de estas articulaciones, en lo fundamental, es igual que la mano.

Las articulaciones metatarsofalángeas están constituidas por las caras articulares de las cabezas de los metatarsianos y las bases de las

falanges proximales. Las cabezas del segundo y tercer metatarsiano son esferoideas irregulares: su porción dorsal está poco estrechada.

Las articulaciones metatarsofalángicas pertenecen al tipo de las articulaciones esferoideas.

Las cápsulas articulares se insertan en el borde de los cartílagos articulares, estando tensadas débilmente. La porción dorsal de las cápsulas articulares es delgada.

Las articulaciones interfalángicas unen las falanges proximales con las medias, y las medias con las distales. Las cápsulas articulares son delgadas. Las articulaciones interfalángicas pertenece al tipo de articulaciones llamadas gínglimo.

En la articulación tibiotarsiana es donde se ejecutan principalmente los movimientos de flexoextensión del pie. La pinza maleolar adosada contra las caras laterales del astrágalo impide los movimientos laterales del mismo. Para algunos autores (Kitaoka y cols., 1997b; Thordarson y cols., 1998) es normal la presencia de pequeños movimientos de lateralidad cuando el pie se encuentra colocado en ángulo recto con respecto a la pierna. En el niño siempre se los encuentra. El abundante revestimiento cartilaginoso y la elasticidad ligamentosa propia de la edad, disminuyen la fijeza del astrágalo dentro de la mortaja (García, 1990). Cuando el pie se halla flexionado plantarmente, el grado de movilidad lateral en la tibiotarsiana sufre considerable aumento. Ello es

debido a que la polea astrágalina es más angosta hacia atrás, porción que se introduce en la pinza maleolar al llevar al pie a la flexión plantar. La elasticidad de los ligamentos que unen en el extremo inferior la tibia al peroné, aproxima a este último. Esta inestabilidad lateral del astrágalos con el pie en flexión plantar, tiene una gran importancia (Hernández Corvo, 1987).

En el recién nacido normalmente el eje transversal de la articulación de la rodilla y de la garganta del pie se encuentra en un mismo plano (Copello y Song, 1998). La marcha con las puntas de los pies dirigidas hacia fuera, que el hombre es habitual para asegurar el equilibrio, rota las tibias hacia el mismo lado. Esto determina en las tibias la formación de un ángulo de torsión abierto hacia fuera. El eje transversal del extremo superior de la tibia (frontal) y el eje de los pies en el adulto normalmente forma un ángulo entre cinco y veinte grados (eje de torsión tibial). Las causas de esta torsión normal parecen debidas a presiones del astrágalos contra el maléolo tibial durante la marcha y atracciones musculares. En el adulto, normalmente el eje de rotación de la articulación tibioperóneastragalina se dirige de adelante y adentro hacia fuera y atrás, formando con la línea bimeleolar un ángulo de seno abierto hacia fuera de ocho grados (eje de rotación de la articulación tibioastragalina). La solidez intrínseca de esta articulación está disminuida en parte por lo exiguo del maléolo tibial y la escasa resistencia de los fascículos ligamentosos que los maléolos se dirigen al astrágalos. Los fuertes fascículos medios de los mismos se dirigen directamente al calcáneo sin tomar inserción en el astrágalos. Estas

circunstancias conjuntamente con las anotadas anteriormente, le restan fijeza al astràgalo, lo explican en parte sus desplazamientos cuando está disminuida la tonicidad de los músculos largos de la pierna, verdaderos ligamentos activos.

La estabilidad lateral del astràgalo dentro de la pinza maleolar está condicionada por un perfecto equilibrio de todos sus elementos: óseos, ligamentosos y musculares (Hintermann, 1995; Kitaoka y cois., 1997). En ésta como en todas las articulaciones y, en último término, en todo el pie, su acción depende de un equilibrio armónico de los mismos. El mayor o menor papel que cada uno le está asignado variará de acuerdo a la articulación y al momento de su función. En la articulación de la garganta del pie, el elemento óseo, representado por la integridad de la pinza maleolar juega un papel principal. Los ligamentos laterales de la garganta del pie ayudan al mantenimiento de la estabilidad lateral del retropié y tobillo. A los músculos largos de la pierna les está encomendado el papel de mantener a ésta en una posición de equilibrio sobre el pie, ayudando y protegiendo a los otros elementos anatómicos.

La articulación calcáneoastragalina, como es sabido, está formada por dos grupos de facetas articulares. Uno pósteroextemo que forma la articulación calcáneoastragalina posterior y otro ánterointemo. La primera es independiente hallándose separada de la anterior por el seno del tarso ocupado en parte por el ligamento interóseo. Desde el punto de vista funcional es conveniente examinar estas articulaciones conjuntamente con la mediotarsiana o de Chopart. Sobre todo la porción

interna de la misma, o sea la articulación astrágolescafoidea y la articulación anterointerna de la calcáneoastragalina que constituyen una verdadera unidad funcional. La cara posterior cóncava del escafoides se continúa hacia abajo y atrás por el ligamento calcáneoescafoideo, recubierto en la parte intema de su cara superior por cartílagos, constituyendo el fibrocartílago de ampliación de la cavidad glenoidea del escafoides, continuándose hacia atrás por la carilla articular anterointerna del calcáneo. En este ángulo diedro abierto hacia atrás y arriba se aloja la cabeza del astrágalo y la parte inferior del cuello.

La disposición que adoptan las carillas articulares de la articulación calcáneoastragalina hace posible el desplazamiento del astrágalo hacia delante. En este movimiento de deslizamiento la porción posterior del astrágalo se halla detenida en la parte interna por el ligamento calcáneoastragalino y el *sustentaculum tali* que se introduce en forma de cuña entre el cuerpo y al cabeza del astrágalo. En la parte externa el astrágalo no halla obstáculo que impida su desplazamiento, por encontrarse el ángulo anteroinferior del cuerpo lindando con el seno del tarso.

Los movimientos que normalmente se ejecutan al nivel de estas articulaciones subastragalina y mediotarsiana son complejos, de recorrido espiroideo alrededor de un mismo eje oblicuo hacia abajo, atrás y afuera, que partiendo de la parte súperinterna del cuello del astrágalo se dirige hacia el tubérculo externo del calcáneo.

Tanto en la torsión externa como en la interna, los movimientos de rotación se efectúan principalmente en la articulación astrágalo- escafoidea, los de traslación al nivel de la calcáneoastragalina, completándose en la mediotarsiana los del antepié.

Con el pie apoyado imprimiendo movimientos laterales y de rotación a la pierna, se observa que ellos se efectúan al nivel de las articulaciones calcáneoastragalina y astráloescafoidea, permaneciendo el astrágalo fijo dentro de la pinza maleolar. Al rotar la pierna hacia fuera podrá apreciarse una elevación de los arcos longitudinales, deprimiéndose por el contrario con la rotación interna. Durante la marcha la flexión y extensión del pie tiene lugar al nivel de la articulación del tobillo, mientras que la abducción, pronación y supinación se efectúan en la subastragalina y astráloescafoidea.

Las articulaciones del antepié tienen movimientos muy limitados que confieren a la bóveda plantar elasticidad y le permiten adaptarse a las irregularidades del suelo.

Digamos por último, que en el pie, las distintas articulaciones guardan entre sí una mutua relación, no realizando ninguna de ellas movimientos independientes y aislados (Kitaoka y cols, 1997c; Thordarson y cols., 1998). En el niño, con su esqueleto parcialmente osificado y con sus ligamentos más elásticos y, por consiguiente con topes óseos y riendas fibrosas extensibles, esta interdependencia articular es menos manifiesta.

2.2.2.2.4.- Ligamentos

Los ligamentos de la articulación talocrural, que se alojan en sus caras laterales, son:

- Ligamento medial, localizado en la cara interna, que se divide en las porciones siguientes:
 - Porción tibiotalar anterior que va desde el borde anterior del maléolo medial hacia abajo y hacia delante, para insertarse en la cara posteromedial del astrágalo.
 - Porción tibionavicular, más larga que la anterior, se inicia en el maléolo medial y llega hasta la cara dorsal del hueso navicular.
 - Porción tibiocalcánea; está muy tensada entre la extremidad del maléolo medial y el sustentáculo del astrágalo.
 - Porción tibiotalar posterior; va desde el borde exterior del maléolo medial hacia abajo y lateralmente, y se inserta en las porciones posteromediales del cuerpo del astrágalo.

A su vez, en la cara externa de la articulación talocrural se alojan los ligamentos siguientes:

- Ligamento talofibular anterior discurre por el borde anterior del maléolo lateral hacia la cara lateral del cuello del astrágalo.
- Ligamento calcáneo-fibular, que se inicia en la cara externa del maléolo lateral y se dirige hacia abajo y atrás, para ir a insertarse en la cara lateral del calcáneo.
- Ligamento talofibular posterior, dispuesto casi horizontalmente, va del borde posterior del maléolo lateral al tubérculo lateral del proceso posterior del astrágalo.

Por otra parte, los ligamentos que refuerzan la articulación subtalar son:

- Ligamento talocalcáneo interóseo, situado en el seno del tarso, por sus extremos en el surco del astrágalo y del calcáneo.
- Ligamento talocalcáneo lateral; está tensado entre la cara superior del cuello del astrágalo y la cara superolateral del calcáneo.
- Ligamento talocalcáneo medial; va del proceso posterior del astrágalo al sustentáculo talar del calcáneo.

La articulación talocalcáneo-navicular está reforzada por los siguientes ligamentos:

- Ligamento talonavicular; está tensado entre el cuello del astrágalo y el hueso navicular.
- Ligamento calcáneosnavicular plantar; va del sustentáculo talar a la cara plantar del hueso navicular. La porción superior de este ligamento se continúa con el cartílago fibroso navicular, que participa en la formación de la fosa articular de la articulación.

La articulación calcáneocuboidea está reforzada por una serie de ligamentos que están mucho más desarrollados en el lado plantar:

- Ligamento plantar largo; es más potente. Se inicia en la cara inferior de la tuberosidad calcánea y, dirigiéndose hacia delante, pasa a través del surco del hueso cuboideo, donde forma un canal osteofibroso, y llega hasta las bases del segundo y quinto metatarsianos. Los fascículos profundos de este ligamento, más breves, se insertan en la rugosidad del hueso cuboideo.
- Ligamento calcáneocuboideo plantar; se encuentra más profundo que el ligamento anterior. Sus fascículos contactan directamente con la cápsula articular y unen las caras plantares de los huesos calcáneo y cuboideo.

En la articulación transversa del tarso el ligamento bifurcado es común. Este ligamento se inicia en la cara dorsal del calcáneo, cerca de su borde anterior, de inmediato se divide en dos ligamentos: el lateral - ligamento calcaneocuboideo, que va a la cara dorsal del hueso cuboideo-, y el medial - ligamento calcaneonavicular, que va al hueso navicular.

El ligamento bifurcado también se llama “la clave” de la articulación transversa del tarso, puesto que después de seccionar todos los ligamentos dispuestos en la circunferencia de esta unión, éste mantiene los huesos en la articulación descripta.

