

LA MARCHA Y LA CARRERA.
(APROXIMACION BIOMECANICA)

EDUARDO COBO PLATA.

Trabajo de Grado Presentado como requisito parcial para optar el título de Licenciatura en Educación Física y Salud.

Director: Licenciado Reinaldo Rueda.

UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE EDUCACION
DEPARTAMENTO DE EDUCACION FISICA Y SALUD
1995

LA MARCHA Y LA CARRERA.
(APROXIMACION BIOMECANICA)

EDUARDO COBO PLATA.

UNIVERSIDAD DEL VALLE.
FACULTAD DE EDUCACION.
DEPARTAMENTO DE EDUCACION FISICA Y SALUD.
1995

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCION	
1. EL EQUILIBRIO	4
1.1. EL EQUILIBRIO EN EL CUERPO HUMANO	4
1.2. FUERZA DE GRAVEDAD	4
1.3. EL CENTRO DE GRAVEDAD EN EL CUERPO HUMANO	5
1.4. EL CUERPO HUMANO UNA MAQUINA	7
1.4.1. Huesos - Palancas	8
1.4.2. Las Articulaciones - Juntas	12
1.4.3. Músculos - Motores	12
1.4.4. Tendones - Cables	13
1.4.5. Ligamentos - Refuerzos y cierres	16
1.5. POSICION NATURAL DEL PIE	17
1.5.1. El Pie. Transmisión de Peso	19
1.5.2. El Pie Estructura	19
1.5.3. El Pie como soporte	21
1.5.4. Funcionamiento Mecánico del Pie	24
1.5.4.1. Función del Hueso Astrágalo	25
1.5.4.2. Acción Metatarsiana	26
1.5.4.3. Hueso Metatarso como Palanca	26
1.5.4.4. Función del Dedo gordo en la Marcha y la Carrera.	27
1.5.5. El Pie como Palanca	29
1.5.6. El Pie en la Marcha	30
1.5.7. Función del Pie en la Carrera	30

	pág.
1.6. EL TOBILLO	31
1.6.1. Articulación del Tobillo	31
1.6.2. Función del Tobillo en la Marcha	32
1.6.3. Función del Tobillo en la Carrera	33
1.7. LA RODILLA	34
1.7.1. Articulación de la Rodilla	34
1.7.2. Movimiento Articular	38
1.8. CADERA	39
1.8.1. La Articulación de la Cadera	39
1.8.2. El Fémur	40
1.8.4. Movimiento de la Cadera	41
1.8.5. Transmisión de Peso. Articulación Coxal- Fémur	43
1.8.6. Función del Hueso Sacro	44
1.8.7. Cinturón Pelviano	46
1.8.8. Acción de la Presión Atmosférica	47
1.8.9. Transmisión de Peso. Columna - Sacro - Ca- dera	47
1.8.10. Transmisión de Peso. Parte superior del Sacro	48
1.9. COLUMNA VERTEBRAL	49
1.9.1. Articulación	49
1.9.2. Unidad Funcional de la Columna Vertebral	50
1.9.2.1. Disco Intervertebral	51
1.9.3. Movimiento de la Columna Vertebral	51
1.10. EL APARATO ESQUELETICO EN CONJUNTO	56
1.11. ACCIONES ARTICULARES AGREGADAS	58
1.12. LOCOMOCION HUMANA	58
1.12.1. Aspectos Generales	58
1.12.2. El Paso en el Niño	59
1.13. CORRECTA POSTURA PARA CAMINAR	60
1.14. LA MARCHA	63
1.14.1. Progresión por alteración de los pies	63

	pág.
1.14.2. Ciclo de la Marcha	64
1.14.2.1. Fase de Apoyo	64
1.14.2.1.1. Tiempo de Pie Plano	64
1.14.2.1.2. Tiempo Intermedio	65
1.14.2.1.3. Tiempo de Arranque	66
1.14.2.2. Fase de Balanceo	67
1.14.2.2.1. Tiempo de Aceleración	67
1.14.2.2.2. Tiempo de Balance Intermedio	68
1.14.2.2.3. Tiempo de Desaceleración	69
1.14.3. Acciones Articulares Agregadas	69
1.14.4. Variaciones del Paso	70
1.14.5. Desplazamiento del Centro de Gravedad	70
1.14.5.1. Plano Frontal	71
1.14.5.2. Plano Horizontal	72
1.15. TRABAJO MECANICO EN LA LOCOMOCION HUMANA	72
1.15.1. Trabajo Positivo	73
1.15.1.1. Energía Potencial Antigraavitacional	73
1.15.1.2. Energía Kinética	74
1.15.1.3. Energía Elástica.	74
1.15.2. Trabajo Negativo	74
1.15.2.1. Trabajo Negativo en la Caminata	75
1.15.3. Caminata a baja Velocidad	76
1.15.4. Caminando a alta Velocidad	78
1.15.5. Un Modelo Mecánico del Caminar	79
1.16. LA CARRERA	80
1.16.1. Mecánica del Correr	80
1.16.1.1. Factores de Desaceleración en la Carrera	82
1.16.2. Un Modelo Mecánico para la Carrera	85
1.16.3. Ciclo de la Carrera	86
1.16.3.1. Fase de Apoyo	86
1.16.3.1.1. Acción Muscular	87
1.16.3.1.2. Elasticidad	88
1.16.3.1.3. Función de la Rodilla en el Apoyo	88

	pág.
1.16.3.2. Fase de Impulsión	89
1.16.3.2.1. La Fuerza de Impulsión	89
1.16.3.2.2. Rodilla en la Impulsión	92
1.16.3.3. Fase de Vuelo	94
1.16.3.3.1. Balanceo de la Carrera	95
1.16.4. Acción de la Cadera en la Carrera	96
1.16.5. Función del Tronco en la Carrera	97
1.16.6. Postura de la Cabeza	99
1.16.7. Movimiento de los Brazos	101
1.16.8. Carrera Lenta	102
1.16.9. Carrera a Velocidad	102
1.16.10. Ventajas de una buena Técnica de la Carrera.	102
 2. LA RESPIRACION	 104
2.1. FUNCION RESPIRATORIA	104
2.2. MECANICA DE LA RESPIRACION	105
2.2.1. El Diafragma	106
2.2.2. Otros músculos que participan en la inspi- ración	111
2.2.3. La Espiración	112
2.2.3.1. Músculos que participan en la Expiración	113
2.2.4. Frecuencia Respiratoria	114
2.2.5. Algunas consideraciones tecnico-deportivas de la Respiración	114
2.2.5.1. Ritmo Respiratorio	115
2.2.5.2. Frecuencia Respiratoria	117
2.2.5.3. La Respiración Yoga	118
 3. CONCLUSION	 121
GLOSARIO	123
BIBLIOGRAFIA	125
ANEXO 1	127
ANEXO 2	127

LISTA DE FIGURAS

	pág.
FIGURA 1. El Centro de Gravedad en el Cuerpo Humano.	5
FIGURA 2. El Centro de Gravedad con referencia a la Columna Vertebral	6
FIGURA 3. El Cuerpo Humano en equilibrio	7
FIGURA 4. Palanca de Primer Género	9
FIGURA 5. Palanca de Segundo Género	10
FIGURA 6. Palanca de Tercer Género	10
FIGURA 7. Otras Funciones de la Palanca en el Cuerpo Humano.	11
FIGURA 8. Articulación del Codo	12
FIGURA 8A. Forma del Biceps Braquial	13
FIGURA 9. Tendones y Cables	14
FIGURA 10. Tendones y Cables	14
FIGURA 11. Músculos de la Región Anterior de la Pierna y del Dorso del Pie.	15
FIGURA 12. Cadera. Cara Posterior y Anterior	16
FIGURA 13. Alineamientos del Cuerpo Humano.	18
FIGURA 14. Huesos del Pie. Vista Medial	20
FIGURA 15. Huesos del Pie. Vista Plantar	20
FIGURA 16. Ligamentos del Pie.	21
FIGURA 17. Arco Longitudinal Medial	22
FIGURA 18. Arco Longitudinal	23

	pág.
FIGURA 19. Arco Transversal	23
FIGURA 20. Transmisión de Peso del Pie	24
FIGURA 21. Arco Longitudinal con Peso y en Relajación.	25
FIGURA 22. Articulación del Tobillo.	26
FIGURA 23A. Movimientos del Pie.	27
FIGURA 23B. Metatarso como Palanca.	27
FIGURA 24 A.B.C. Acción de empuje del dedo Gordo.	28
FIGURA 25. Agarre de los Dedos al Suelo.	29
FIGURA 26. El Pie como una Palanca	29
FIGURA 27. El Pie en la Marcha	30
FIGURA 28. Función del Pie en la Carrera	31
FIGURA 29. Articulación del Tobillo	32
FIGURA 30. Función del Tobillo en la Marcha	32
FIGURA 31. Función del Tobillo en la Carrera	33
FIGURA 32. Dirección del pie en la Progresión de la Marcha.	34
FIGURA 33. Flexión y Extensión de la Rodilla	34
FIGURA 34. Articulación de la Rodilla	35
FIGURA 35A. Extensión de la Pierna	36
FIGURA 35B. Flexión de la Pierna	36
FIGURA 36. Articulación de la Rodilla	37
FIGURA 37. Vista Posterior de la Articulación de la Rodilla	37
FIGURA 38A. Músculos Flexores de la Rodilla.	38
FIGURA 38B. Extensor de la Cadera	38
FIGURA 39. Flexión de la Cadera.	38
FIGURA 40. Hueso Coxal	39
FIGURA 41. Cara anterior del Fémur	39
FIGURA 42. Articulación de la Cadera.	40
FIGURA 43. Acercamiento Distal de los Femures a la línea Vertical del Centro de Gravedad.	41
FIGURA 44. Movimientos de la Cadera.	42

	pág.
FIGURA 45. Movimientos de la Cadera.	42
FIGURA 46. Articulación Sacro-Coxal-Fémur	43
FIGURA 47. Función del Hueso Sacro	44
FIGURA 48. Función de Hueso Coxal. Vista Anterior	45
FIGURA 49. Función de Hueso Coxal. Vista Posterior	45
FIGURA 50. Cinturón Pelviano.	46
FIGURA 51. Cinturón Pelviano. Vista Lateral	46
FIGURA 52. Bóveda Pelvica.	47
FIGURA 53. Transmisión de Peso. Parte superior del Sacro.	48
FIGURA 54A. Transmisión de peso cuando se está Sentado.	49
FIGURA 54B. Esquema de la Unidad Funcional de la Columna Vertebral	49
FIGURA 55. Unidad Funcional de la Columna Vertebral	50
FIGURA 56. Acción Flexión-Extensión de la Columna Vertebral	52
FIGURA 57. Inclinationes de la Columna Vertebral	53
FIGURA 58A. Movimientos de la Columna Vertebral	53
FIGURA 58B. Movimientos de la Columna Vertebral	54
FIGURA 59. Columna Vertebral. Curvas Fisiológicas	55
FIGURA 60. Esquema del Aparato Esquelético del Cuerpo Humano.	56
FIGURA 61. Sostén del palo mayor de un velero	57
FIGURA 62. Estructura del Sostén del Tronco.	57
FIGURA 63. Estructura de Sostén Muscular del Tronco Posterior.	57
FIGURA 64. Posición de los Pies al Caminar	61
FIGURA 65. Acción del Pie al Caminar	61
FIGURA 66. Posición Correcta de la Cabeza y el Pecho.	62
FIGURA 67. Posición Correcta de la Espalda	62
FIGURA 68. Posición de los Hombros	63
FIGURA 69. Secuencia del Paso	63
FIGURA 70. Tiempo de Pie Plano.	64

	pág.
FIGURA 71. Tiempo Intermedio.	65
FIGURA 72. Tiempo de Arranque.	66
FIGURA 73. Tiempo de Aceleración.	67
FIGURA 74. Tiempo de Balance Intermedio.	68
FIGURA 75. Tiempo de Desaceleración.	69
FIGURA 76A. Doble Soporte.	71
FIGURA 76B. Caminata Plano Frontal.	71
FIGURA 77. Caminata Plano Horizontal.	72
FIGURA 78. Trabajo Negativo en la caminata.	76
FIGURA 79A. Esquema de una Rueda sin Aro.	77
FIGURA 79B. Esquema de un Huevo Rodando.	79
FIGURA 80. El Cuerpo en el aire.	80
FIGURA 81A. Angulo de Empuje en la Carrera.	81
FIGURA 81B. En Piso congelado.	81
FIGURA 82. Esquema de Desaceleración en la Carrera.	82
FIGURA 83A. Apoyo sobre la Planta del Pie.	83
FIGURA 83B. Ventaja de la Posición del Pie en la Carrera	83
FIGURA 84. Sistema de Polea.	84
FIGURA 85. Pelota Elástica que rebota.	85
FIGURA 86. Fase de Apoyo.	86
FIGURA 87. Fase de Apoyo. Desaceleración	87
FIGURA 88. El Pie. Trabajo Negativo a Positivo	87
FIGURA 89. Elasticidad del Pie	88
FIGURA 90. Rotación de la Rodilla	88
FIGURA 91. La Impulsión.	89
FIGURA 92. Fuerza de Impulsión.	89
FIGURA 93. Atleta Tecnicamente entrenado	90
FIGURA 94. Acción de los dedos en la Impulsión.	90
FIGURA 95. Dedo gordo como Balín.	91
FIGURA 96. El Vuelo en la Carrera.	92
FIGURA 97. El Vuelo en la Carrera	92
FIGURA 98. Acción del Recto Anterior.	93