La articulación cuneonavicular está reforzada por los siguientes ligamentos:

- Ligamentos cuneonaviculares dorsales, situados en la cara dorsal de la articulación, entre los huesos navicular y los tres cuneiformes.
- Ligamento cuboideonavicular dorsal; se encuentra más lateralmente al anterior y une las caras dorsales de los huesos cuboideo y navicular.
- Ligamentos intercuneiformes dorsales; están situados en la cara dorsal de la articulación, entre los huesos cuneiforme medial, intermedio y lateral.
- Ligamento cuboideonavicular plantar; se encuentra en la cara plantar de la articulación, entre los huesos cuboideo y navicular.

- Ligamento cuneoeluboideo plantar; une las caras plantares de los huesos cuneiforme lateral y cuboideo.
- Ligamentos cuneonaviculares plantares; se encuentran entre la cara plantar de los huesos navicular y los tres cuneiformes.
- Ligamentos intercuneiformes plantares; están situados en la cara plantar, entre los huesos cuneiformes.

Además de los ligamentos indicados, hay una serie de ligamentos cortos y sólidos, que están situados entre los huesos contiguos en la cavidad de las articulaciones: el ligamento cuneoeluboideo interóseo y los ligamentos intercuneiformes interóseo.

La cápsula articular de cada una de las articulaciones tarsometatarsianas se inserta en el borde de los cartílagos articulares por medio de los siguientes ligamentos:

- Ligamentos tarsometatarsianos dorsales; están situados en la cara dorsal de las articulaciones.
- Ligamentos metatarsianos plantares; están situados en la cara plantar.
- Ligamentos metatarsianos interóseos; se encuentran entre las bases de los metatarsianos.

- Ligamentos cuneimetatarsianos interóseos; unen los huesos cuneiformes a los huesos metatarsianos. El ligamento medial une el hueso cuneiforme medial con la base del segundo metatarsiano y es “la clave” de las articulaciones tarsometatarsianas.

Las cápsulas articulares de las articulaciones intermetatarsianas están reforzadas por los siguientes ligamentos:

- Ligamentos metatarsianos interóseos.
- Ligamentos metatarsianos dorsales.
- Ligamentos metatarsianos plantares.

En las articulaciones metatarsofalángicas encontramos los siguientes:

- Ligamentos plantares.
- Ligamentos colaterales.
- Ligamento metatarsiano transversal profundo.

Las articulaciones interfalángicas están reforzadas por los siguientes ligamentos:

- Ligamentos colaterales

- Ligamentos plantares.

2.2.2.2.5.- Músculos

Los músculos en su acción no actúan por separado sino que en forma coordinada cumplen sus funciones. Las acciones musculares deben ser estudiadas en relación con las actividades normales del pie, como la bipedestación y la marcha, en donde el pie apoyado sobre el suelo recibe, a través de la pierna que se mueve por encima de él, las tensiones de descarga del peso del cuerpo.

Los músculos del pie, aunque numerosos se pueden dividir en dos grupos: extrínsecos, músculos de la pierna que se insertan en el pie y les está encomendada la acción de distribuir y equilibrar estas fuerzas, para que ellas graviten en cualquier momento de su actividad sobre la zona del pie en que normalmente deben incidir; y los intrínsecos que influyen en los movimientos de los dedos. Si bien el estudio de cada músculo aislado presenta un interés restringido, el conocimiento global de su acción y de su situación parece indispensable para entender la mecánica del pie.

Los músculos largos que de la pierna descienden al pie rodeando sus tendones la articulación del tobillo, son a quienes les está encomendada la función del equilibrio postural.

En el sentido anteroposterior, la pierna será equilibrada por la acción antagónica de los músculos flexores, plantares y dorsales.

PERONEO LATERAL LARGO

Está situado en la cara lateral de la pierna. En la mitad superior se encuentra directamente sobre el peroné, y en la mitad inferior cubre el músculo peroneo corto. Se inicia por dos cabezas: una anterior, que tiene su origen en la cabecita de la fíbula, el cóndilo lateral de la tibia y la fascia crural; y otra posterior, que se inicia en las porciones superiores de la cara lateral de la fíbula. Entre las cabezas se sitúa el canal musculofibular superior. Dirigiéndose hacia abajo, el músculo pasa al tendón largo que abraza por detrás del maléolo lateral, sigue por la cara externa del calcáneo, debajo de la tróclea fibular, pasa a la planta, se aloja en el surco del tendón del músculo peroneo largo y, atravesando el



pie oblicuamente, va a insertarse en la tuberosidad del primer metatarsiano, en la base del segundo metatarsiano y en el cuneiforme medial.

Inervación: nervio peroneo superficial. (L4-L5-S1).

Vascularización: arteria inferior lateral de la rodilla, peronea y tibial anterior

Acción: flexiona el pie bajando su borde medial. Consideremos a este músculo como el más importante de los que proveen soporte al arco longitudinal interno del pie.

Fig. 19

PERONEO LATERAL CORTO

Es largo, delgado, situado en la cara externa del peroné, debajo del músculo peroneo largo. Se inicia en la mitad inferior de la cara lateral de la fíbula y en los septos intermusculares de la pierna; se dirige hacia abajo, alojándose al lado del tendón del músculo peroneo largo. Contorneando por detrás el maléolo lateral, el tendón va hacia delante, por el lado externo del calcáneo, y se inserta en la tuberosidad del quinto metatarsiano.

Inervación: Nervio peroneo superficial. (L4-L5- S1).

Vascularización: arterias peronea y tibial anterior.

Acción: flexiona el pie, separa y levanta el borde lateral. En el mantenimiento del equilibrio lateral del pie, éste músculo sinérgico del peroneo lateral largo, siendo su acción en este sentido más poderosa. Su contracción determina la abducción y pronación del pie. Se le reconoce una acción secundaria de flexión dorsal o plantar cuando el pie se halla colocado en posiciones inversas; en este sentido tendría el papel de mantener al pie en una situación neutra de flexión.

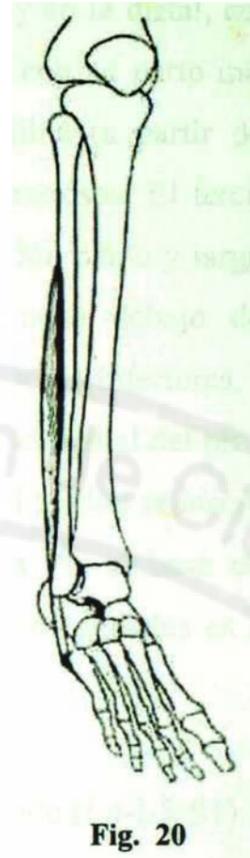


Fig. 20

Músculos antagonistas: Tibial anterior y posterior.

Músculos sinérgicos: Extensor común de los dedos y peroneo anterior

TIBIAL ANTERIOR

Es largo, estrecho; está superficialmente ocupando la posición más medial de todo este grupo muscular. El músculo limita por su borde interno con la cresta tibial anterior, y por el externo, en su posición

proximal, con el músculo extensor largo de los dedos, y en la distal, con el músculo extensor largo del dedo grueso. Se inicia, con su parte más ancha, en la



cara lateral de la tibia (a partir del cóndilo lateral) y la membrana interósea. El tercio inferior de la pierna pasa a un tendón plano y largo, que se aloja en el canal tendinoso debajo del retináculo de los músculos extensores inferiores, y se dirige al principio hacia el borde medial del pie y luego sobre la cara plantar. Aquí el tendón se inserta en le hueso cuneiforme medial y en la base del primer metatarsiano. De los flexores dorsales es el más poderoso.

Inervación: nervio peroneo profundo (L4-L5-S1).

Fig. 21

Vascularización: arteria tibial anterior.

Acción: Provoca la flexión dorsal de la articulación del tobillo y ayuda a la inversión del pie. Además es aductor y supinador del pie, elevando el primer metatarsiano. Es el primer músculo cuando durante la marcha, en el hemipaso posterior, el pie flexionándose dorsalmente, evita que su punta choque contra el suelo al proyectar la pierna hacia delante.

Músculos antagonistas: Los eversores del pie.



EXTENSOR LARGO DE LOS DEDOS

Se aloja por fuera del músculo anterior. En el tercio inferior de la pierna, entre estos músculos, pasa el tendón del extensor largo del dedo grueso. Se inicia en el tercio superior de la tibia, en la cabecita y la cresta peroneal anterior, la membrana interósea, el septo intermuscular anterior (de la pierna) y la fascia crural. Después el músculo se dirige hacia abajo, se estrecha sucesivamente y pasa un tendón largo, estrecho, que se aloja debajo del retináculo inferior de los músculos extensores en el canal lateral. Antes de entrar en el canal, el tendón se divide en cinco tendones delgados y aislados, que, al pasar a la cara dorsal, se insertan: cuatro tendones, en las falanges de los cuatro dedos, del segundo al quinto. En el lugar de inserción cada uno de los tendones se divide en tres fascículos: el fascículo medio termina en la base de la falange media, y los dos fascículos extremos en la base de la falange distal; el quinto tendón se inserta en la base del quinto metatarsiano. Es frecuente que este tendón se fusione con el músculo peroneo tercero (músculo peroneo tercero), inconstante, que tiene su origen en el tercio inferior del peroné y en la membrana interósea y va a insertarse también en la base del quinto metatarsiano.

Figura 22

Inervación: nervio peroneo profundo(L4-L5; SI).

Vascularización: arteria tibial anterior.

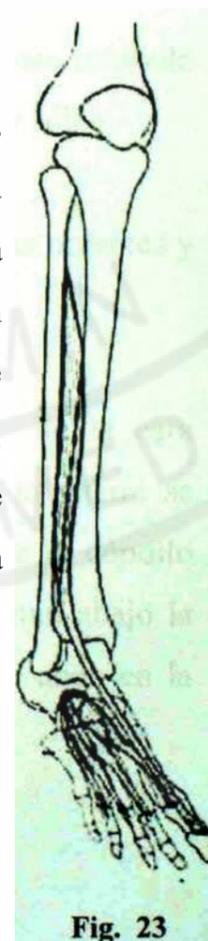
Acción: Extiende las articulaciones interfalángicas y metatarsofalángicas del segundo al quinto dedos, extiende el pie y junto con músculo peroneo tercero levanta (participa en su pronación) el borde externo del pie.

Músculos antagonistas: Flexores de los dedos.

EXTENSOR LARGO DEL DEDO GRUESO

Se aloja entre los músculos anteriores; sus dos tercios superiores están cubiertos por los músculos precedentes. Se inicia en la cara medial de los tercios medio e inferior del peroné y en la membrana interósea, y, dirigiéndose hacia abajo, pasa un tendón estrecho y largo que, alojándose en el canal medio, sigue debajo del retináculo de los músculos extensores inferiores, hacia el dedo grueso. Aquí el tendón se inserta en la falange distal. Una parte de sus fascículos se une a una base de la falange proximal.

Inervación: nervio peroneo profundo (L4-L5; SI).



Vascularización: arteria tibial inferior.

Acción: Extensión de la articulación metatarsofalángica y de la interfalángica del dedo grueso; participa en la extensión del pie levantando su borde medial.

Músculos antagonistas: Flexores del primer dedo. Los flexores plantares y eversores.