	pág.
FIGURA 99. Elevación del Muslo de la Pierna Libre	99
FIGURA 100. Balanceo. Vista Frontal.Lateral. Movimiento Antero-posterior	95
FIGURA 101A. Cadera. Flexión Máxima. Extensión Máxima	96
FIGURA 101B. Movimiento Lateral de la Cadera	96
FIGURA 102A. Extensión de la columna Lumbar	97
FIGURA 102B. Columna Vertical	97
FIGURA 102C. Flexión de la columna Lumbar	97
FIGURA 103. Posición del Tronco en la Carrera.	98
FIGURA 103A. Plano Lateral	98
FIGURA 103B. Plano Frontal.	98
FIGURA 103C. Plano Sagital	98
FIGURA 104. Posición de la Cabeza	99
FIGURA 104A. Lateral	99
FIGURA 104B. Frontal.	99
Esquema General de la Carrera. Extremidades de Apoyo	100
FIGURA 105. Movimiento de los Brazos	101
FIGURA 105A. Enfasis en los codos	101
FIGURA 105B. Movimiento de los Brazos	101
FIGURA 106. Esquema de la Función del Tórax.	106
FIGURA 107. El Diafragma.	107
FIGURA 108. Movimiento del Tórax. Vista Lateral A. Vista Posterior.	108
FIGURA 109. Esquema del Mecanismo del Sistema de la Inspiración.	111

INTRODUCCION

El presente trabajo tiene por fin abordar algunos aspectos Anatomo-mecánicos de la marcha y la carrera, teniendo en cuenta principalmente la Fuerza de Gravedad como elemento permanente a vencer.

Este tema no ha sido escogido por azar; al querer analizar algunas actividades deportivas bajo un enfoque Biomecánico¹ ha sido pertinente establecer pautas básicas, primero sobre una actividad común a la gran mayoría de los deportes, como lo es el correr.

Siendo la carrera una modificación de la caminata y esta, una modificación del estar de pie, metodológicamente ha sido necesario iniciar por el análisis de este último, así definir la caminata y con los elementos que sobre ellos se establecen llegar a la carrera.

Existen por supuesto numerosas investigaciones relacionadas con el estudio del movimiento de los cuales algunos de ellos han sido tenidos en cuenta para dar paso al presente trabajo. Por ejemplo, algunos textos de Anatomía señalan un aspecto de la caminata matizando sobre el funcionamiento articular como es el caso de la Anatomía Macroscópica Funcional y Clínica. Chatain - Bustamante. 1.986, y otra

¹ Ver Glosario

Anatomía refiere con más precisión la caminata en el funcionamiento muscular como lo hace la Anatomía Humana de Crouch y Clintic. 1984, y otros aspectos que no tocan con tanta dedicación están referidos en otras Anatomías como la de Cunningham o la de Gardnier, lo mismo ocurre con los dibujos o ilustraciones.

Han sido de gran utilidad para el análisis Biomecánico los estudios realizados por Cooper y Glassow en su texto de Kinesiología, 1973, los de Sergio Fucci y Mario Benigni en Biomecánica del Aparato Locomotor aplicada al Acondicionamiento muscular, 1988, así como las investigaciones realizadas por Rodolfo Margaria sobre la marcha y la Carrera en su texto Biomechanics and Energetics of Muscular Exercise..1976, principalmente en su tercer capítulo "Biomecánica de la Locomoción Humana". Lo mismo que para el estudio de la carrera el texto de Crlos Alvarez del Villar "La Preparación Física del Fútbol basada en el Atletismo. Estos textos entre los más citados.

El objetivo del presente trabajo es llegar a hacer uso de la mejor manera de las posibilidades de las estructuras Anatómicas del Cuerpo Humano en su desempeño en la marcha y la Carrera, en cuanto a la economía de movimiento para su máximo aprovechamiento del gasto energético.

Por ser la Respiración y la Nutrición* proveedores de la energía que será consumida por el cuerpo en ejercicio, han sido considerados en el presente trabajo.

En la descripción del movimiento se aplican las leyes de la Mecánica Clásica (Newtoniana), desde el punto de una sola trayectoria recta y fundamentalmente sobre una superficie horizontal. El análisis de movimiento será de carácter cualitativo.

* Ver ANEXO 2

El estudio de los movimientos del Cuerpo Humano no se puede considerar en forma aislada pensando solo en la importancia de las estructuras Anatomo-mecánicas que en el intervienen; huesos, articulaciones, ligamentos, músculos y las leyes de la mecánica aplicada a ella. Tienen igualmente importancia los aspectos fisiológicos, Psicológicos y Sociológicos. Deben tenerse en cuenta para ayudar a resolver problemas que no tienen solución Anatomo-mecánica, los cuales no serán objeto de estudio en el presente trabajo.

Por lo tanto, por este medio no se pretende estudiar a fondo las innumerables facetas del movimiento del cuerpo humano, por lo cual el presente trabajo estará limitado a ciertos enfoques simples y sencillos, de esta manera establecer supuestos que permitan entender o interpretar movimientos más complejos y elaborados.

1. EL EQUILIBRIO ¹

1.1 EL EQUILIBRIO EN EL CUERPO HUMANO

"Aristóteles llamado el padre de la Kinesiología² escribía: el animal que se mueve efectúa cambio de posición presionando contra lo que se encuentra debajo suyo" (Parts of Animals tomado del libro de Kinesiología Cooper y Glassow :25,1.973)

La fuerza muscular, el soporte óseo y los amarres entre sí, están destinados a vencer una fuerza³ permanente que se encuentra por debajo suyo, llamada Fuerza de Gravedad. (Univalle División de Salud. Depto de Morfología, Introducción al curso de Anatomía Funcional II :10)

"Para mantener el equilibrio, el hombre al igual que todos los animales y los objetos inanimados, debe mantener el centro de gravedad en una región que se encuentra dentro de la base de apoyo y directamente por arriba de ella".

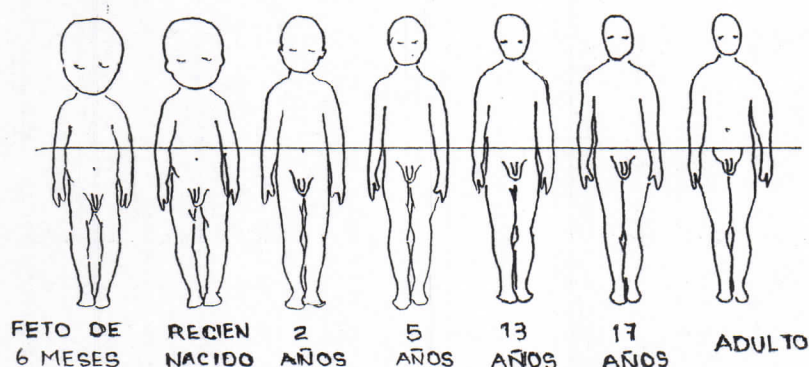
1.2 FUERZA DE GRAVEDAD⁴

"la fuerza de gravedad actúa sobre todos los puntos de un cuerpo determinado y la distribución de estos puntos señala la posición del centro de gravedad del cuerpo".

-
1. Ver Glosario
 2. Ver Glosario
 3. Ver Glosario
 4. Ver Glosario

Las Fuerzas gravitacionales de un lado igualan a las del lado opuesto. Este punto de equilibrio, determinado en tres planos* de la masa, es el centro de gravedad" (Kinesiología, Cooper :87)

1.3. EL CENTRO DE GRAVEDAD EN EL CUERPO HUMANO.



COOPER

fig 1

"La longitud del cuerpo se presenta en escala para reducir a la misma altura todas las figuras" (De Palmer : Child Development 1.944 citado por Cooper Kinesiología :191)

"Posición del Centro de Gravedad con referencia a la columna vertebral en cinco edades diferentes" fig 2 Bis Op, cit. :191

"El hombre es un animal bípedo y su postura erecta lo distingue de todos los demás" (Kinesiología :205

"Para mantener el equilibrio en una vertical, como lo es el cuerpo humano parado sobre una pequeña base de sustentación como lo es el pie, sin que el cuerpo caiga, el ser hu

* Ver ANEXO 2.

mono cuenta con el funcionamiento de una máquina.

"Helle Brant ha dicho, que el mantenerse de pie es en realidad un movimiento sobre una base estacionaria y que el balanceo es inseparable de la posición erecta" (Bis)

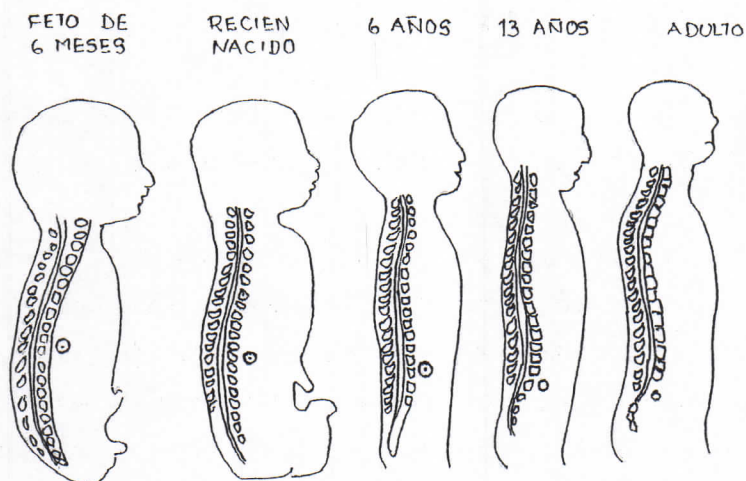


fig 2

COOPER

"Para mantener el equilibrio el hombre al que todos los animales y los objetos inanimados, debe mantener en Centro de Gravedad en una región que se encuentra dentro de la base de apoyo y directamente por encima de ella".(Bis) Op, cit. fig 3

"Cualquier parte del cuerpo superior a la línea media que se mueve hacia atrás o hacia adelante, en proporción considerable, hace más difícil el mantenimiento del equilibrio. Morton considera que esta inestabilidad, ayuda a la iniciación del movimiento hacia adelante. (El paso) (Bis)

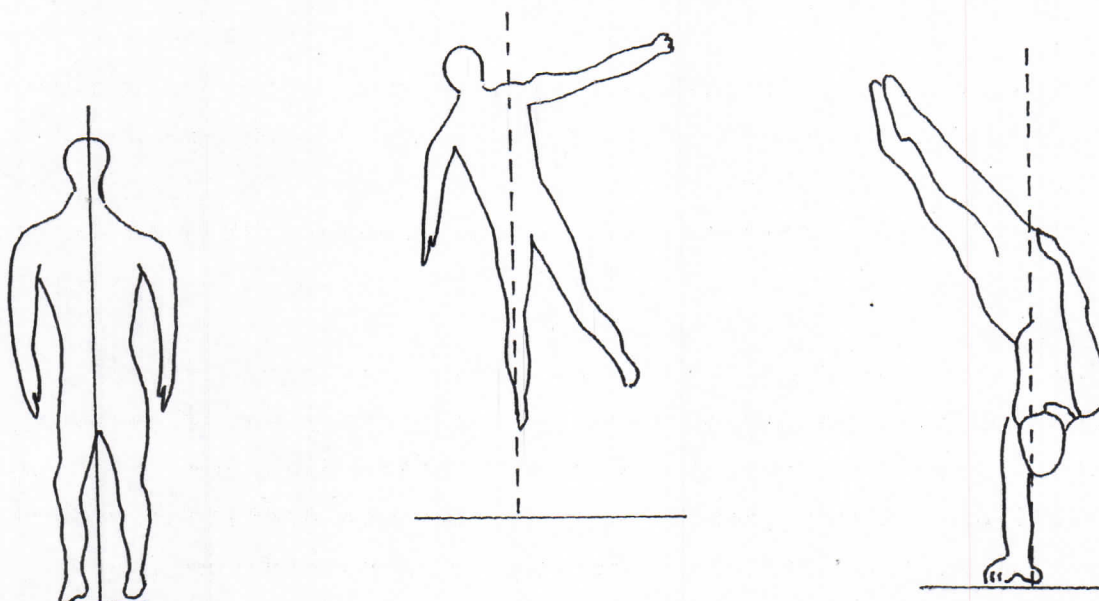


fig 3

COOPER

1.4. EL CUERPO HUMANO UNA MAQUINA

"Gracias a los componentes anatómicos del aparato locomotor como elementos mecánicos, de una máquina adaptada al movimiento, a partir de la función que el elemento anatómico cumple y de su forma se puede deducir su componente mecánico así :

ELEMENTO ANATOMICO	ELEMENTO MECANICO
1.4.1. Huesos	Palancas
1.4.2. Articulaciones	Juntas
1.4.3. Músculos	Motores
1.4.4. Tendones	Cables
1.4.5. Ligamentos	Refuerzos y cierres

1.4.1. Huesos - Palancas

"Los Huesos son elementos relativamente rígidos, de forma alargada o plana. Su estructura es tal que pueden ser considerados, desde el punto de vista mecánico como palanca".