TRICEPS SURAL

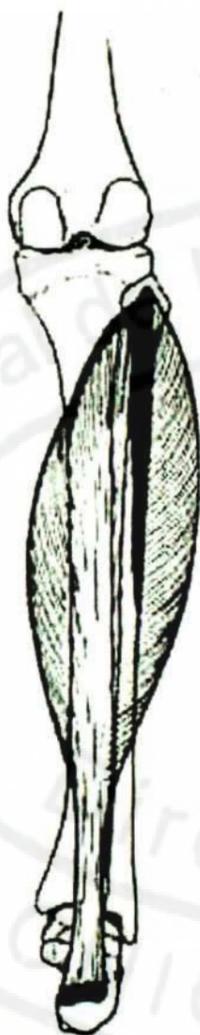
De los flexores plantares es el más importante. Poderoso músculo constituido por la conjunción de los músculos gastrocnemio y soleo.

El músculo gastrocnemio está formado por dos cabezas potentes y carnosas: la cabeza medial y la cabeza lateral.

La cabeza medial, la más potente, tiene su origen en la cara poplítea, encima del cóndilo medial del fémur, y la cabeza lateral se inicia simétricamente a ésta, pero un poco más abajo, sobre el cóndilo correspondiente. Las porciones iniciales de las cabezas limitan abajo la fosa poplítea. En su trayecto descendente ambas cabezas se unen en la parte media de la pierna y luego pasan a un tendón común.

SOLEO

El músculo soleo es plano, está cubierto por el músculo anterior.



Se inicia en la cabeza y el tercio superior del cuerpo del peroné, y también en la línea poplítea de la tibia y en el tercio medio de su cuerpo. Con una parte sus fascículos el músculo inicia en el arco tendinoso del músculo soleo (tensado entre los huesos de la pierna). Dirigiéndose hacia abajo, el músculo del tendón que, uniéndose con el tendón del músculo gastrocnemio, en el tercio inferior de la pierna forma el tendón de Aquiles, y va a insertarse en la tuberosidad calcánea. En el lugar de inserción se observa la bolsa del tendón de Aquiles.

Inervación: nervio tibial (L4-L5; S1-S2)

Vascularización: arterias tibial posterior y peronea.

Acción: flexiona la pierna en la articulación de la rodilla,

Fig. 24 produce la flexión plantar del pie, levanta el calcáneo y con el pie fijo tira de la pierna y el muslo hacia atrás.

GEMELOS

El músculo gemelos está formado por dos cabezas potentes y carnosas: la cabeza medial y la cabeza lateral.

La cabeza medial, la más potente, tiene su origen en la cara poplítea, encima del cóndilo medial del fémur, y la cabeza lateral se inicia simétricamente a ésta, pero un poco más abajo, sobre el cóndilo correspondiente. Las porciones iniciales de las cabezas limitan abajo la fosa poplítea. En su trayecto descendente ambas cabezas se unen en la parte media de la pierna y luego pasan a un tendón común.

Inervación: nervio tibial (L4-L5; S1-S2)

Vascularización: arterias tibial posterior y peronea.

Acción: flexiona la pierna en la articulación de la rodilla, produce la flexión plantar del pie, levanta el calcáneo y con el pie fijo tira de la pierna y el muslo hacia atrás.

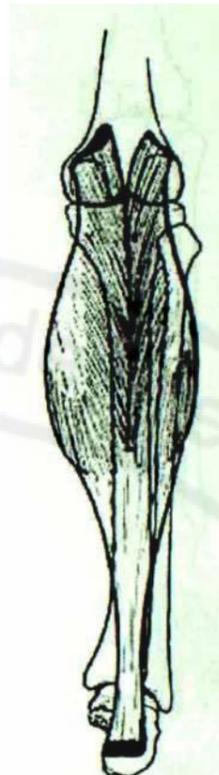
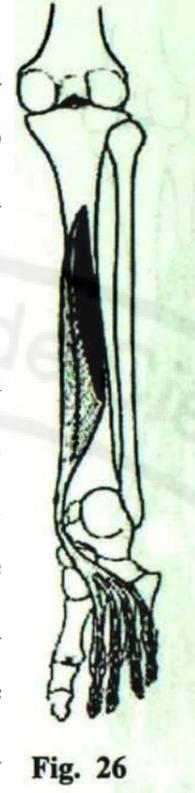


Fig. 25

FLEXOR LARGO DE LOS DEDOS

Es el más medial de todo este grupo (posterior), situándose en la cara posterior de la tibia. El músculo tiene su origen en el tercio medio de la cara posterior de la tibia en la lámina profunda de la fascia de la pierna.

En su trayecto hacia abajo, el músculo se continúa en un tendón largo que lo rodea por detrás el maléolo medial, situándose debajo del retináculo de los músculos flexores. Después del tendón pasa a la planta, siguiendo oblicuamente hacia fuera y se divide en cuatro tendones aislados, que van a los segundos hasta el cuarto dedos y se insertan en las bases de las falanges distales. Antes de la inserción cada tendón perfora el tendón del músculo flexor corto de los dedos.



Inervación: nervio tibial (L5; S1-S2).

Vascularización: arteria tibial posterior.

Acción: flexiona las falanges distales del segundo al cuarto dedos, participa en la flexión plantar del pie levantando su borde medial.

Músculo antagonista: Extensor de los dedos.

FLEXOR LARGO DEL DEDO GRUESO

Ocupa la posición más lateral, situándose en la cara posterior y cubriendo un poco el músculo tibial posterior.

El músculo se inicia en los dos tercios inferiores del peroné, la membrana interósea y el septo intermuscular posterior. Dirigiéndose hacia abajo, se continúa en un tendón largo, que, alojándose debajo del retináculo de los músculos flexores, pasa a la planta del pie, situándose en un surco particular entre el astrágalo y el calcáneo.

En este lugar el tendón pasa por debajo del tendón del músculo flexor largo de los dedos, cediéndole parte de sus fascículos fibrosos. Después se dirige hacia delante y va a insertarse en la base de la falange distal.



Fig. 27

Inervación: nervio tibial (L5; S1-S2).

Vascularización: arteria peronea.

Acción: Flexión de la articulación interfalángica del dedo grueso, y también participa en la flexión del segundo hasta el quinto dedos a

expensas de los fascículos fibrosos, añadidos a los tendones del músculo flexor largo de los dedos; flexiona y rota el pie hacia fuera.

Músculo antagonista: Extensores del primer dedo.

TIBIAL POSTERIOR



Está situado entre el flexor largo de los dedos y el flexor largo del dedo grueso, alojándose directamente en la membrana interósea.

El músculo se inicia en su cara, y también en los bordes adyacentes de la tibia y el peroneo. Dirigiéndose hacia abajo, el músculo se continúa en un tendón largo, que al pasar por un canal especial debajo del retináculo de los músculos flexores rodea por detrás el maléolo medial y pasando a la planta va a insertarse en la tuberosidad del hueso navicular y en el hueso cuneiforme, medial, intermedio y lateral.

Fig. 28

Inervación: nervio tibial.(L4-L5-S1).

Vascularización: arterias tibial posterior y peronea.

Acción: Su función principal es la inversión del pie, y ayuda a la flexión plantar del tobillo.

Músculos antagonistas: Los eversores del pie.

EXTENSOR CORTO DE LOS DEDOS

Es plano, situado en la cara dorsal del pie. Se inicia en las caras superior y lateral de la porción anterior del calcáneo, y, dirigiéndose hacia adentro, pasa a cuatro tendones estrechos, estos se unen en su porción distal con los tendones del músculo extensor largo de los dedos, entrelazándose con la aponeurosis dorsal. A veces el tendón para el dedo pequeño está ausente.

Inervación: Nervio peroneo. (L4-L5-S1).

Vascularización: arteria tarsiana lateral, ramo perforante de la arteria peronea.

Acción: Extiende las articulaciones metatarsfalángeas del primero al dedo, así como las interfalángeas del segundo, tercero y cuarto dedos.

Antagonistas: Flexores de los dedos.

ABDUCTOR DEL DEDO GORDO

Está situado superficialmente, ocupa la posición de los músculos de este grupo (cara plantar). Se inicia retináculo de los músculos flexores del pie, el proceso medial de la tuberosidad calcánea y la cara plantar del hueso navicular. Dirigiéndose hacia delante, el músculo pasa al tendón que se une con el tendón

del músculo flexor breve del dedo grueso y va a insertarse en el hueso sesamoideo medial del dedo grueso y la base de su falange proximal.

Inervación: nervio plantar medial (L4-L5-S1).

Vascularización: arteria plantar medial.

Acción: Abducción y ayuda a la flexión de la articulación metatarsofalángica del dedo grueso contribuyente también a la adducción del pie. Refuerza la porción medial de la bóveda del pie.

Músculo antagonista: Adductor del primer dedo.

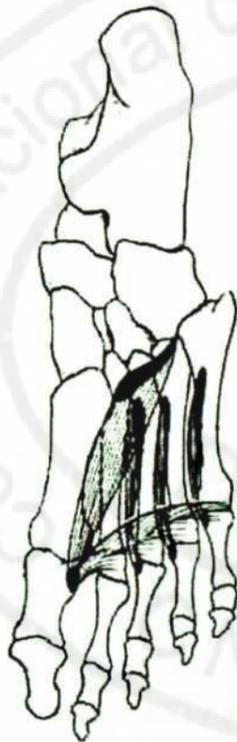


Fig. 29

FLEXOR CORTO DEL DEDO GORDO

Es más corto que el músculo abductor del dedo grueso y está en parte cubierto por éste y se encuentra sobre el primer metatarsiano. El músculo se inicia en el hueso cuneiforme medial, la cara plantar del hueso navicular, el tendón del músculo tibial posterior y el ligamento plantar largo. El tendón del músculo junto con el tendón del aductor del dedo grueso se inserta en los huesos sesamoideos lateral y medial y en la base de la falange proximal del dedo grueso, separándose de tal manera en dos tendones distales, cada uno de los cuales pertenece, correspondientemente, a las cabezas lateral y medial.

Inervación: la cabeza lateral está inervada por el nervio plantar lateral (S1-S2); la cabeza medial, por el nervio plantar medial (L5-S2).

Vascularización: arteria plantar medial y arco plantar.

Acción: Flexión de la articulación metatarsofalángica del dedo grueso.

Músculo antagonista: Extensores del primer dedo.

ADUCTOR DEL DEDO GORDO

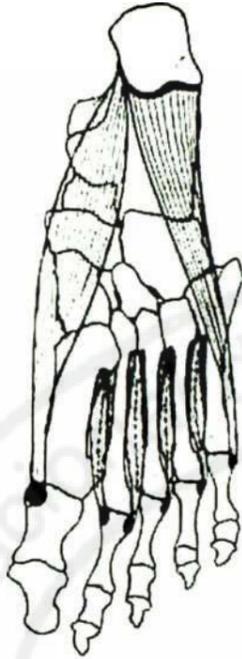


Fig. 30

Está situado profundamente, sobre los huesos metatarsianos, cubierto por los músculos flexores largo y corto de los dedos. El músculo se inicia por dos cabezas: una transversa y otra oblicua.

La cabeza transversa se inicia en la cara plantar de las cápsulas de las tercera y cuarta articulaciones metatarsofalángicas, en las extremidades distales de los segundo y quinto huesos metatarsianos, la aponeurosis plantar (septo lateral) y ligamentos transversos de las cabezas de los huesos metatarsianos. La cabeza oblicua es más oponente, se inicia en la cara plantar del hueso cuboideo, hueso cuneiforme lateral, las bases de los segundo al cuarto huesos metatarsianos, el ligamento plantar largo y la vaina plantar del músculo peroneo largo. Ambas cabezas pasan a un tendón común que se inserta en el hueso sesamoideo lateral y la base de la falange proximal del dedo grueso.

Inervación: nervio plantar lateral. (S1-S2).

Vascularización: arterias metatarsianas plantares y dorsales.

Acción: Adducción y flexión del dedo grueso.

Músculo antagonista: Abductor del primer dedo.

ABDUCTOR DEL QUINTO DEDO

Es el más lateral de todo este grupo (cara plantar), situándose debajo de la aponeurosis plantar. Se inicia en el proceso lateral y medial de la tuberosidad calcánea y en la aponeurosis plantar. Dirigiéndose hacia delante, pasa a un tendón corto que va a insertarse en el lado lateral de la base de la falange proximal del quinto dedo.

Inervación: nervio plantar lateral (S1-S2).

Vasculización: arteria plantar lateral.

Acción: Abducción de la primera falange del quinto dedo y flexión de la misma. Dado que en muchos individuos el flexor y el abductor del quinto dedo están atrofiados o no existen.



Fig.31

FLEXOR CORTO DEL QUINTO DEDO

Está más medialmente al músculo anterior, cubierto en parte por el mismo. Se inicia en el quinto metatarsiano, el ligamento plantar largo y la vaina plantar del músculo peroneo largo, y dirigiéndose hacia delante, pasa al tendón que se une con el tendón del músculo abductor del dedo pequeño o quinto dedo y va a insertarse en la base de la falange proximal del quinto dedo.

Inervación: nervio plantar lateral (S1-S2).

Vascularización: arteria plantar lateral.

Acción: Flexión plantar de la primera falange y abducción de la misma.

FLEXOR CORTO DE LOS DEDOS.

Está la apófisis interna de la tuberosidad del calcáneo, aponeurosis plantar y tabique intermuscular adyacente.

Inserción: Se extiende por medio de cuatro tendones que se forman a partir de la articulación de Lisfranc y que van desde el segundo al quinto dedos, insertándose en sus falanges medias, cara plantar y bordes interno y externo, por medio de las lengüetas.

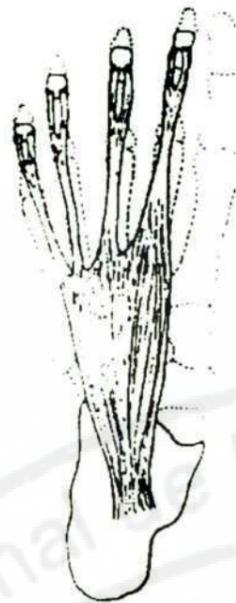


Fig. 32

Inervación: Nervio tibial. Segmentos L4-L5-S1.

Acción: Flexión de las articulaciones interfalángicas proximales del segundo al quinto dedos, ayuda a la flexión de las articulaciones metatarsofalángicas del segundo al quinto dedos.

Músculo antagonista: Extensores largo y corto de los dedos del pie.

CUADRADO PLANTAR

Se aproxima por su forma al triángulo y se aloja debajo del músculo anterior. Se inicia en las caras inferior y medial de la porción posterior del calcáneo por dos cabezas separadas que se unen en un vientre común. Dirigiéndose hacia delante, el músculo se estrecha ligeramente y va a insertarse en el borde externo del tendón del músculo flexor de los dedos, en el lugar de su división en tendones aislados.

Inervación: nervio plantar lateral (S1-S2).

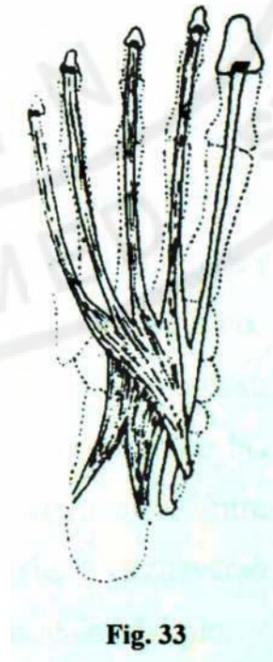


Fig. 33

Vascularización: arteria plantar lateral.

Acción: participa junto con el músculo flexor largo de los dedos en la flexión de las falanges distales, dándole con la tensión una dirección recta.

LUMBRICALES



Fig. 34

En número de cuatro, son delgados y breves; están situados entre los tendones del músculo flexor largo de los dedos, cubiertos por el músculo flexor de los dedos y en la profundidad contactan con los músculos interóseos. Cada músculo lumbrical tiene su origen en el tendón correspondiente del músculo flexor largo de los dedos; los tres laterales, por medio de dos cabezas, y el primero, mediante una cabeza. Dirigiéndose hacia delante, los músculos en la región de las articulaciones metatarsofalángicas doblan, por el lado de la cara medial, los segundos y quinto dedos, y pasando a la cara dorsal de estos dedos, se unen con su aponeurosis dorsal. A veces los músculos lumbricales se insertan en las cápsulas articulares y llegan incluso hasta las falanges proximales. Entre los músculos lumbricales y el ligamento metatarsiano transversal profundo están las bolsas mucosas de los músculos lumbricales del pie.

Inervación: nervio plantar medial y nervio plantar lateral (L5; S1- S2).

Vascularización: arteria plantar lateral.

Acción: Participa junto con el músculo flexor largo de los dedos en la flexión de las falanges distales, dándole con la tensión una dirección recta. Ayudan a la extensión de las interfalángicas del segundo al quinto dedos.

Músculos antagonistas: El grupo de extensores de los dedos.

Músculos sinérgicos:

- Los interóseos dorsales y plantares.
- El flexor largo de los dedos.
- El flexor corto de los dedos.

INTERÓSEOS PLANTARES

En número de tres, son estrechos y breves, se encuentran en los espacios interóseo del segundo y tercero, del tercero y cuarto, y entre el cuarto y quinto metatarsianos. Cada uno de estos músculos tiene su origen en los lados mediales de los tercero, cuarto y quinto metatarsianos y se insertan en la base de las falanges proximales, pasando parcialmente a la



Fig. 35

aponeurosis plantar dorsal.

Inervación: nervio plantar lateral (S1-S2).

Vascularización: arco plantar, arterias metatarsianas plantares.

Acción: flexionan las falanges proximales y extienden las falanges medias y distales del tercero al quinto dedos, y también aproximan los dedos indicados al segundo dedo.

INTERÓSEOS DORSALES

Por su forma son similares a los plantares. Estos músculos, en números de cuatro, ocupan por el lado dorsal todos los espacios interóseos. Cada músculo tiene su origen en los lados de los huesos metatarsianos vecinos que están uno frente a otro, y dirigiéndose hacia delante, van a insertarse en la base de la falange proximal del segundo al cuarto dedos, uniéndose a la aponeurosis dorsal.

Inervación: Nervio plantar lateral (S1-S2).

Vascularización: arco plantar, arterias metatarsianas plantares.

Acción: el primer músculo interóseo tira del segundo dedo en dirección medial; los músculos segundo, tercero y cuarto lo desplazan en dirección lateral, y también los cuatro músculos flexionan en dichos dedos las falanges proximales y extienden las medias y distales.

2.2.2.3.- Funciones del pie

Los pies cumplen un doble papel funcional: primero, actuar como soporte de apoyo y descarga del peso del cuerpo en la actitud erecta de pie, y segundo actuar como palanca propulsora durante la locomoción.

2.2.2.3.I. - Función de soporte.

Esta función debe ser considerada con el individuo parado y durante la marcha.

Con el individuo parado, los dos pies constituyen en conjunto una verdadera unidad para el soporte del peso corporal, efectuándose el sistema de apoyo sobre dos medias columnas en las que las bases corresponderían a los arcos del pie.

El peso del cuerpo superimpuesto descargado a través de las tibias sobre los astrágalos, es distribuido sobre los tres puntos de apoyo base de los pilares en que normalmente está conformado el pie.

Según la posición que adoptan, las descargas se efectúan sobre una zona denominada triángulo de sustentación, cuyos lados corresponden a los ejes de ambos pies que, prolongados, se reúnen por detrás de los talones, estando constituida su base por la tangente a la extremidad anterior de los dedos gordos (Fig. 36). Para mantener el equilibrio del cuerpo, la línea de gravedad debe caer dentro de este triángulo. Cuanto

mayor sea la separación de los pies, mayor será la amplitud del triángulo de sustentación y menor el esfuerzo para mantener el equilibrio. Es lo que hace instintivamente el niño pequeño al separar sus miembros.

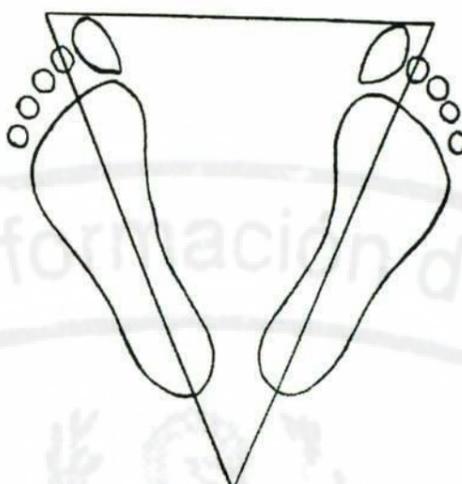


Fig. 36.- Triangulo de sustentación

El análisis de la estática del pie para ser completa, tendría que ser estudiada conjuntamente con la estática de toda la estructura corporal. La carga que el pie soporta, guarda estrecha relación no sólo con la posición del miembro, sino con la que adopta el cuerpo en su conjunto.

La función de soporte del pie con el individuo en bipedestación y en reposo, es cumplida en forma preponderante por lo que Morton (1942) ha denominado “estabilidad estructural”, cualidad que depende de una perfecta integridad y ordenamiento de las estructuras óseas y de un ajuste adecuado de los ligamentos capaces en estas condiciones de soportar sin distenderse las tensiones de descarga. Pero indudablemente, también a los músculos les está asignado en esta posición un determinado papel

necesario para cumplir adecuadamente la función de soporte: la de mantener la pierna equilibrada sobre el astrágalo y la de ayudar a sostener los arcos, función que es cumplida por el tono muscular reflejo.

Sintetizando, diremos que en bipedestación y en reposo les está asignada a las estructuras óseas y a los ligamentos una cuota mayor que la correspondiente a los músculos para que el pie funcione eficientemente como base de soporte.

Con el individuo en movimiento los términos se invierten. Sobre los pies que actúan como base de soporte fijo, el cuerpo desplaza su centro de gravedad determinando un desequilibrio constante del mismo con relación a aquéllos (Nigg y col, 1992., Hawes y cois, 1992).