1.4.1.1. La Palanca⁵

"Una palanca es un mecanismo, para transmitir energía; cuando la energía se transmite por medio de ella, es capaz de realizar un trabajo. En el Cuerpo Humano, la energía resultante de la contracción muscular se transmite mediante los huesos para mover los segmentos corporales, que a su vez pueden transmitir energía a los objetos exteriores.

Comunmente se define a la palanca como una máquina simple constituida por una barra rígida vinculada a un punto fijo que es su punto de apoyo llamado Fulcro quien determina que genero de palanca es.

A ella se aplican dos fuerzas:

una de Resistencia (R) llamada Resistencia de oposición y una Motriz llamada Potencia (P) que es la que produce el movimiento.

Cualquiera de ellas puede estar situada entre las otras dos. Esta relación nos da palancas de primero, segundo y tercer género.

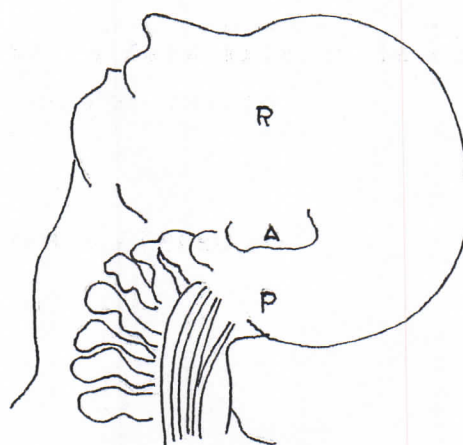
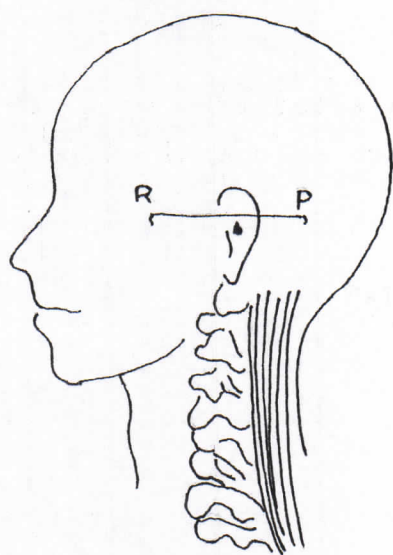
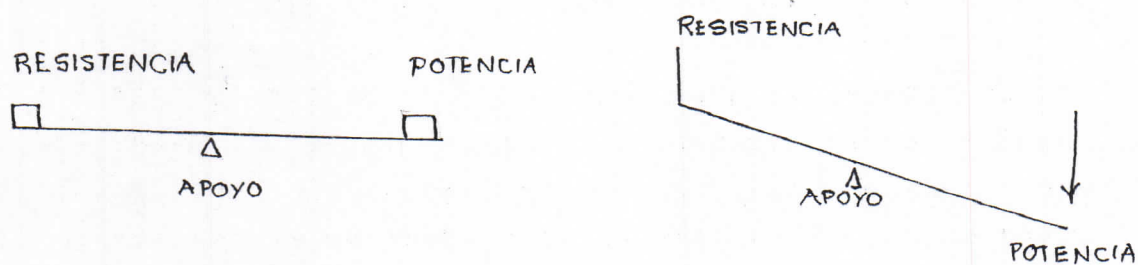
P.A.R para el primer género, P.R.A para el segundo género y A.P.R. para el tercer género.(1). Necesariamente la inserción de un músculo cubrirá más de un punto. También R puede construir más de un punto y se identifica A como un punto del eje que pasa por la articulación.

Por tanto los puntos localizados solo serán aproximadamen-

⁵. Ver Glosario.

te, pero esta falta de precisión no debe alterar la comprensión de la acción de las palancas del cuerpo".

PALANCA DE PRIMER GENERO



FUCCI

fig 4

PALANCA DE SEGUNDO GENERO

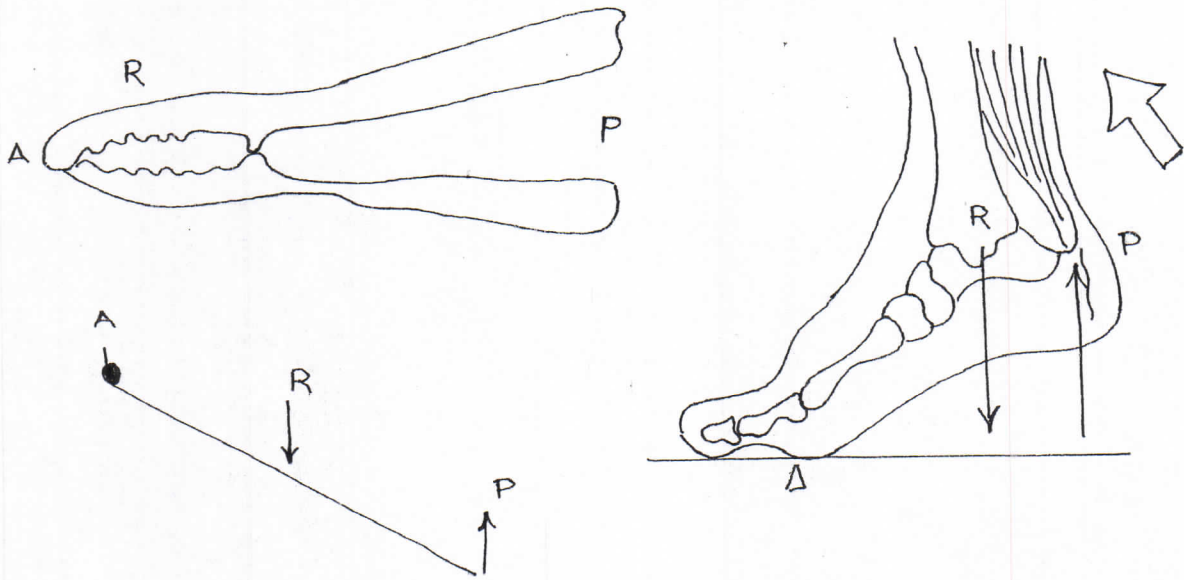


fig 5

PALANCA DE TERCER GENERO

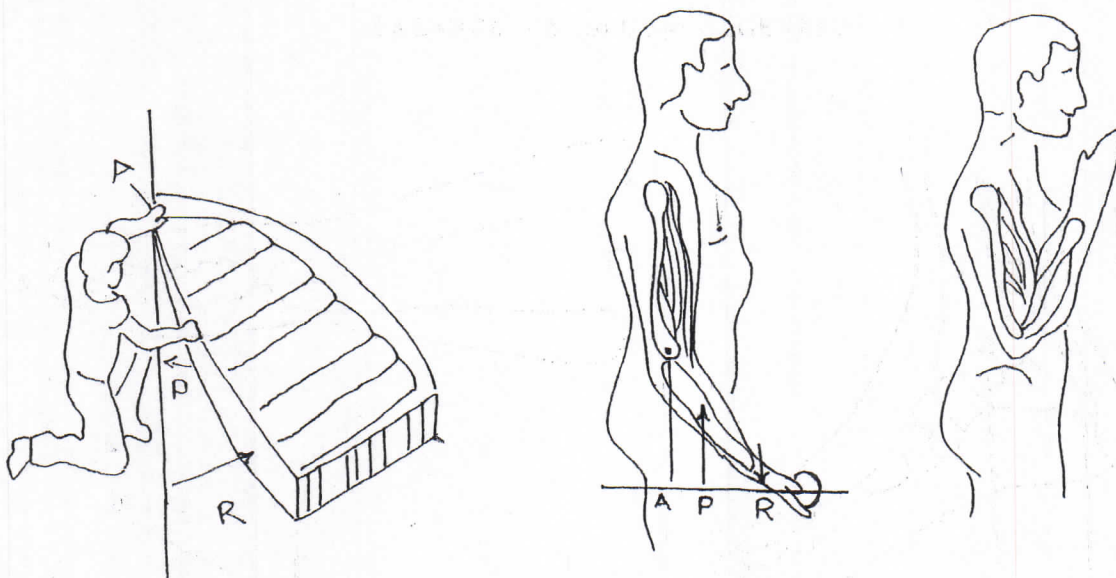


fig 6

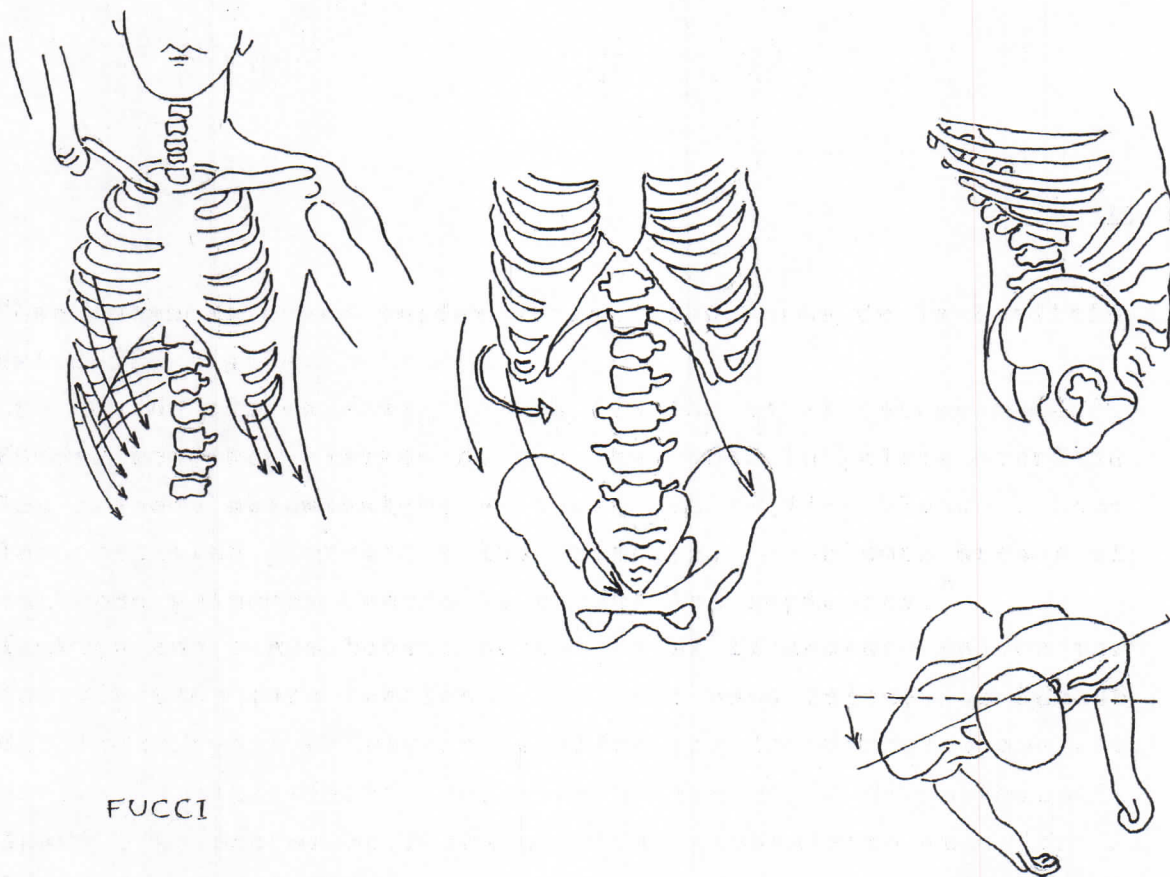
FUCCI

"Las palancas óseas pueden variar en su forma de la tradicional Barra rígida.

Los huesos sirven a más de una función en el cuerpo humano. Pueden sostener ciertas partes, tal como la pelvis sostiene los órganos abdominales; proteger los tejidos blandos, como las costillas protegen a los pulmones. Los mismos huesos sirven como palancas cuando se mueven los segmentos.⁶

También uno o más huesos pueden estar firmemente unidos por los músculos para funcionar como una masa única; los huesos del brazo y del antebrazo reunidos por los músculos que atraviesan la articulación del codo". (Tomado de Biomecánica del Aparato Locomotor aplicada al acondicionamiento muscular.

Fucci Sergio. 1.988.)



FUCCI

fig 7

1.4.2. Las Articulaciones - Juntas

"En anatomía, articulación es la conexión existente en el esqueleto entre cualquiera de sus componentes rígidos, sean huesos o cartílagos" (Anatomía de Garner :25)

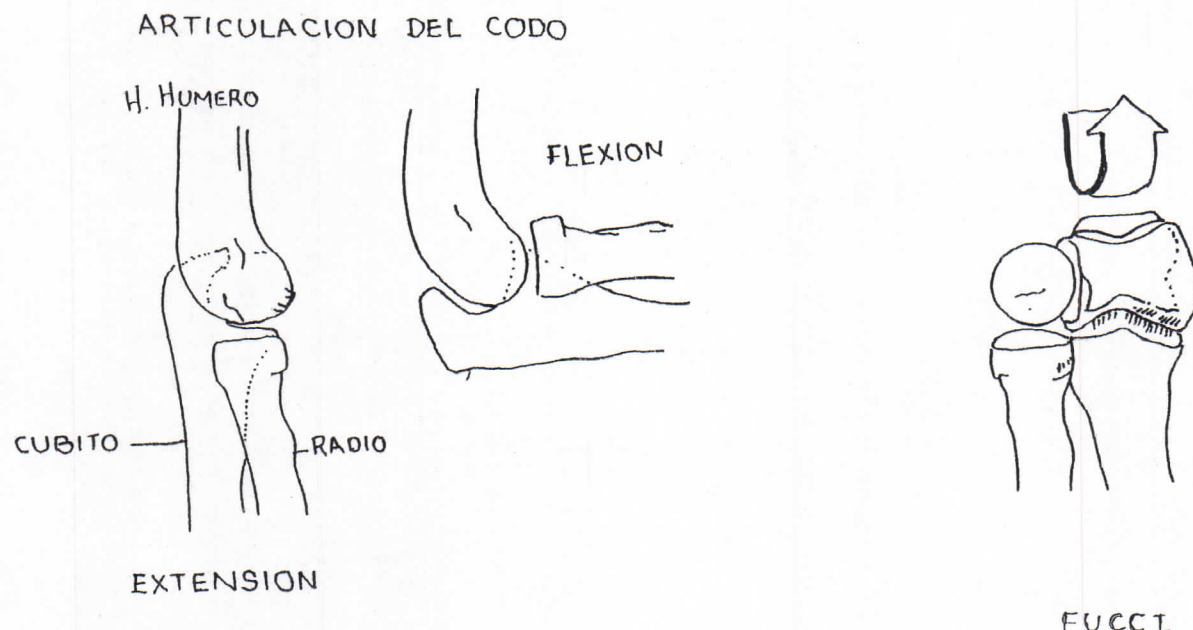


fig 8

1.4.3. Músculos - Motores

Desde el punto de vista de la mecánica el músculo es el motor de una máquina capaz de transformar energía química en energía mecánica.⁷ El músculo al acortarse arrastra en su contracción al hueso del cual se encuentra insertado, cuya función es la de palanca amplificadora del movimiento. En el punto en que el músculo se desliza a través de una estructura ósea, se desarrollan sus características tendinosas o de cables. (Bis :42)

7. Ver Glosario

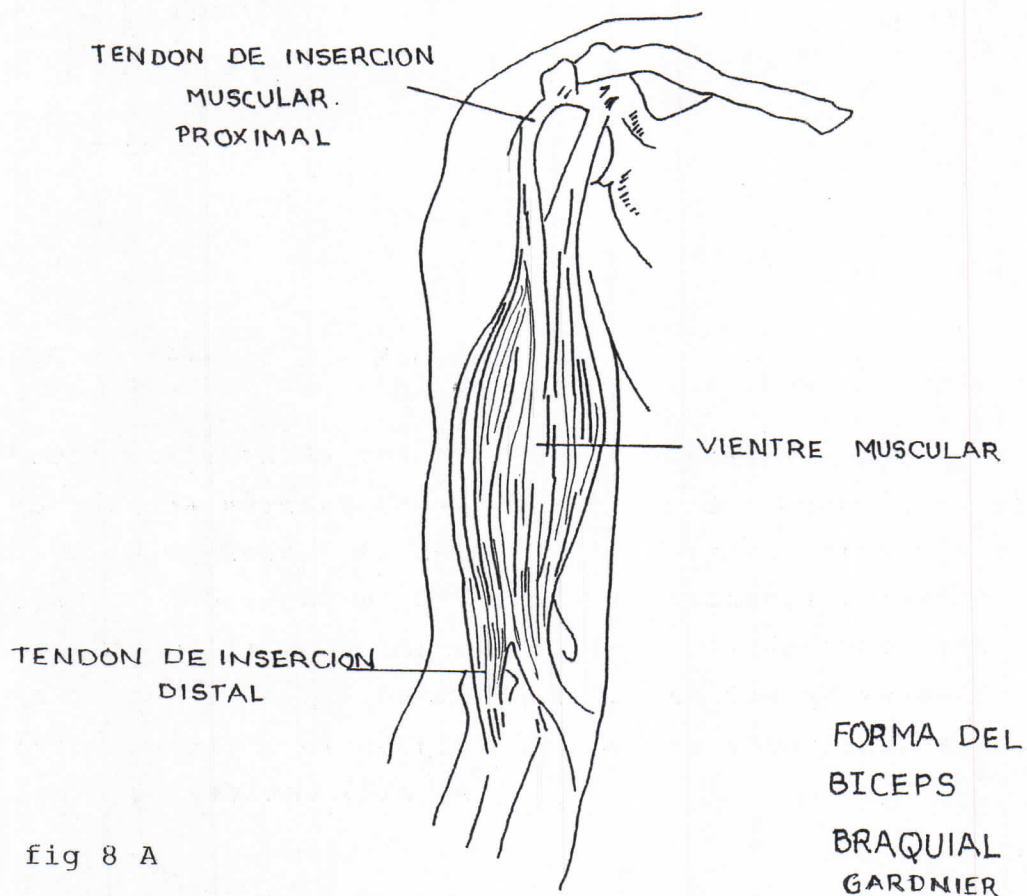


fig 8 A

1.4.4. Tendones - Cables

"La inserción del músculo en el hueso se efectúa corriente-mente por medio de fibras tendinosas largas, resistentes. La estructura de los tendones, alargada, fuerte, poco elástica, recuerda la de los cables que suelen tener una función de transportar la fuerza generada por el motor (músculo) al punto en el cual necesita, es decir, el punto de inserción en el hueso.

Los tendones se deslizan por túneles osteofibrosos" (Bis)

EJEMPLO DE TENDON

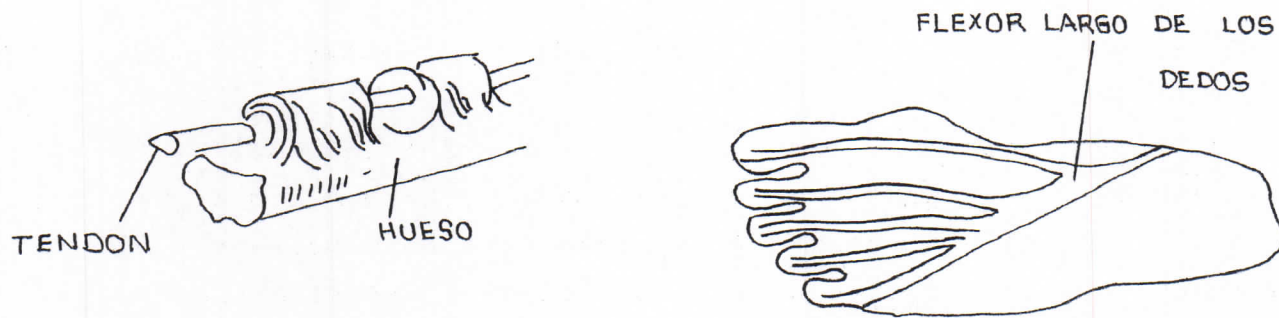
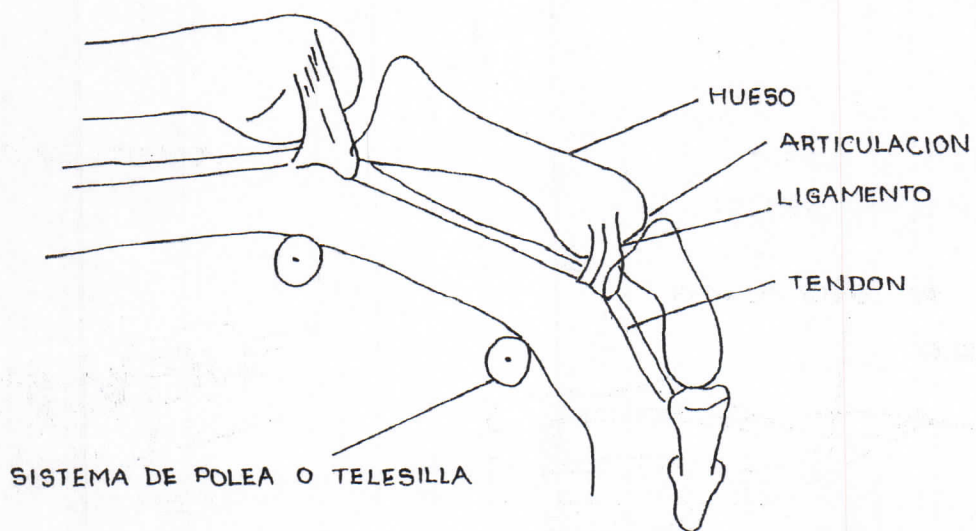


fig 9

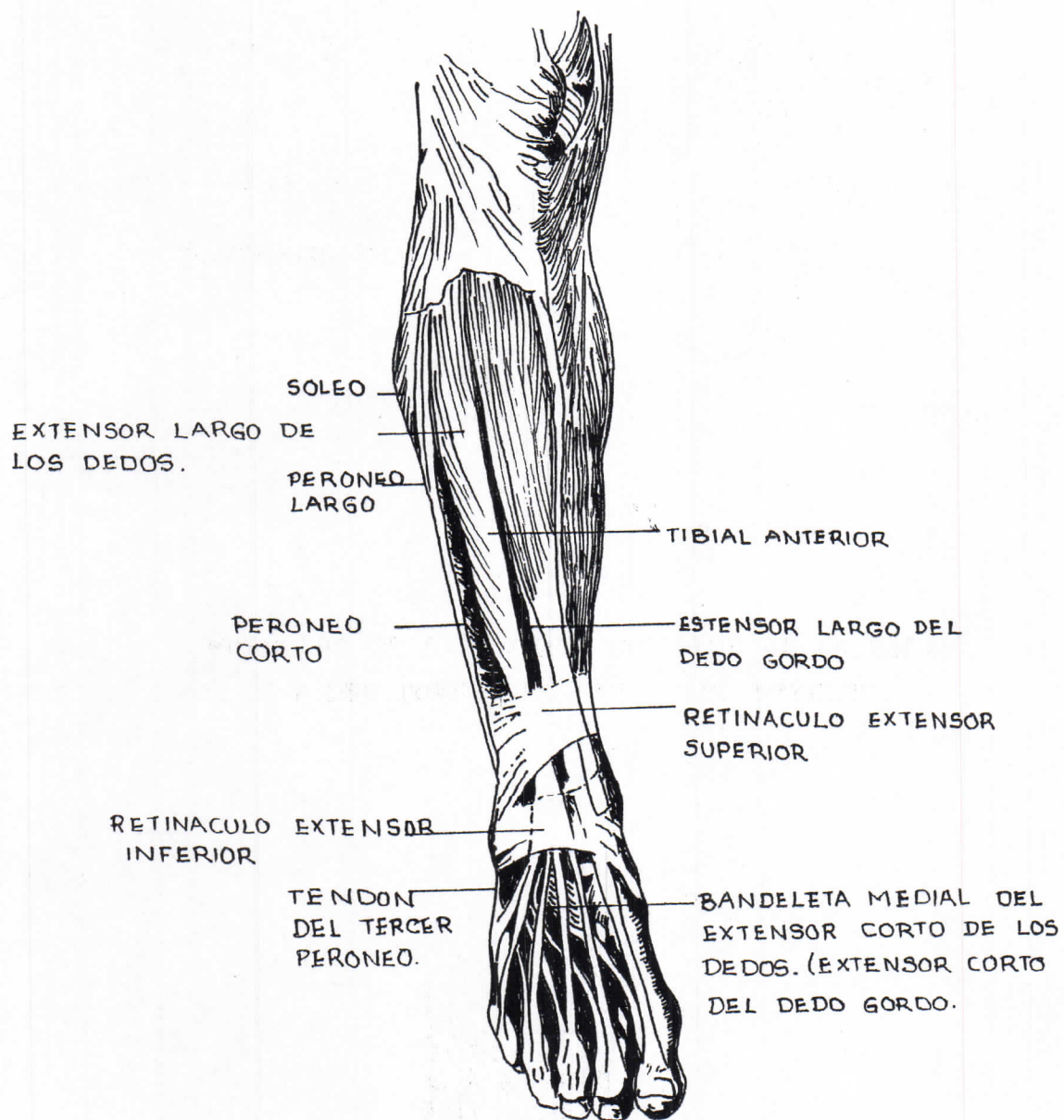


DE DO.