A la acción muscular le está encomendada la función de mantener equilibrada la pierna sobre el pie, función que es cumplida por los músculos largos de la pierna, teniendo como centro de estabilización a la articulación subastragalina. Esta función muscular, por la cual la pierna se mantiene en una adecuada posición sobre el pie ha sido denominada por Morton “estabilidad postural”

2.2.2.3.1.1.- Elementos normales de soporte del pie

Llegado al pie el peso del cuerpo, éste se distribuye según las líneas de descargas hacia los puntos de apoyo normales, las varían de acuerdo al momento de la función. Que este peso existe y que algo lo

absorbe y lo trasmite, es innegable. Pero, ¿quién es el encargado de soportarlo? ¿qué cuota le corresponde a cada una de las estructuras del pie? Esta es quizá una de las cuestiones cruciales de la fisiología del pie sobre la que tantas teorías se han emitido.

Llevado el problema a sus términos más simples, podría enunciarse en la pregunta: ¿A qué elementos corresponde la función de mantener la forma abovedada del pie? Sobre este punto las opiniones son las más disímiles.

Según Hernández (1986) y Kitaoka y cols. (1998 d), el análisis funcional del mecanismo cupular nos muestra que esta cúpula se apoya en tres puntos: cabeza del primer metatarsiano, cabeza del quinto metatarsiano y la tuberosidad inferior y posterior del calcáneo y con esta conformación se describen tres arcos funcionales.

En investigaciones desarrolladas por el mismo Hernández (1986), pudo comprobar la estabilidad de los puntos de apoyo del sistema cupular, para prevenir deformaciones, pero comprobó además la tendencia al aplanamiento por la sobrecarga continua, pudiendo llegar esta sobrecarga a la alteración de la respuesta del mecanismo cupular.

Sin embargo otros autores como Bado (1956) y Torres (1949) plantean: “normalmente el peso del cuerpo no está en conflicto con la bóveda plantar durante la marcha y el apoyo normal”. Este último planteamiento es aceptado; desde luego, cuando el funcionamiento

podálico es normal no se entabla ningún conflicto, porque cada elemento del pie, en forma normal y fisiológica actúa para cumplir el trabajo que le está asignado (Kitaoka y cols., 1997e y Fixsen, 1998).

Que la descarga del peso del cuerpo al suelo se efectúe a través del pie, que éste tenga una forma abovedada, son hechos innegables, son hechos innegables. Por consiguiente, es indudable que por alguna parte y en alguna forma el peso del cuerpo que llega al pie se descarga sobre el suelo. La acción de la gravedad es real y positiva sobre la bóveda plantar, y cuando las estructuras y mecanismos destinados a soportarla son normales, es decir, cuando existe un perfecto equilibrio estructural y funcional, no hay entre la bóveda y la acción de gravedad ningún conflicto.

A los distintos elementos de la estructura ósea y músculo ligamentosa del pie les ha sido asignado el principal papel como factor de sostén de la bóveda o de oposición a que ésta sea aplastada por la acción del peso superimpuesto.

Todos los elementos del pie intervienen en forma solidaria e interdependiente en el mantenimiento de la bóveda. Cuando alguno de ellos se halla perturbado en su conformación anatómica o en su función, se rompe el equilibrio necesario para la existencia de una bóveda normal. Normalidad o equilibrio estructural y función adecuada o equilibrio postural se traducen en normalidad podálica. La alteración de cualquiera de ellas lleva implícito el término de desequilibrio o de conflicto, que si

no es corregido o superado determinará el aplanamiento de la bóveda plantar.

Veamos qué papel desempeña cada uno de los elementos, o en otras palabras, cuál es la asignación que le corresponde a cada uno de ellos en su mantenimiento.

Creemos que esta asignación es variable, no sólo de acuerdo al momento funcional, sino también a la época de la vida que se considere.

En lo que respecta al momento funcional, debemos considerar al pie en reposo y en movimiento. En el primer caso la cuota correspondiente a la estructura ósteoligamentosa intrínseca del pie será la preponderante, jugando el elemento muscular un papel menos importante. En la posición de pie, al correcto ordenamiento óseo y a la integridad del aparato ligamentoso, les está confiada en forma especialísima la carga del peso del cuerpo.

En la morfología y disposición de cada uno de los huesos del pie que adoptan en conjunto la forma arqueada y abovedada y en la función de sustentar y mantener unidos a esos huesos confiada al aparato ligamentoso, asienta primordialmente la persistencia de la bóveda en la bipedestación.

A los músculos les corresponderá el sostenimiento de la cúpula plantar (Hernández, 1987), en la preservación de los arcos; su función

será la de mantener a la pierna equilibrada sobre el astràgalo para que la desgravación se efectúe en el lugar adecuado; bastará un pequeño esfuerzo muscular para que esta función sea cumplida. Pero la acción muscular en el mantenimiento de los arcos también tiene importancia en la bipedestación y en la estabilidad de los puntos de apoyo del sistema cupular.

Es también importante considerar las acciones de los pequeños, pero fuertes ligamentos de las múltiples articulaciones artrodiales del tarso en esta región, que ayudan en la estabilización del mecanismo cupular, así como de la aponeurosis plantar; estas son capaces de soportar el aumento brusco de las tensiones determinadas por los impactos sobre el pie o aquellas que, aunque mantenidas, son transitorias, pero ceden cuando las tensiones se prolongan, sobre todo cuando los músculos debilitados o fatigados permiten que se arroje sobre aquellos una permanente descarga, una cuestión que resulta manifestar es que al ceder los ligamentos los huesos se separan.

Johns y Wright, (1962) y Hernández, (1987) han insistido sobre el papel fisiológico que juegan los ligamentos y cápsula articular en el mantenimiento de una estructura normal del sistema cupular, función fisiológica sensitiva que constituye a los ligamentos en centros de estímulos reflejos, prueba de lo cual es la gran cantidad de elementos nerviosos de que están dotados. (Tatárinov, 1987). Manifiesta: “Esta función sensitiva que para nosotros es la más importante y fundamental, ha sido considerada en general como la más humilde, atribuyéndose al

ligamento una función de medio de unión mecánica. El ligamento articular contribuye a la firmeza y solidez de la articulación, cualquiera que ésta sea, no por naturaleza de su tejido conjuntivo diferenciado en el sentido de medio de unión, sino por la exquisita sensibilidad de que está dotado, gracias a la cual es capaz de transmitir a los centros las reacciones que despiertan en su seno toda tendencia a la distensión. Es el músculo el que, gracias a su contracción, cerrando el arco reflejo corrige inmediatamente la posición articular de distensión e impide la continuación de la acción traumática”

Con el cuerpo en movimiento, el centro de gravedad del mismo se desplaza en forma continuada con relación al pie que permanece como base de descarga. Los músculos largos que de la pierna descienden al pie, les está encomendada la función de equilibrar a aquella, estabilizando la articulación calcáneoastragalina. A la acción muscular le está asignada la mayor cuota en el mantenimiento de la bóveda plantar durante la marcha. Esta función es cumplida en forma activa, adaptando su acción a los movimientos que ejecutan las distintas articulaciones del pie durante las fases de marcha o carrera.

2.2.23.2.- Función de palanca

En el movimiento de traslación del cuerpo el pie actúa como un elemento motor, comportándose como una palanca, donde en las cabezas de los metatarsianos estaría situado el punto de apoyo, a nivel de la parte posterior del calcáneo; el punto potencia estaría dado con la inserción del

tríceps, y la resistencia se encontraría situada en el punto en que la línea de gravedad incide sobre el plano de sustentación (Fig. 36 A).

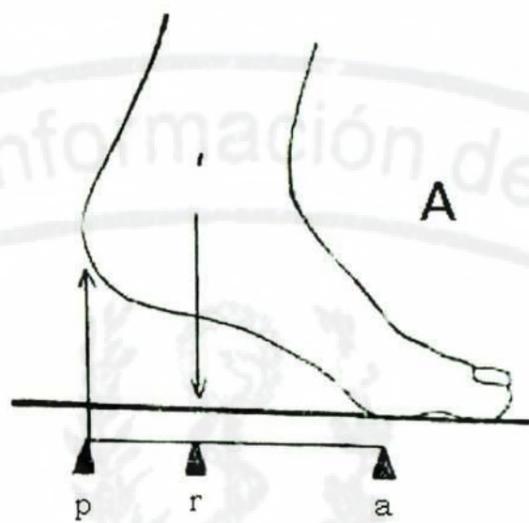
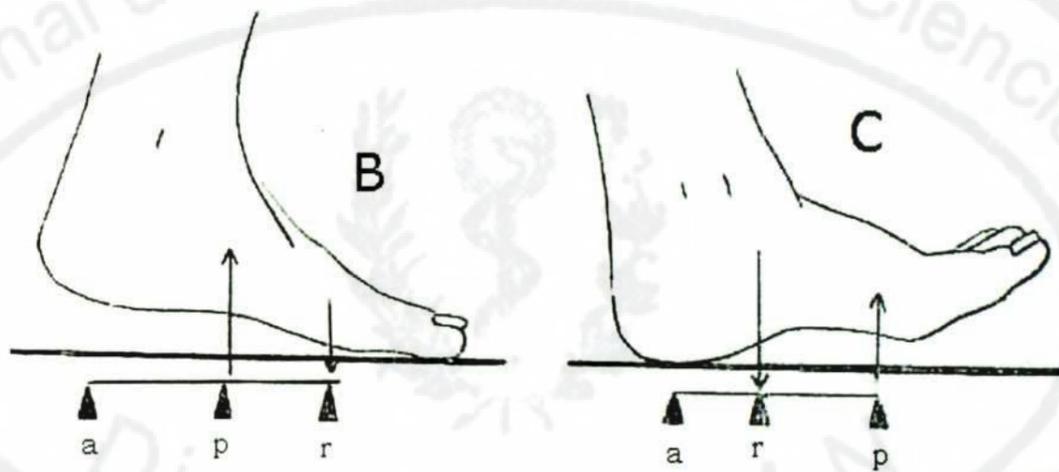


Fig. 36 A.- Función de palanca del pie de segundo género al iniciar el paso

Nigg y col., (1992) han hecho notar que la potencia está representada principalmente por la acción del músculo tibial anterior, el cual regula el apoyo gradual de la planta del pie en el suelo, y la resistencia del peso del cuerpo a nivel de la articulación tibiotarsiana (Fig. 36 C). En el primer tiempo la potencia se sitúa en la parte posterior y a su fin en la anterior. En el segundo tiempo del paso (apoyo unilateral), cuando se levanta la punta del suelo para hacer factible el movimiento de traslación del miembro actúa como un palanca de tercer género. La potencia está representada por el tibial anterior, el punto de apoyo por la articulación tibiotarsiana y la resistencia por el peso del antepie que tiende a caer (Fig. 36B).

Esta palanca no es rígida, sino que está constituida por una serie de piezas óseas articuladas que permiten que durante la marcha, el peso del cuerpo sea descargado según el momento del paso, sobre el arco longitudinal interno o el externo. Además está provista de una excelente base elástica bien adaptada para resistir los impactos y disminuir las presiones, que de ser otra su estructura, repercutirían sobre el tronco.



Figs. 36 B y C. - Función de palanca del pie. B: De tercer género al iniciar el segundo tiempo del a paso. C: De segundo género al finalizar el paso.