FUCCI

fig 10

MUSCULOS DE LA REGION ANTERIOR DE LA PIERNA
Y DEL DORSO DEL PIE. LADO DERECHO.



CUNNINGHAM

fig 11

1.4.5. Ligamentos - Refuerzos y cierres

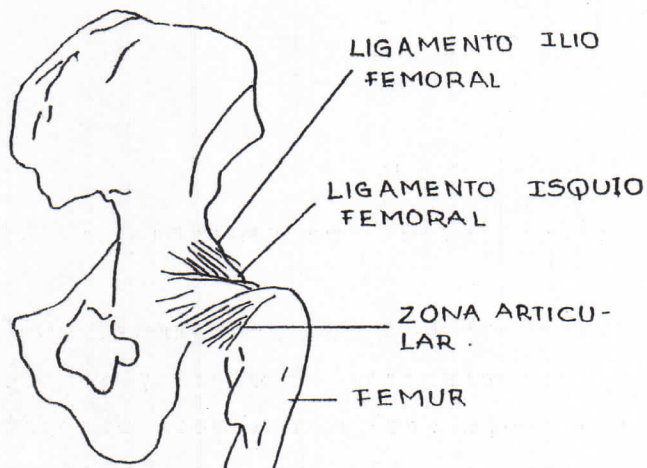
"Los ligamentos son tejidos fuertes que abrazan un hueso con otro sujetando la articulación.

Algunos ligamentos (poe ejemplo los dedos) tienen funciones particulares, parecidas a las de las poleas⁸ en las telesilla o similares.

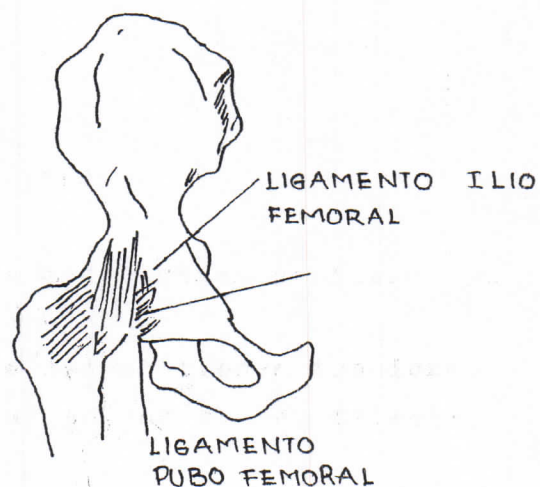
En otros casos el ligamento determina el centro de rotación del segmento óseo.

Su función es de refuerzos o de cierres de seguridad" (Fucci):1

CADERA. CARA POSTERIOR.



CARA ANTERIOR.



CUNNINGHAM

fig 12

8. Ver Glosario

1.5. POSICION NATURAL DEL PIE

"En la posición natural del pie las articulaciones de la cadera y la rodilla están extendidas y en su posición más estable como la línea de gravedad pasa por detrás de la articulación de la cadera el peso corporal tiende a extenderla más.

La línea de Gravedad pasa por delante de la articulación de la rodilla, que tiende a quedar en hiperextensión". (Anatomía Humana. Garnier : 286)

"Como el Centro de Gravedad del cuerpo se halla por delante de la articulación del tobillo, el cuerpo se encuentra desequilibrado sobre esta pequeña superficie. La Fuerza de Gravedad hará inclinar el cuerpo hacia adelante de no ser que encuentre una fuerza contraria. Esta fuerza la proporcionan los extensores del tobillo; la tensión de estos músculos debe ser suficiente para soportar el empuje gravitacional y mantener la posición erecta.

Cualquier alteración de una parte del cuerpo (sólida, líquida o gaseosa) por pequeña que sea cambiará la distribución del peso; esto altera la fuerza de empuje gravitacional y en consecuencia altera la fuerza exigida a los extensores del tobillo.

Cualquiera que sea la causa, el plano frontal varía constantemente, aunque siempre se mantiene dentro de los límites descritos.

Cada individuo difiere en el grado de su inclinación pelvica, la profundidad de las curvas dorsales, lumbares y cervicales, la cintura del hombro y la posición de la cabeza. Todos estos factores afectarán la distribución del peso. Pero cuando un individuo se encuentra parado en su posición habi

tual, el plano frontal del centro de gravedad debe estar entre el tobillo y las articulaciones metatarso falángicas."
(Kinesiología. Op. cit, : 193 y siguientes)

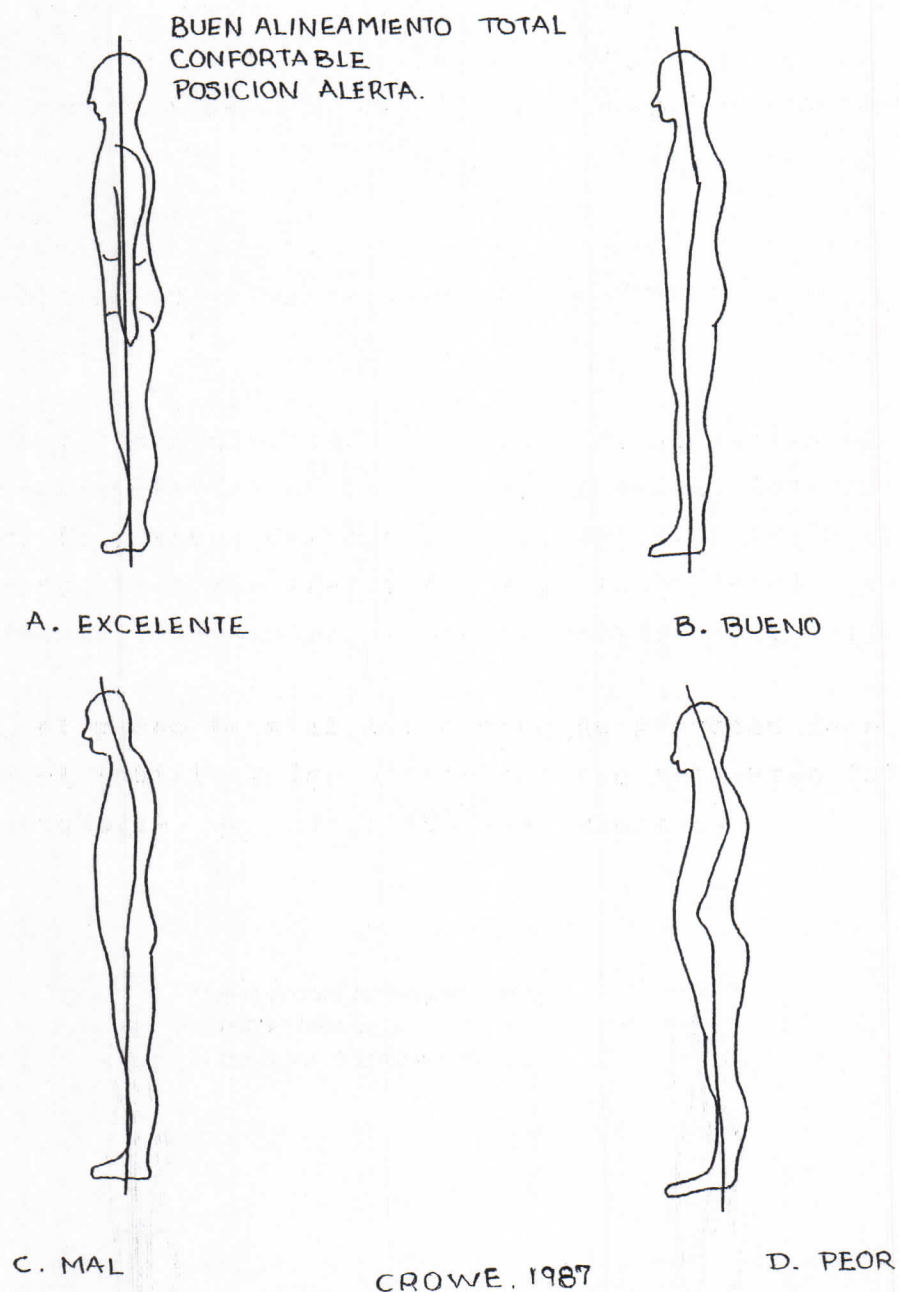


fig 13 ALINEAMIENTOS DEL CUERPO III.

1.5.1. El Pie. Transmisión de peso

Cuando un indivisuo está parado en posición firme el peso del cuerpo es transferido desde la tibia a través del Astrálogo dentro del Calcáneo y los Naviculares (Escafoides). El peso del cuerpo es transferido anteriormente dentro del pie a través de los tres huesos Cuneiformes y el hueso Cu-boide que está localizado anterior lateralmente al Escafoide y a través de estos a los metatarsales y finalmente a las falanges. El peso total del cuerpo es soportado sobre el talón y la parte delantera del pie, con el peso anterior distribuido equitativamente a lo largo de las cabezas de los cinco metatarsianos.

El primer hueso metatarsal y los dos Sesamoides localizados bajo el extremo de su cabeza asumen ligeramente una porción más grande del peso total sobre la parte anterior del pie. Los extremos de la superficie de los dedos deben también descansar sobre el piso en un activo apoyo en posición de pie o mientras se camina". (Principles and Methods of Adapted Physical Education and Recreation. Walter Crowe. Otros, London, 1.987:224) (Ver fig 14 y 15).

1.5.2. El pie. Estructura.

"La articulación del pie está compuesta por 52 huesos pequeños unidos entre sí por múltiples ligamentos que posibilitan, flexibilidad, fuerza y estabilidad al pie así como la de soportar el peso y amortiguar el paso del cuerpo por la vertical.

El pie consiste en siete huesos de forma irregular, estos forman la mitad posterior del pie. Estos huesos se articulan por delante con cinco huesos metatarsales de forma larga y estrecha las cuales a su vez se articulan en su extremo con las catorce falanges que forman los dedos de los

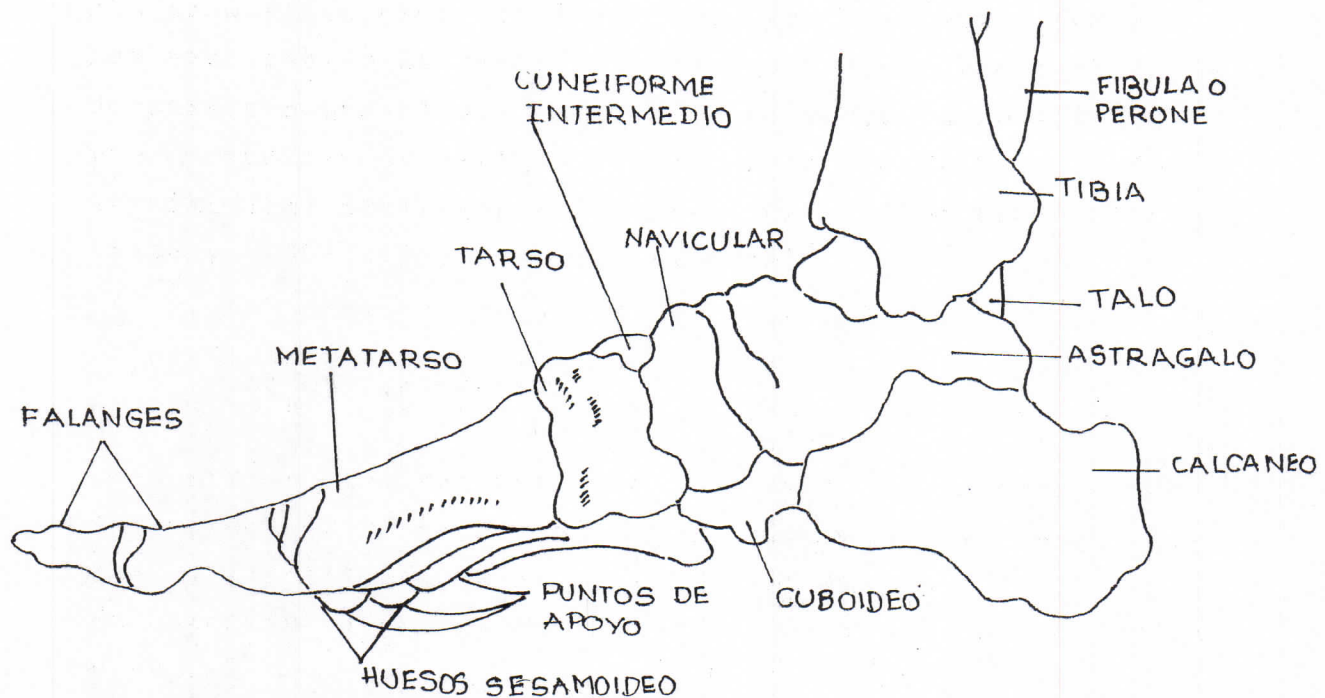


fig 14 HUESOS DEL PIE. VISTA MEDIAL

CHATAIN

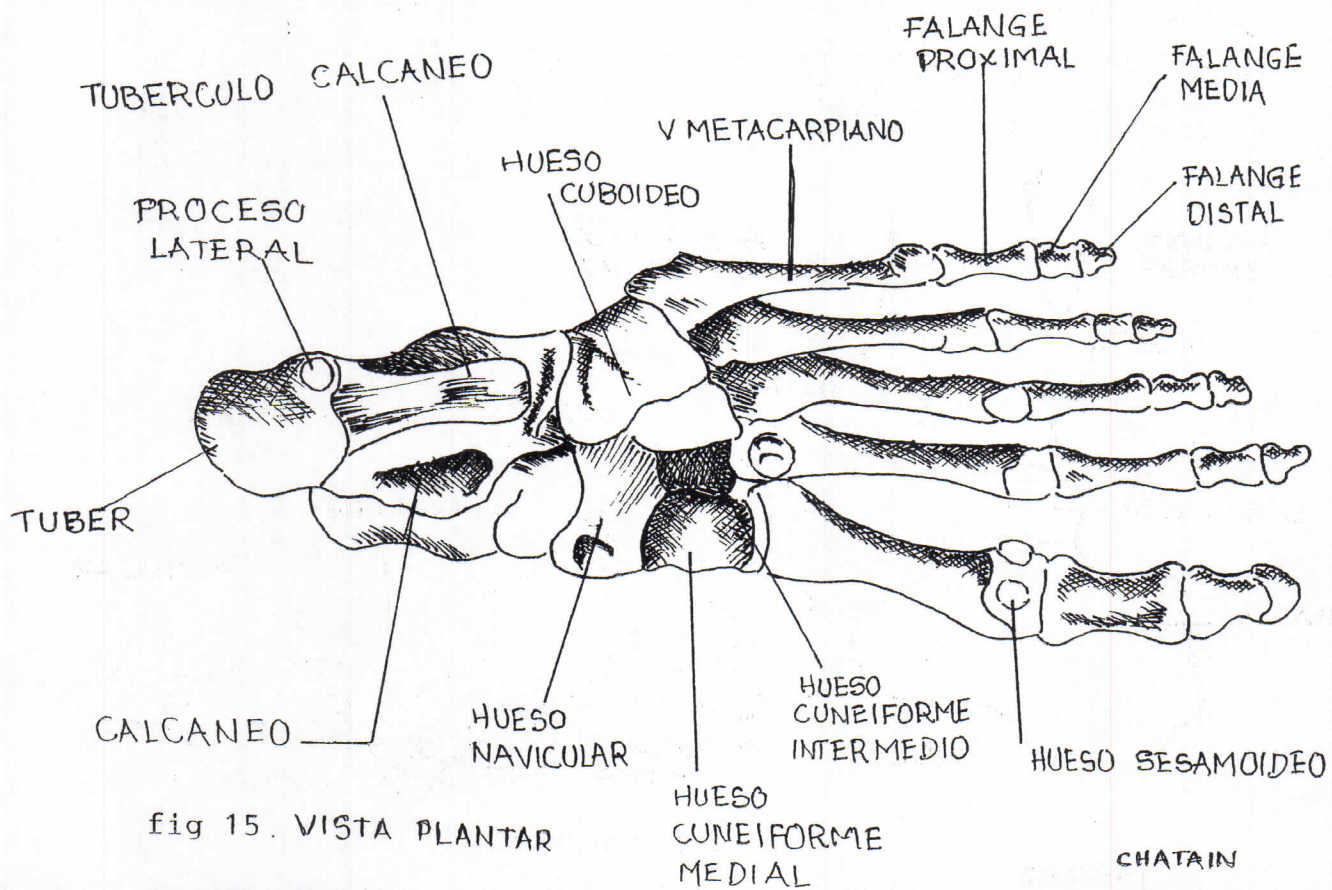


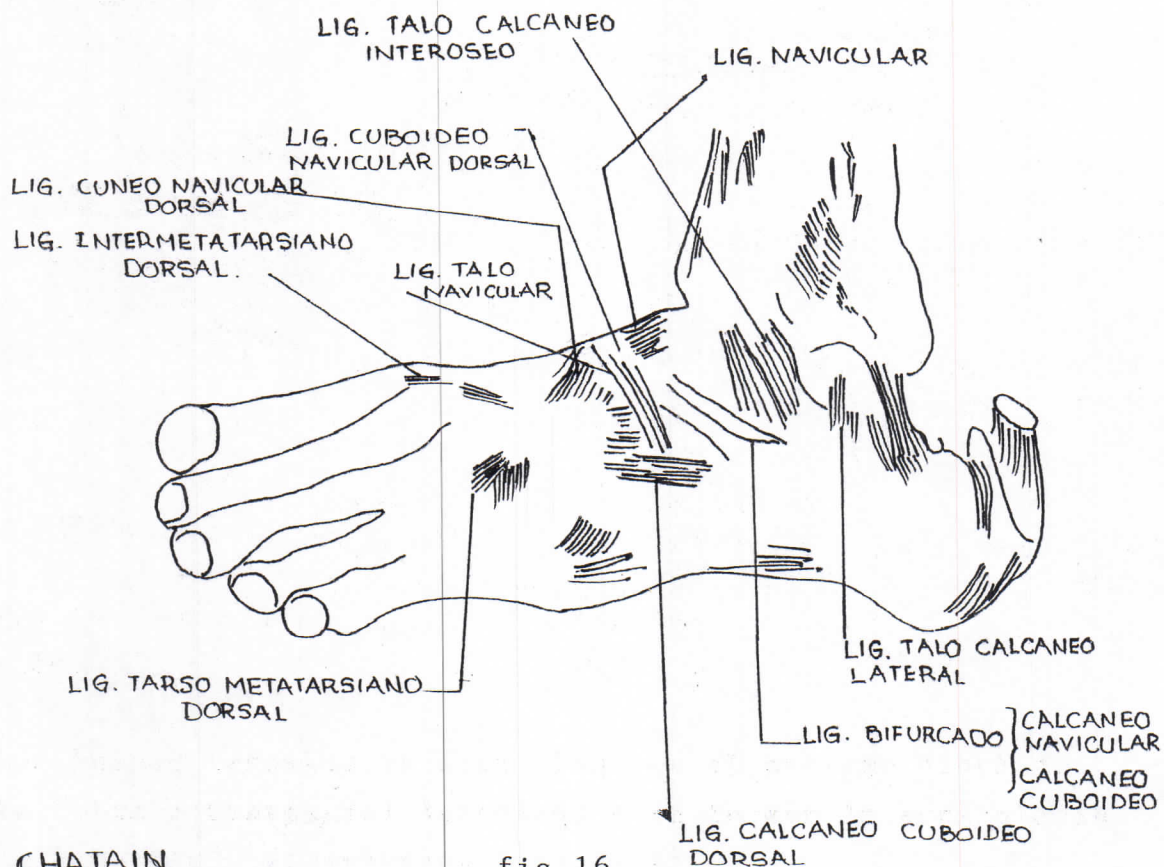
fig 15. VISTA PLANTAR

CHATAIN

pies.

Los huesos tarsales se articulan con el extremo final de la Tibia a través del Astrálogo para formar la articulación del tobillo". (Cunningham Idem :269)

LIGAMENTOS DEL PIE



CHATAIN

fig 16

1.5.3. El Pie como soporte.

El pie humano está ampliamente especializado para soportar el peso del cuerpo en la postura erecta y para propulsarlo durante el movimiento. Tiene por tanto, que adaptarse a la forma del suelo en muchas diferentes posiciones y ser capaz de absorber colisiones mecánicas, lo que se consigue por medio de unos arcos elásticos que en cada pie forman la mi

tad de una bóveda convexa en su zona superior; el peso del cuerpo en la Bipedestación o durante la marcha hace que la bóveda se aplane ligeramente y recupere la curvatura original cuando se suprime la carga. La Bóveda está formada por los huesos Tarso y Metatarso y convencionalmente se describe formada por los arcos longitudinal y transverso." (Cunningham Op, cit. :269)