Cuando el pie actúa como elemento propulsor del cuerpo asume un valor preponderante la acción muscular, trasladando no sólo la potencia necesaria para la ejecución del movimiento, sino que actúa también como factor de soporte de los arcos del pie. Esta acción es cumplida en forma directa (Nigg y col., 1992).

2.2.2.3.2.1.- La marcha del niño.

Normalmente el niño comienza a mantenerse de pie e inicia la marcha alrededor del año. Dentro de lo fisiológico existen variaciones sobre el momento de su iniciación. Estas variaciones se hallan impuestas por el estado de salud general del niño tanto en el presente como el pasado, debiendo tenerse muy en cuenta los trastornos alimenticios y enfermedades infecciosas acaecidas en el primer período de la vida, que pueden vulnerar el tono muscular y la tensión ligamentosa, retrasando la aparición de la acción normal de sustentadora de carga y propulsora de sus miembros inferiores. (García, 1990; Sullivan, 1999) Otro factor que la retarda es el exceso de peso tan frecuente en esta edad, como consecuencia generalmente de un régimen alimenticio mal llevado. El sentido del equilibrio primariamente desarrollado determina con frecuencia caídas que pueden amilanar al niño, posponiéndose la marcha. La tendencia tan común en los padres a estimularlo precozmente a mantenerse de pie y a caminar, ayudándole y enseñándole, determina indudablemente un adelanto de esa función, primicia que resulta altamente perjudicial (Hernández, 1987; Del Sol y cols. 1998). Cuanto menor es el niño, mayor es la plasticidad de sus pies; el esqueleto del pie en gran parte cartilaginoso, de extremada elasticidad de los ligamentos y relativa falta de potencia y resistencia de los músculos poco entrenados para la marcha, son rápidamente influidos por las presiones de descarga. Estas circunstancias son agravadas por el hecho de que teniendo aún el sentido del equilibrio insuficientemente desarrollado, aumenta instintivamente la base de sustentación separando ambos miembros

(Kapandji, 1982). La descarga del peso del cuerpo es arrojada preponderantemente sobre el borde interno del pie, trayendo consigo un aplanamiento parcial de su arco interno como consecuencia. Cuando comienza a andar, los pasos son vacilantes, descargando con lentitud y alternativamente el peso del cuerpo sobre uno y otro pie. Este tipo de marcha alarga excesivamente el tiempo de apoyo sobre cada pie, esfuerzo que resulta considerable para sus débiles estructuras. La marcha se realiza en forma poco armónica, con escasa o nula elasticidad en el paso, simulando un pie plano grave del adulto.

Este tipo de marcha, es la representación local de un sistema estático insuficientemente desarrollado, que se ha traducido anteriormente en la imposibilidad de mantener la cabeza erguida, y que en este momento no sólo se exterioriza a nivel de sus miembros inferiores, sino también en su tronco en forma de una cifosis de gran arco (Popov, 1987).

Al principio el niño efectúa sólo algunos pasos, se parará o sentará para iniciar una nueva práctica; en forma lenta y gradual, sin ayuda externa ni estímulos generalmente perjudiciales, el niño va desarrollando su sentido de equilibrio y acercando sus miembros, gracias a lo cual la línea de descarga corporal se trasladará más a la parte externa del pie. Este traslado favorece la distribución de las presiones, por lo que la tensión interna en el pie disminuye, con la consiguiente descarga sobre los ligamentos y músculos de la zona, que desde este momento pueden actuar más eficientemente. A estas circunstancias puede agregarse la del

estímulo que comporta la actitud erecta, bien puntualizado por (Walthers, 1981).

Todos estos hechos determinan normalmente la formación del arco interno, el niño utiliza sus pies como órgano de propulsión lo que, sumando a una mayor confianza y facilidad, da como resultado la aparición del tipo de marcha armoniosa y elástica característica del tipo humano.

Cuando ningún hecho interfiere en este proceso evolutivo la marcha debe tener ciertas características alrededor de los cuatro años, los movimientos deben ser sincronizados y armónicos, los cuales están caracterizados por dos hechos: primero, en todo momento uno de los pies está en contacto con el suelo y segundo, en cierto momento ambos reposan sobre el mismo (Thordarson, 1998).

Recordemos en apretada síntesis, que normalmente el talón entra en contacto con el suelo por su parte externa. Desde allí, por un movimiento helicoidal, la presión de descarga se transmite hacia delante y adentro de las cabezas de los metatarsianos. Desde aquellas es llevada hacia los dedos, preponderantemente al dedo grueso. Al cumplirse este traslado de las fuerzas del talón al dedo grueso, el pie opuesto se separa del suelo por talón, cumpliendo una nueva fase similar a la descrita. Las piernas no deben cruzarse ni aumentar excesivamente la separación de las mismas. El eje anteroposterior del pie que apoya, forma generalmente con la línea de la marcha un ángulo cuyo valor normal es de 15°.

conocido como ángulo del paso. Sincrónicamente con la marcha, las caderas y los hombros ejecutan movimientos de inclinación y torsión.

Este tipo de marcha denominado “talón-dedo gordo”, es la usual en locomoción. Cuando el niño comienza a andar es frecuente que lo haga con la punta de los pies dirigidas hacia adentro, en aducción, lo que debe ser considerado dentro de los límites fisiológicos, esta aducción es la consecuencia de la supinación que comúnmente refleja el pie del recién nacido que, como vimos, va retrocediendo gradualmente, debiendo desaparecer al tiempo de iniciada la marcha (Hintermann, 1995).

La persistencia de esto último entra dentro de lo patológico, siendo en general la manifestación de un pie supinado ya constituido o de un genu varo o torsión hacia adentro de la tibia, que de persistir determina la instalación de un pie valgo. Puede ser también, la exteriorización de un mecanismo compensador de un pie valgo plano que se inicia.

Para que el pie cumpla sus funciones en forma eficiente lo conveniente es que el ángulo del paso se halle comprendido entre los valores de cero y treinta grados, situación en la cual las estructuras del pie estarán en las condiciones más favorables de trabajo Nigg y col., 1992 y Kitaoka y cols., 1998 c). Una marcha con valores negativos, con el pie en aducción o inversión, elevará por consiguiente la altura de los arcos, restándole al pie flexibilidad y un aumento consecuentemente del trabajo muscular, determinando la aparición de fatiga y dolor. Cuando el ángulo del paso sobrepasa los 30° y el pie se coloca en eversión, es

arrojada sobre su borde interno una tensión de descarga excesiva, que al persistir fatiga los músculos y distiende los ligamentos, terminando por trastornar la arquitectura del pie (Kitaoka y cols., 1997c).

Recordemos que la marcha normal implica no sólo una conformación anatómica del pie, sino también de otras partes del organismo. Una correcta coordinación muscular y la integridad de los órganos del equilibrio y del sentido articular y muscular, son indispensables para su ejecución armónica y elástica.

2.3. - EL PIE NORMAL DEL NIÑO

Quizá sea necesario en el pie, más que en cualquier otro órgano, un conocimiento acabado de su semiología normal, sobre todo en el niño, para determinar lo normal de lo patológico y poder llegar a un diagnóstico etiológico correcto de los diversos trastornos funcionales que lo aquejan, única forma de instaurar intervenciones efectivas.

Cuando se analizan las diversas variedades de pies planos en el niño, podrá apreciarse que un gran número de factores intrínsecos y extrínsecos repercuten sobre la frágil estructura de su pie, acarreando serios trastornos en sus funciones, que pueden evitarse con un examen e intervención oportuno de los mismos.

Debemos también tener en cuenta que el pie evoluciona y se transforma en su forma, en sus ejes, en sus relaciones, etcétera, desde el nacimiento hasta la pubertad, y que lo que en un momento de la vida es normal y fisiológico, en otros adquiere carácter patológico (Hohmann, 1949; Alvarez, 1985; García, 1990; Lelièvre, 1990 y Goldcher, 1992). Es por eso que diversos tópicos de este apartado tendrán que basar nuestra exposición en el recién nacido, cuando inicia la marcha, entre los dos y tres años y por encima de los seis años de edad.

Para poder comprender las razones de muchas circunstancias que en el pie del niño son normales, a diferencia del adulto, es necesario el conocimiento de la evolución filoontogénica.

2.3.1. - FORMA DEL PIE.

2.3.1.1. - El pie del recién nacido

El pie normal del recién nacido es completo en todos sus elementos, con una forma que convierte el desarrollo insuficiente de sus estructuras óseas para situarlo en un punto intermedio entre el pie fetal y del niño mayor.

El desarrollo preponderante del segmento metatarsiano sobre el tarso y el ensanchamiento del antepié con aumento del primer espacio

interdigital dan al pie una conformación triangular en la base anterior y vértice en el talón (García, 1990).

Mucho se ha discutido sobre la presencia de la bóveda plantar interna en el recién nacido. Hoy es aceptada por la mayoría de los autores su existencia real (Hernández, 1987; García, 1990 y Sullivan, 1999). El examen de la planta del pie en este momento da la falsa impresión de la ausencia del arco, sobre todo cuando el niño es obeso. Esto es debido a la existencia de una almohadilla grasosa bien desarrollada bajo el esqueleto, que borra y disimula el contorno cartilaginoso del pie (Fig.37). En los niños distróficos, adelgazados, al desaparecer este acumulo graso, el examen muestra una bóveda plantar marcada.



Fig. 37 – Impresión plantar normal de un niño recién nacido.

Por otra parte, el examen de un pie de un niño recién nacido, confirma la existencia de la misma ((Ippolito, 1980).

Los ejes del pie y los miembros inferiores difieren de los del adulto. El antepié se halla en ligera aducción, remanente de la marcada desviación en el mismo sentido presente en el pie fetal. Su grado es variable pero siempre dentro de escasos límites. Cuando la aducción es acentuada, excediendo los límites de lo normal, constituye una deformación conocida con el nombre de pie aducto o metatarso varo.

Es posible observar en algunos pies de recién nacidos un ligero varismo, debido generalmente a que conservan en cierto grado una situación impuesta por la posición fetal intrauterina. Es importante discernir el grado de supinación aceptable para poder considerar al pie dentro de la normalidad. De manera semejante a la desviación del antepié vista anteriormente, cuando la desviación es marcada y persistente debe ser considerada patológica, conociéndose como pie supinado del recién nacido. Las disecciones de pies de niños recién nacidos permiten comprobar corrientemente que salvo el astrágalo que se halla pronado y haciendo omisión de los dedos, todos los demás huesos se hallan ligeramente supinados (Ippolito, 1980). La supinación a nivel del antepié determina que la bóveda plantar transversa forma un arco cuyo lado cóncavo en lugar de mirar directamente hacia abajo como en el adulto, mire hacia abajo y adentro. El extremo interno de este arco se halla a nivel del primer metatarsiano.

García(1990) y Kitaoka y cols (1998b); basándose en investigaciones realizadas sobre el esqueleto del niño recién nacido, sostiene que normalmente persiste en el mismo una conformación y situación del cuello y cabeza del astràgalo similar pero menos marcado a la del pie fetal. El cuello mucho más largo en proporción que en el adulto, se dirige hacia delante y adentro y un poco abajo. Con el correr de los años la disposición referida se corregirá progresivamente hasta adoptar el astràgalo en el niño mayor la situación del adulto con su cuello corto dirigido hacia delante.