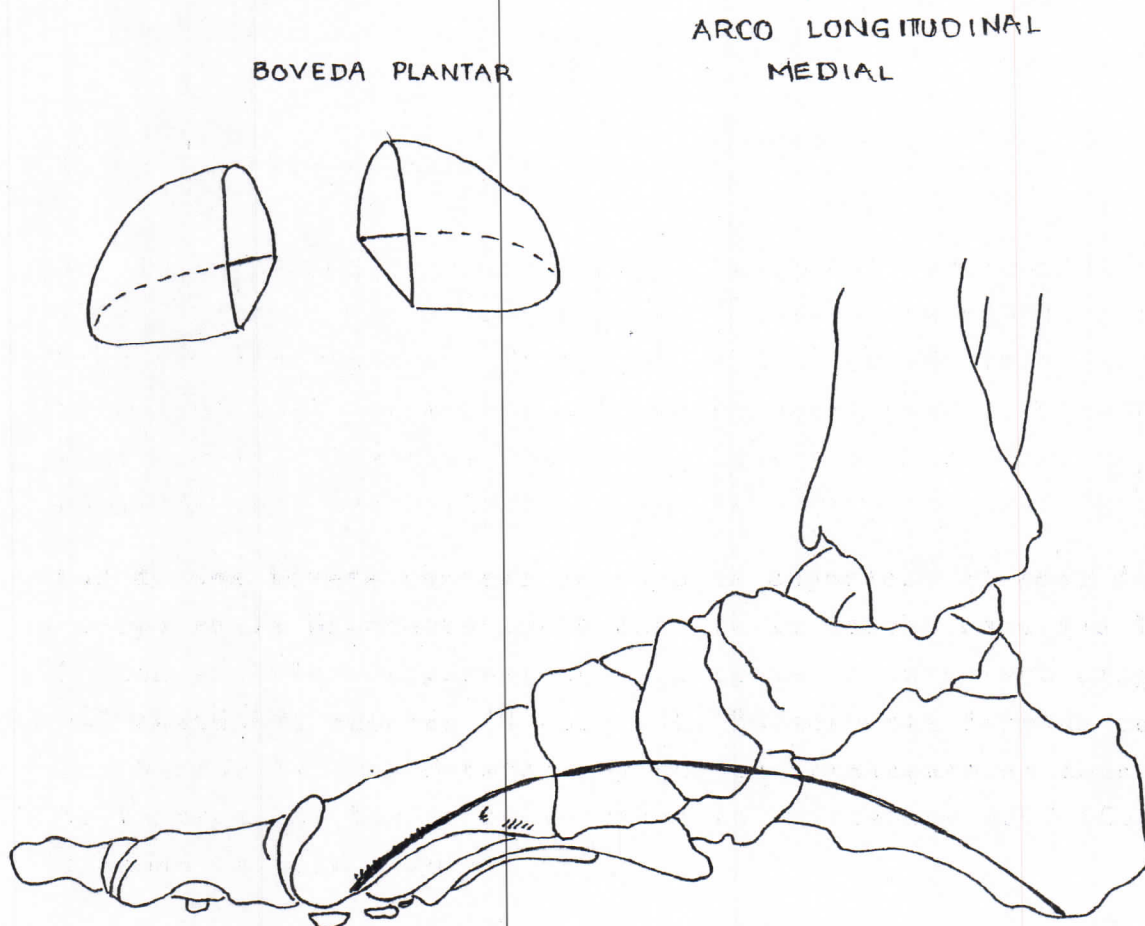


fig 17 ARCO LONGITUDINAL MEDIAL

ARCO LONGITUDINAL MEDIAL

ARCO LONGITUDINAL

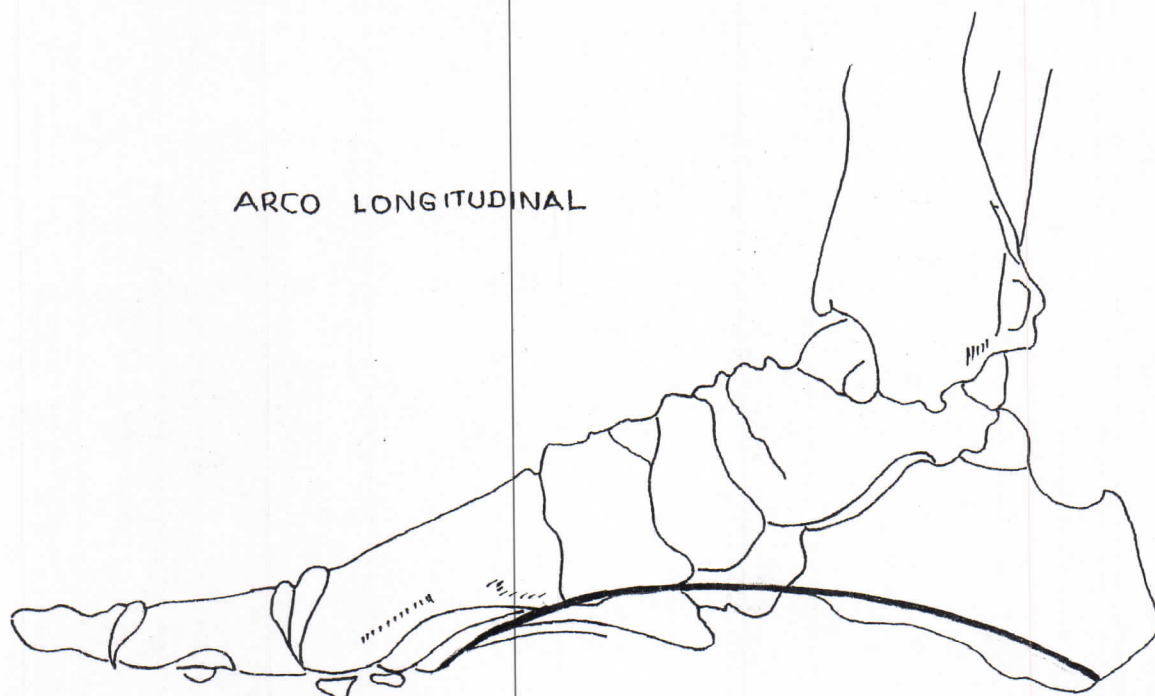
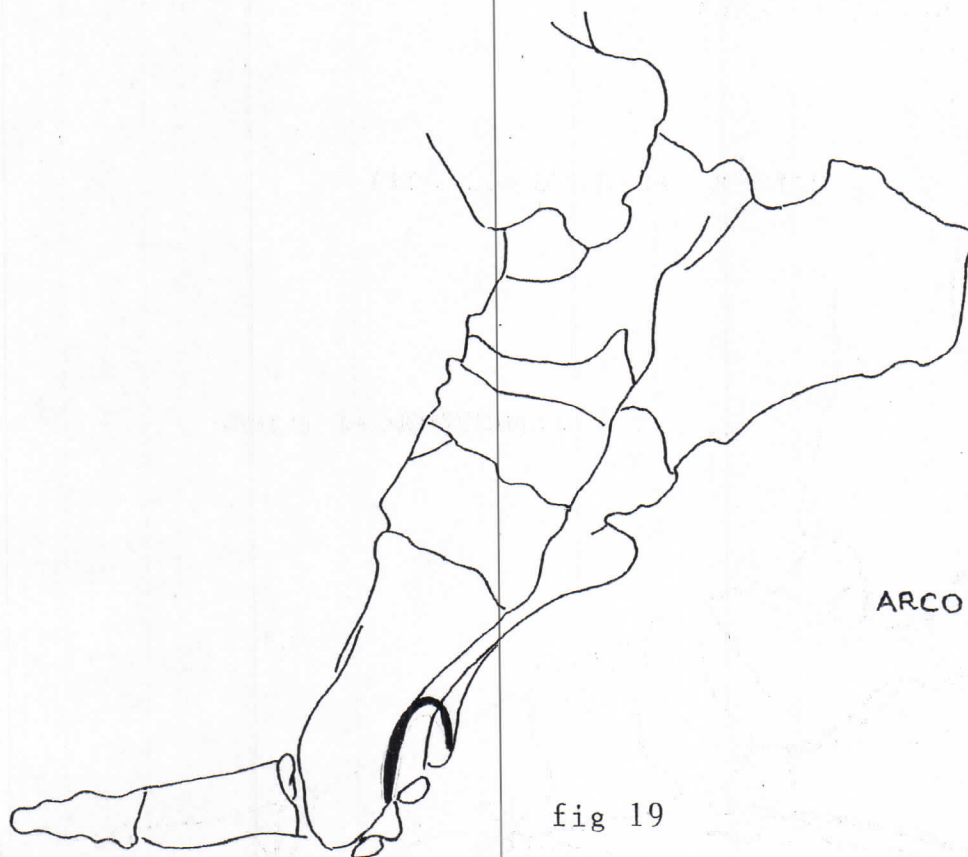


fig 18

CHATAIN



ARCO TRASVERSAL

fig 19

CHATAIN

1.5.4. Funcionamiento Mecánico del Pie.

"Desde el punto de vista de la mecánica el pie es un arco sostenido por dos pilares, la almohadilla y el talón, un pilar es anterior y el otro posterior a la clave del arco; el Astrálogo que soporta el peso del cuerpo.

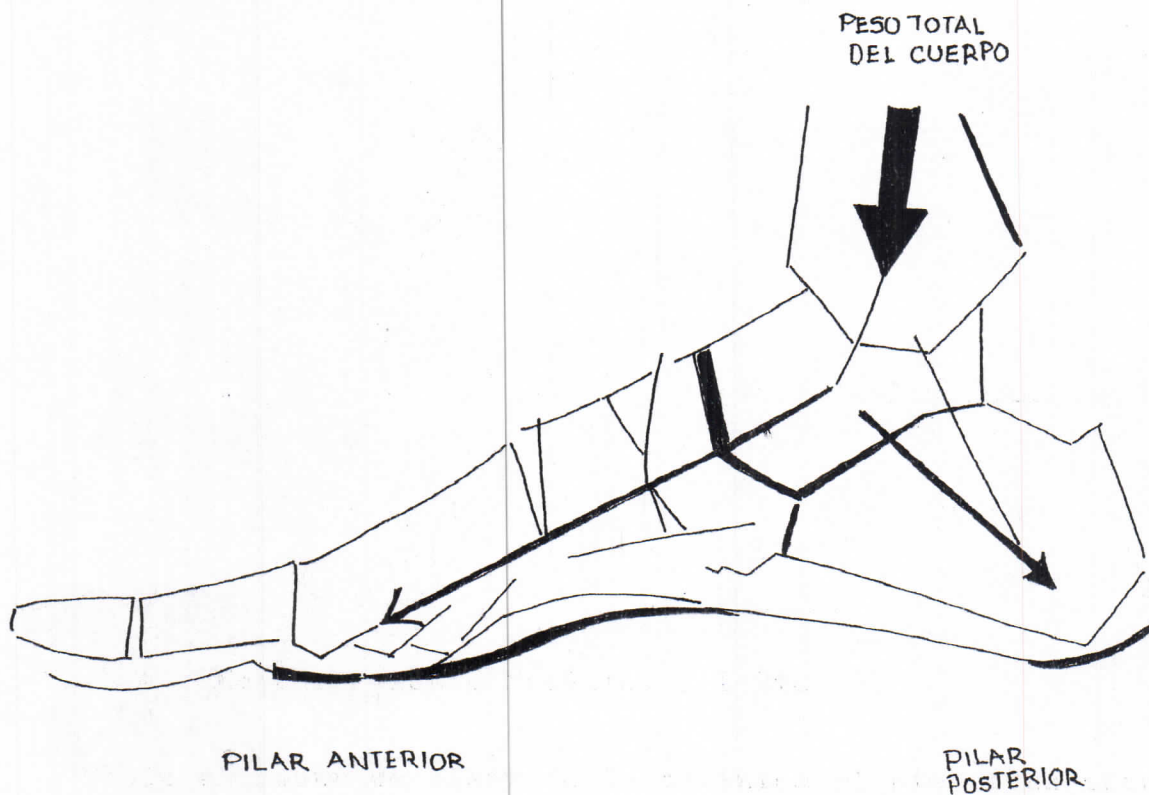
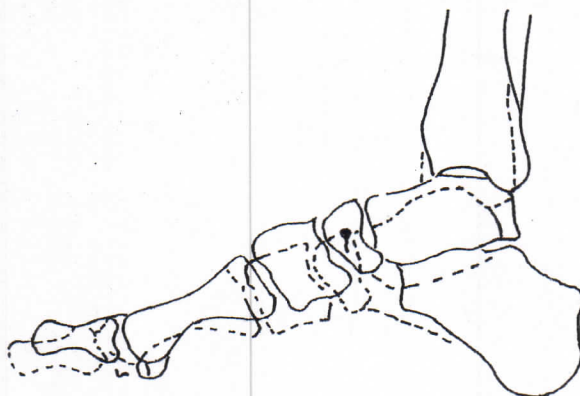


fig 20 TRANSMISION DE PESO DEL PIE

La presencia de las articulaciones en los arcos introduce un mecanismo de resorte análogo a la ballesta de un carruaje. Ceden ligeramente cuando el peso actúa sobre ellos y se recupera cuando no actúa" (Cunningham Op, cit. :274)
(Ver fig 21)



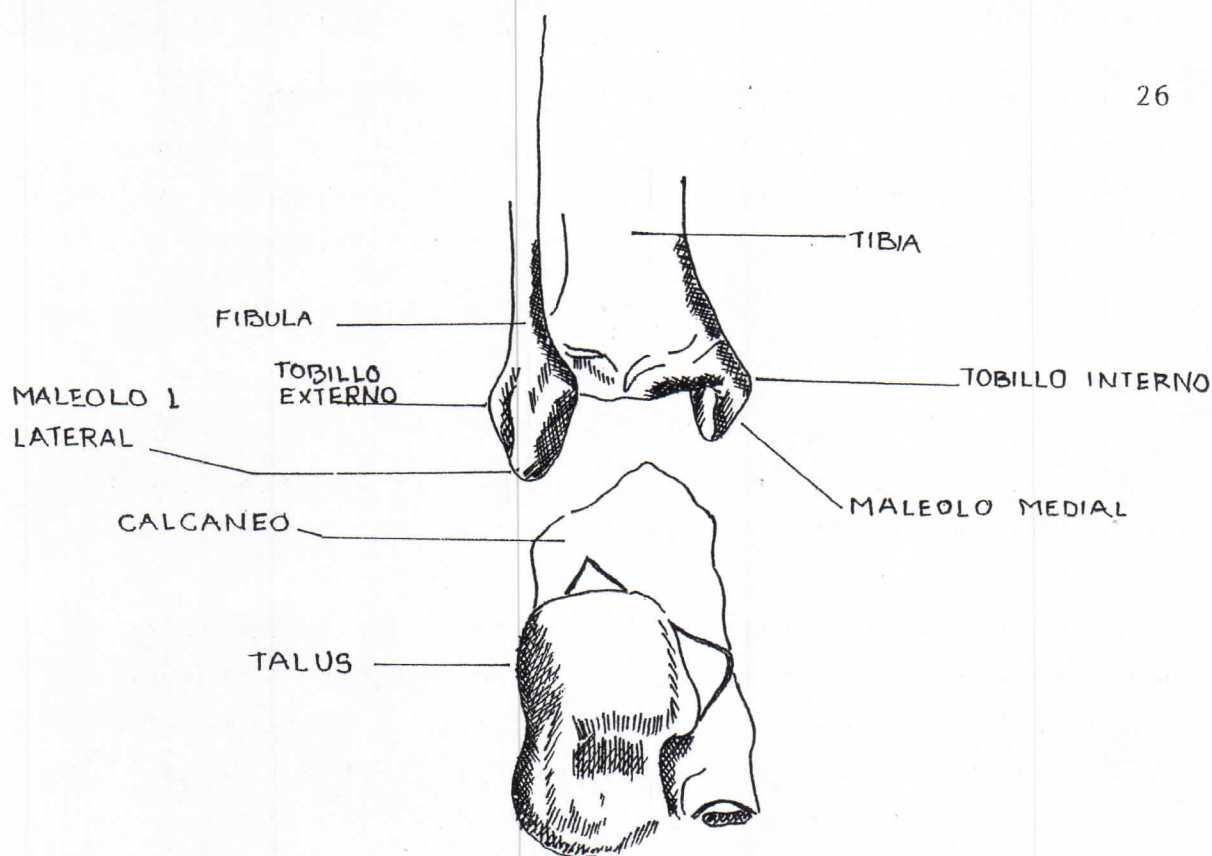
CUNNINGHAM

fig 21. Dibujos de radiografías superpuestas para mostrar la posición del Arco Longitudinal del Pie durante la relajación (línea seguida). Durante el apoyo (línea interrumpida.) (Tratado de Anatomía Humana. Cunningham Op, cit.:275)

1.5.4.1. Función del Hueso Astrágalo.

"El peso del cuerpo es transmitido desde los huesos de la pierna a través del hueso Astrágalo" (Cunningham Op, cit.:269).

"El Astrágalo, su cuerpo se sitúa entre los maleolos de la Tibia y del peroné; su cara dorsal está acanalada longitudinalmente para formar una especie de polea, la Troclea. El cuerpo del Astrágalo queda sujeto entre los maleolos y su cara superior soporta el peso que le transmite la Tibia. (Cunningham Op, Cit. :269)



CLINTIC

fig 22 ARTICULACION DEL TOBILLO.