El eje de los miembros inferiores difiere fundamentalmente en el recién nacido de los del niño y adolescente. Hasta el año de edad los niños presentan un varismo fisiológico; este varismo está constituido por una angulación, en la metáfisis superior, de la epífisis sobre la diáfisis tibial, que a la inspección se hace más acentuada por el abultamiento del maléolo tibial y la forma en que se localiza el tejido graso en esa edad. El eje del miembro inferior en esta situación pasa por la parte interna de la rodilla.

Los miembros inferiores adoptan en conjunto la forma de paréntesis, hallándose en contacto los maléolos tibiales; por otra parte las caras internas de las rodillas están separadas por un espacio de medio a un centímetro.

Durante esta primera etapa de la vida el pie no está destinado a recibir ningún peso superimpuesto. El lactante mueve sus pies, flexiona

y estira sus dedos varias veces en el día, unas 200 a 300 veces cuando se halla con los pies desnudos. Estos movimientos estimulan el desarrollo de los huesos y ligamentos del pie y elevan el tono de sus músculos y los de la pierna, preparándolos para su futura función de sustentación y marcha.

2.3.1.2.- El pie del niño de un año de edad.

Es esta la época en que normalmente el niño comienza a mantenerse de pie y caminar, por consiguiente la observación somatoscópica tendremos que efectuarlo con el niño sentado y en posición de pie (Popov, 1988).

Tengamos presente que en este momento de la vida el esqueleto del pie constituye en realidad un conglomerado de masas cartilaginosas de los centros de osificación correspondientes al calcáneo, astrágalo, cuboideos, tercera cuña y metatarsianos. Esta circunstancia unida a la elasticidad ligamentosa propia de esta edad, disminuye la cohesión ósea, dando al pie una conformación delicada y plástica, siendo influido por las fuerzas o presiones que sobre él actúan (Jenkins y Little, 1974).

Observación Sentado

Su contorno aún es triangular por el mayor desarrollo del antepié y su bóveda plantar interna es borrada por el un acumulo celulograsoso

(Hernández, 1987; García, 1990 y Sullivan, 1999). El primer metatarsiano es discrepante hacia adentro aumentando el primer espacio interdigital, pero en una extensión mucho menos marcado que en el recién nacido. Puede persistir un ligero grado de aducción metatarsiana sin que deba ser considerado patológico. Lo mismo podemos manifestar de la supinación del pie, pero téngase presente que lo común es que a esta edad no se les observe y que de existir su grado sea escaso y su reductibilidad fácil.

Si bien persiste a esta edad cierto grado de varo en sus miembros inferiores, este es menos marcado, siendo la incurvación de las tibias y la saliencia del maléolo tibial menos acentuados (Hoppenfield, 1985).

Observación desde la posición de pie.

La plasticidad del pie del niño en esta edad con un esqueleto en su mayoría cartilaginoso, sus ligamentos elásticos y los músculos de las piernas y pie poco entrenados para cumplir adecuadamente sus funciones, determina modificaciones en su forma y relaciones con el eje de la pierna. A esta situación agregase el hecho de que, teniendo su sentido del equilibrio insuficientemente desarrollado para mantenerse de pie, aumenta instintivamente la base de sustentación separando ambos miembros. Tal posición determina que la mayor parte de descarga del peso del cuerpo sea arrojada sobre el borde interno del pie cayendo la

línea de fuerza a nivel del primer metatarsiano o por dentro de él (Lamy, 1986).

Existe una alteración de orden estático que debemos considerarla fisiológica a esta edad y que es la que condiciona el aplanamiento de su arco interno y un discreto valgo del retropié. Es difícil en este momento determinar lo que debe entenderse por fisiológico y patológico. Según (Klajn, 1993) tiene valor el grado de pronación del retropié y valgo del tobillo debiendo considerar toda acentuación de estas desviaciones como sospechosas de ser la primera manifestación de un pie plano.

Estos niños serán posibles de medidas profilácticas de orden general y local que tiendan a disminuir las tensiones de carga, que de continuar actuando inadecuadamente sobre sus débiles estructuras en desarrollo, las deformarán y distorsionarán. El descenso de peso en los niños con sobrecarga grasa, la disminución del tiempo de estación de pie y marcha o supresión temporaria de las mismas, el uso de un calzado adecuado, serán medidas valiosas que ayudarán a evadir el desequilibrio estático transitorio.

2.3.1.3. - El pie del niño entre los dos y tres años.

El pie del niño es influido en este periodo de la vida por circunstancias de orden estructural y funcional, que si bien actúan a lo largo de casi toda la etapa evolutiva, hacen mas notable su acción en este

momento. Periodo difícil y crucial en el que con frecuencia se producen en el ámbito de sus pies descompensaciones de orden estático y funcional que tenderán a distorsionarlo, deformando rápidamente su frágil estructura.

El sentido del equilibrio ha ido desarrollándose gradualmente, el niño se pone en posición bípeda y camina con sus miembros aproximados, y la tensión de descarga del peso del cuerpo se traslada hacia un punto más externo. Con este cambio de situación de la línea de gravedad, el pie adquiere un mayor equilibrio. Al disminuir la tensión sobre la parte interna del pie, los músculos actúan en forma eficiente, la pronación del retropié desaparece, elevándose y colocándose en una posición más externa la cabeza del astrágalo. En tal situación la tensión impuesta sobre los ligamentos es menor, aumentando su resistencia. Esta circunstancia unida al hecho de haber aparecido nuevos núcleos de osificación confieren al pie una conformación más compacta (Domenech, 1990); al mismo tiempo el tejido celulo-grasoso que rellenaba la parte interna del pie ha ido desapareciendo, en tal sentido la bóveda plantar interna adquiere fisonomía propia.

Esta etapa del pie humano se cumple en una forma gradual y progresiva, actuando como estímulo la gravedad que aparece con la actitud ortógrada y la marcha (Jones, 1941). En este proceso evolutivo son muchos los factores que pueden actuar, retardando o impidiéndolo. Al fallar la respuesta a los estímulos de la gravedad y marcha, la tensión de descarga del peso del cuerpo continuará gravitando sobre el borde

interno del pie, estirando los ligamentos, distendiendo y debilitando los músculos. Este fracaso en su desarrollo normal determina la falta de formación del arco interno. El pie plano fisiológico del niño que inicia su marcha se mantiene, y si no son tomadas medidas necesarias, persistirá durante todo el desarrollo para terminar por constituir un pie plano del adolescente.

Usualmente, alrededor de los dos años los niños tienen un período de crecimiento rápido que no es compensado con un aumento proporcional en la fuerza muscular y resistencia ligamentosa (Ponseti, 1981). La costumbre tan común de hacer efectuar marchas a estos niños y la falta de descanso en sus juegos ejecutados sin control, determina la aparición de una fatiga muscular altamente nefasta, por ser un factor de desequilibrio funcional.

Observación sentado.

El mayor desarrollo proporcional del talón aminora la conformación triangular del pie. El primer dedo se ha acercado al segundo cerrando el espacio interdigital correspondiente, alcanzando un largo igual o mayor al tercero. Algunos autores (Ponseti, 1981; Alvarez y cols. 1985; Hernández, 1987; Popov, 1988) consideran fisiológico que aún a esta edad persista un ligero grado de supinación del pie y aducción del antepié. Otros (Demiglio, 1991; Clavel-Sainz, 1992; Lavigne y col., 1994) consideran que cualquiera que sea el grado de supinación debe

considerarse como una actitud viciosa y como tal tratarse. La aducción metatarsiana puede esbozarse a los dos años, pero si a los tres años se halla presente deben instituirse las medidas adecuadas considerando que nos hallamos en presencia de un pie aducto (Ponseti, 1966).

La bóveda plantar interna se halla bien conformada habiendo desaparecido generalmente el acumulo graso que la ocupaba, persistiendo a veces como anomalía, sin adquirir carácter patológico. La flexión dorsal del pie efectuada pasivamente y colocado en supinación en relación con este mismo, sobrepasa normalmente los 70° (Ruiz, 1956).

El pie es usualmente blando y plástico pudiendo el observador efectuar movimientos de pronación y supinación del calcáneo con facilidad, y comprobar si existe una amplia movilidad de la articulación de Chopart.

Observación desde la posición de pie.

El arco plantar normalmente se halla bien conformado, produciéndose un ligero descenso al adoptar esta posición. Se le ve y se le palpa introduciendo el pulpejo de los dedos por debajo del mismo. Con esta maniobra podremos descartar los casos en que la persistencia de la almohadilla celulograsosa lo ocultan, dando la falsa impresión de su ausencia.

Es común observar que el primer dedo, en la posición que nos ocupa tenga tendencia a separarse ligeramente del segundo, aumentando el espacio correspondiente. Normalmente no debe existir pronación o valgo del retropié, considerando patológica la presencia de la misma. La forma de eje de los miembros inferiores continúa su transformación paulatina. En el segundo año el varismo fisiológico ha desaparecido aproximándose en ambas rodillas, persistiendo una ligera incurvación de las tibias a nivel del tercio superior. En el tercer año al aproximarse aún más los cóndilos femorales entre sí, el eje del miembro pasa por el centro de la rodilla.

2.3.1.4.- El pie del niño de más de seis años.

Normalmente a esta edad el pie y la pierna habrán cumplido su ciclo posnatal adquiriendo un aspecto semejante al del adulto.

Observación sentado.

La desproporción relativa entre el retropié y antepié habrá desaparecido por un mayor desarrollo del talón, adquiriendo la planta del pie en conjunto una configuración cuadrangular. El eje anteroposterior dorsal, representado por una línea que une el punto medio de la garganta del pie con el homólogo de una línea transversal, que pasa por la cabeza de los metatarsianos, seguirá aproximadamente la dirección del segundo.

El primer dedo más largo que el segundo se hallará adosado al mismo, su eje anteroposterior continuará la dirección del correspondiente al primer metatarsiano.

A las maniobras manuales de movilización pasiva, mostrará una mayor cohesión entre sus distintos huesos, siempre menor que la del adulto. La flexión dorsal del pie será factible hasta más allá de los 80°. El arco longitudinal se hallará perfectamente conformado.

Observación desde la posición de pie.

Colocado el niño de pie podrán apreciarse los cambios evolutivos sufridos en lo que respecta al eje de sus miembros inferiores. El genu varo fisiológico de los primeros años se ha transformado en un genu valgo también fisiológico. Mientras las rodillas se ponen en contacto, los maléolos tibiales se hallan separados por una distancia de alrededor de cuatro centímetros (Popov, 1987). El eje del miembro desplazado hacia fuera pasa ahora por el tercio externo de la rodilla.

Cuando el sujeto normal está bipedestación sobre sus dos pies, éstos no se hallan paralelos sino que son ligeramente divergentes por sus puntas. El ángulo que forman con el plano medio varía entre 5° y 20°, dependiendo del grado de torsión externa de la tibia. Se entiende por torsión de tibia el hecho de que los ejes transversales que pasan por el extremo superior e inferior de la misma, no están en un mismo plano.

Este ángulo es variable de acuerdo a las edades; en el recién nacido y hasta el año, es de 0°, aceptándose dentro de las variaciones fisiológicas, también pueden formar un ángulo abierto hacia adentro por la rotación interna del extremo inferior tibial, debido a la posición fetal intrauterina, que cuando es pequeña no adquiere carácter patológico (Hernández, 1987). En el niño mayor y en el adulto por el contrario, el eje mayor de la pinza maleolar y el similar del extremo superior tibial, forman un ángulo abierto hacia fuera entre 5° y 20°.

Las causas a que se ha imputado esta torsión externa posnatal de la tibia, varían según los autores. Grunewald (citado por Ruiz, 1956) opina que es debida exclusivamente a la tracción muscular, achacándole a los gemelos la mayor acción. Otros creen que además de la tracción muscular, la presión del astrágalo contra el maléolo tibial al caminar usualmente con la punta de los pies dirigida hacia fuera, juega un papel importante en la génesis de esta rotación.

2.3.2. - LA HUELLA PLANTAR.

En el recién nacido y durante los primeros meses de la vida, la impresión plantar muestra las características propias del pie a esta edad. Para que se traduzca cabalmente la forma de la planta del pie debe ser obtenida imprimiendo al miembro una presión igual al peso del cuerpo. Si el niño es obeso la almohadilla celulograsosa que ocupa la bóveda plantar deja su impresión borrando la concavidad correspondiente. Si el

niño es delgado o está desnutrido puede observársela, pero siempre en forma poco acentuada.

La preponderancia del desarrollo del antepié da a la huella plantar una conformación triangular. Puede apreciarse además la desviación hacia adentro del primer dedo con aumento del primer espacio interdigital y la aducción dactilar (Fig. 38).

La huella plantar obtenida cuando el niño comienza a caminar muestra una imagen similar a la anterior, generalmente no se observa rastros de bóveda, siendo el borde interno de la misma convexo.(Fig. 39).



Fig.38.- Impresión plantar normal de un niño recién nacido



Fig. 39.- Impresión plantar normal de un niño de un año de edad.

Entre los dos y tres años muestra los detalles de la evolución progresiva del pie que sitúan al mismo en un punto intermedio entre el recién nacido y el del niño mayor; ya aquí se observa un aumento proporcional del talón, la disminución de la separación del dedo gordo, la desaparición de toda aducción dactilar y una concavidad franca en el borde interno correspondiente a la bóveda plantar interna. Todo lo contrario ocurre en la del niño mayor y adulto, donde la huella del talón anterior y la dejada por el borde externo, no forman un verdadero ángulo, sino que, de forma gradual, el contorno de la huella se dirige desde la parte interna del talón anterior hasta el centro de la concavidad correspondiente al arco (fig.42).

Después de seis años la huella plantar normal muestra las características de un pie perfectamente desarrollado similar a la del adulto (Figs. 40 y 41). En conjunto adquiere una forma trapezoidal con la base mayor adelante. En el centro de la parte interna se nota una gran concavidad que corresponde a la bóveda plantar interna. Entran en contacto con el suelo dejando su impresión, el talón posterior, el borde externo y el talón anterior en todo su ancho. Entre la huella dejada por éste y la correspondencia al apoyo del pulpejo de los cuatro últimos dedos, debe quedar un espacio claro relativamente amplio. La línea externa de la franja que une por fuera la impresión de los talones anterior y posterior debe ser recta; el ancho de la misma debe corresponder a la tercera parte del ancho del pie. Toda concavidad de la misma traduce un desorden funcional del pie: un cavismo incipiente o un valgo del retropié (Forriol, 1990). El eje anteroposterior del pie ha de ser recto pasando por

dos puntos, correspondiendo el posterior al centro de la huella del talón y el anterior al primer espacio interdigital.



Fig. 40.- Huella plantar normal de un niño de dos años y medio



Fig. 41.- Huella plantar normal de un niño de siete años



Fig. 42.- Huella plantar normal de un adolescente

2.4.- EL PIE PLANO. ANATOMOFISIOPATOLOGÍA

Para que el pie cumpla con eficiencia sus funciones, es necesario una normalidad en la forma y ordenamiento de las estructuras óseas, una normalidad en la disposición y resistencia del aparato ligamentoso que mantiene unidos los huesos y una normalidad en el tono, potencia y funcionamiento de los músculos intrínsecos y extrínsecos del pie. Equilibrio estático-dinámico que se traducirá en un pie fuerte y bien formado, capaz de responder adecuadamente a las tensiones de descarga en reposo y en movimiento. Tanto los factores pasivos, huesos y ligamentos, como los activos, músculos, son responsables de un eficiente funcionamiento podálico. Ambos actúan en forma conjunta e interdependiente. La cuota que cada uno de ellos le está asignada, creemos que depende del momento funcional y de la época de la vida que se considere.

La alteración en su anatomía o fisiología de cualesquiera de los elementos constitutivos del pie, será un factor de desequilibrio que podrá acarrear, si no es corregido o compensado, una inestabilidad del pie con pronación y aplanamiento progresivo de su bóveda. La alteración podrá ser lo suficiente seria e importante como para determinar por sí sola la instalación de un pie plano o valgo, o por el contrario será un factor de debilidad que podrá ser compensado por un buen desarrollo de las otras estructuras. De cualquier forma, el pie se hallará con un déficit que le impedirá afrontar con éxitos las contingencias propias de su uso o las intrínsecas que puedan incidir sobre el mismo, y que sin ese defecto

podrían haber sido salvadas. Por otra parte, es común ver en un mismo pie dos o más alteraciones en su estructura, siendo generalmente imposible discriminar sobre las responsabilidades de cada una en la instalación del pie valgo o plano.

Hechas estas consideraciones, realizar un análisis desde un punto de vista general de todas las alteraciones que puedan ser factores predisponentes a la instalación del pie plano.

2.4.1. - FACTORES PREDISPONENTES DE PIE PLANO

2.4.1.1. - Hueso tibial externo

La presencia de este hueso supernumerario es un ejemplo típico de lo que entendemos por factores predisponentes de pie plano. Su presencia repercute desfavorablemente en la acción del músculo tibial posterior (Ivonane y cois., 1995), que como ya dijimos, constituye, el músculo eje del arco plantar interno. Comúnmente va asociado a un pie valgo plano. Pero existen raros casos según Ruiz (1956), en que, a pesar de su presencia, la bóveda no se presenta aplanada.

Lo pequeño del hueso en algunos de los casos y la disposición que adopta en otros, ya que a veces es intratendinoso, pueden explicar su escasa acción patógena sobre la bóveda (Mann, 1997). Por otra parte, la existencia de un alto tono muscular, de una musculatura bien desarrollada

y de un aparato ligamentoso con buena tensión, son capaces de proteger la bóveda, a pesar del déficit que comporta la presencia de este hueso. A decir de Klaue, 1997), cuando estas condiciones son debilitadas por factores extrínsecos: obesidad, disendocrina, fatiga por trabajo excesivo, enfermedades infecciosas, etcétera, rápidamente se instala un pie valgo plano que generalmente es irreversible al tratamiento incruento. Difícil resulta juzgar, si no hubiéramos llegado al mismo punto sin la presencia del hueso supernumerario. Todo hace indicar, que su existencia coloca al pie en un estado de equilibrio inestable, que rápidamente lo hará claudicar cuando disminuyan en su acción los elementos sostenedores del arco.

El hueso tibial externo es uno de los huesos accesorios del pie que aparece con más frecuencia. Como es sabido, se halla situado a nivel de la parte interna del escafoides, con quien termina a veces por fusionarse. La acción patógena de este hueso es fácil de comprender. El tendón del tibial posterior lo rodea o se inserta a nivel del mismo, en lugar de hacerlo en la parte inferior del tubérculo del escafoides. Tal situación disminuye su acción elevadora del arco interno (Myerson, 1997). Al trasladar el punto de inserción, la línea de fuerza de tracción se dirige hacia atrás y adentro, en vez de hacerlo directamente hacia arriba, cuando el hueso tibial externo es grande, el eje de tracción del tibial posterior se alerta de tal manera que puede transformar la acción supinadora de este músculo en pronadora. La potencia del tibial posterior se halla disminuida además por el hecho simple del traslado de su punto de tracción a un sitio que no es el óptimo. Lógicamente, en esta situación su

función normal elevadora del arco tiene que hallarse disminuida. Por otra parte, su presencia distiende el ligamento calcáneoescafoideo a causa de la propulsión que el hueso accesorio ejerce sobre el mismo, trayendo aparejada una disminución en la firmeza de la articulación astrágaloescafoidea. Las tres circunstancias examinadas permiten la rotación y cabeceo del astrágal, con la instalación consiguiente de un pie plano.

2.4.1.2. - Anomalías congénitas en la conformación de los huesos del tarso

Las anomalías congénitas en la conformación de los huesos del tarso más frecuentemente observadas son:

Anomalías de desarrollo del escafoides. Es una eventualidad relativamente común, pasada por alto por la mayoría de los autores. En estudios radiológicos de los pies planos, surge en forma incuestionable que existe un tipo en el cual el tubérculo del escafoides tiene un desarrollo más marcado que lo normal (Falomir, 1972; Rodríguez, 1980; Orrit, 1997). La imagen dorsoplantar lo muestra con una forma triangular a base interna, o sino como un tubérculo voluminoso dirigido generalmente hacia atrás y abajo, abrazando en parte la cabeza del astrágal, dando un tipo de hueso. El mecanismo patogénico de la anomalía que nos ocupa, es similar a la del hueso tibial externo.

2- Anomalías de desarrollo del astràgalo. Ya en el capítulo de desarrollo y evolución del pie humano, planteamos como durante la vida fetal el cuello del astràgalo es largo, adoptando una dirección oblicua hacia abajo y adentro. En el desarrollo ulterior el cuello irá proporcionalmente reduciendo su tamaño y la inclinación interna, progresivamente, se irá corrigiendo, hasta colocar su eje casi en el mismo plano del cuerpo del astràgalo. A una detención de este proceso ha sido incriminada la existencia de ciertos tipos de pie plano. Se plantea Kissel y col., 1995 que la presencia de astràgalos con la forma descrita que es factor predisponente de pies planos sumamente rebeldes al tratamiento. La cabeza del astràgalo colocada por delante y por dentro de la carilla anterosuperior del calcàneo está mantenida solamente por el ligamento calcàneoescafoideo y los músculos sostenedores de la bóveda. Ante la tensión excesiva arrojada sobre estos dos elementos por la descarga del peso en la posición de pie, el ligamento se distiende, los músculos ceden y el astràgalo cabecea y rola, aplanándose la bóveda.

3.- Anomalías de desarrollo del calcàneo. Esta anomalía se puede observar a nivel del “sustentaculum tali”, el que se presenta con una base de implantación pequeña, angosto, alargado e incurvado hacia abajo y atrás. Usualmente, la carilla articular anterosuperior del calcàneo es muy pequeña y lateralizada, o se halla ausente. El soporte dado a la cabeza del astràgalo es muy reducido, y una inestabilidad de la subastragalina es la consecuencia, con la consiguiente tendencia a desplazarse hacia abajo y adentro ante las tensiones de descargas (Reimers y cols., 1998; Sands y cols., 1998).