1.5.4.2. Acción Metatarsiana.

La articulación metatarso falángica permite la flexión, la extensión, la abducción, aducción. Esto posibilita al pie la adaptación de la superficie del suelo. (bis. Clintic)
(Ver fig 23)A.)

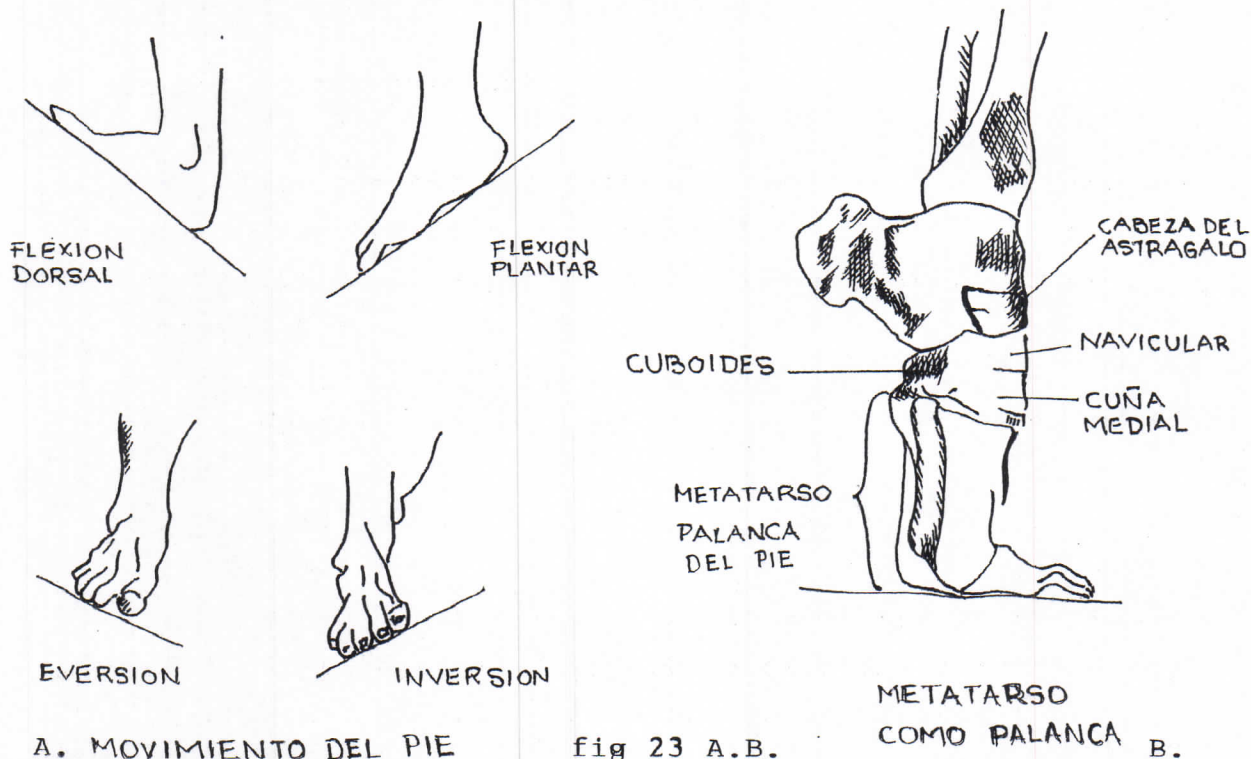
1.5.4.3. Hueso Metatarso como Palanca.

"Los metatarsianos son los largos brazos de palanca de la máquina del pie.

El primer hueso metatarsiano del pie sostiene un tercio del peso del cuerpo durante la posición de pie y a veces durante la carrera y el salto lleva más de la mitad del peso.
(Ver fig 23 B.)

Cuanto más largas estas palancas, mayor será el alcance li

neal del movimiento, y también mayor será la velocidad desarrollada si la fuente de potencia es adecuada para la carga que se debe mover. Kinesiología :324)



A. MOVIMIENTO DEL PIE

fig 23 A.B.

METATARSO
COMO PALANCA B.

1.5.4.4. Función del dedo gordo en la marcha y la carrera.

Como el dedo gordo lleva por lo menos un tercio de la carga durante la fase de propulsión hacia adelante en la marcha y en la carrera **debe ser fuertemente activado para aumentar la eficiencia del movimiento.** (Kinesiología : 324).

"la importancia que tiene en la marcha tiene que ser estimado en relacion al hecho de que el flexor largo del dedo gordo (fig 9) ejerce sobre él una fuerza tres veces mayor que la ejercida en cualquier otro dedo. (Cunningham op.cit. :430). (Ver fig 24 A.B.C.)

ACCION DE EMPUJE DEL DEDO GORDO

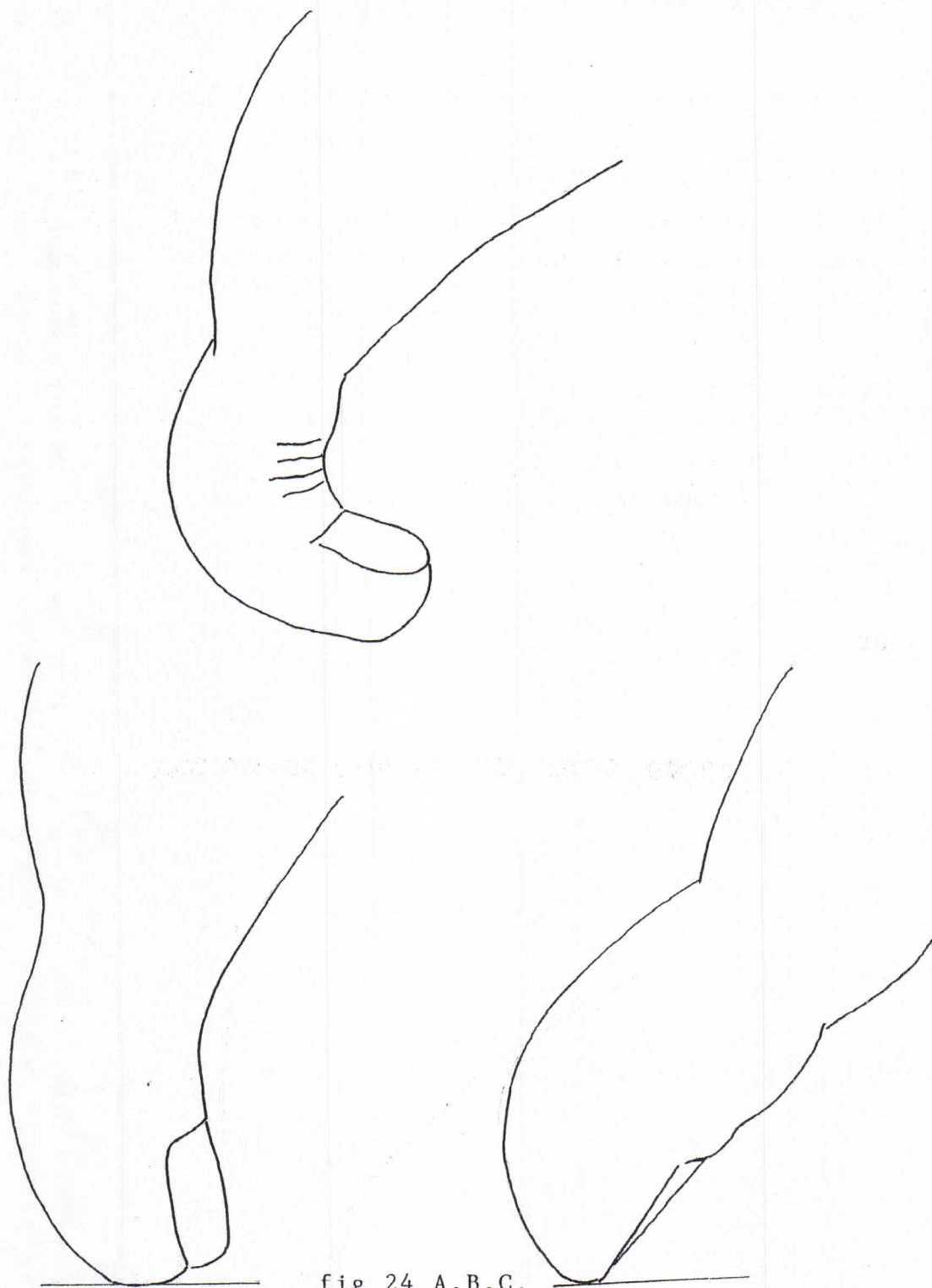


fig 24 A.B.C.

"La parte inferior del pie posee grandes almohadillas que sirve para acolchar los puntos focales donde se concentra el peso. (fig 20). La superficie plantar de los dedos contribuye a aferrarlo al suelo durante la marcha, la carrera y el salto. (Kinesiología Op, cit. :430)



fig 25 AGARRE DE LOS DEDOS AL SUELO

1.5.5. El Pie como palanca

"El pie es una palanca que se utiliza para levantar el peso del cuerpo y transmitir el impulso en la marcha y en la carrera. (Cunningham Op, cit. :205)

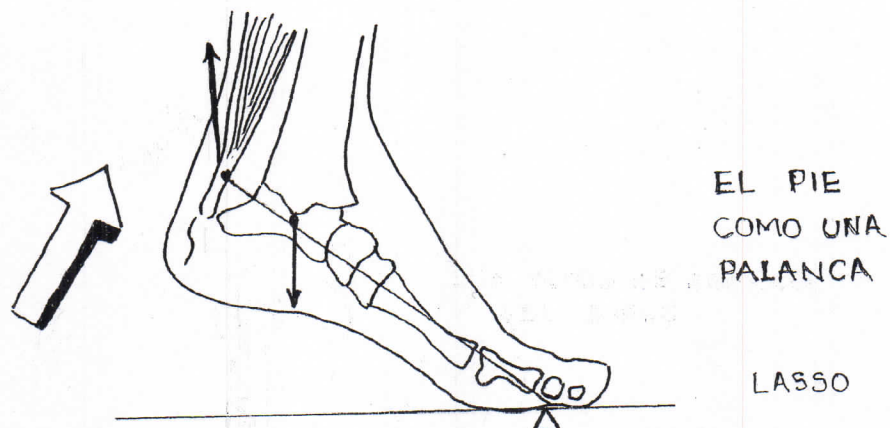
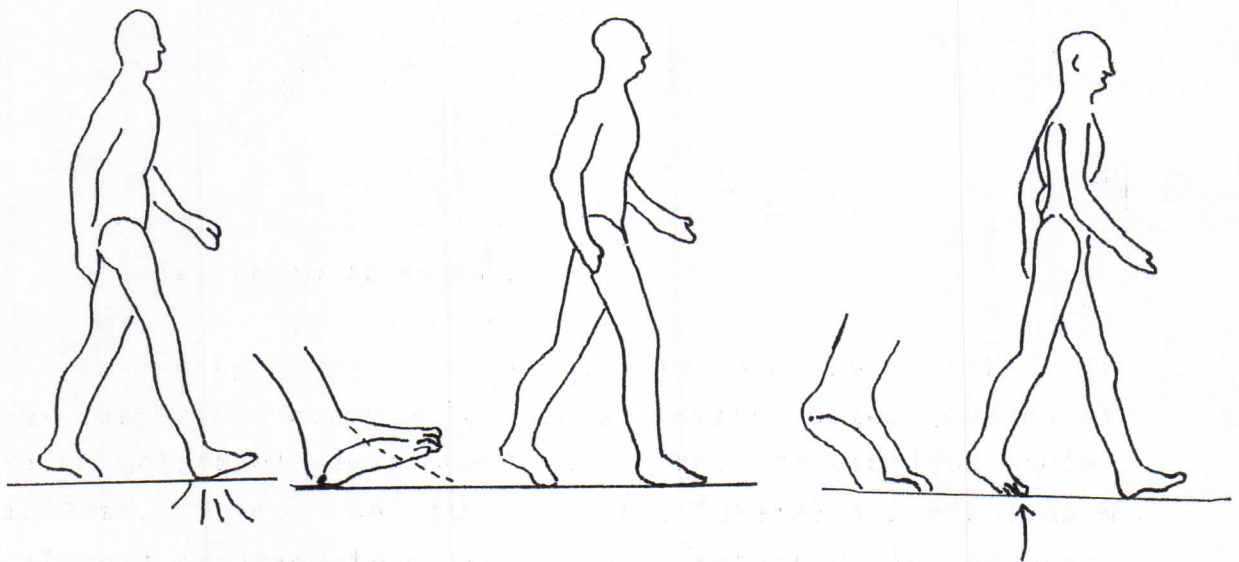


fig 26

1.5.6. El Pie en la marcha.

"En la marcha el peso se aplica primero sobre el talón, pilar posterior, común a los arcos longitudinales (cuando el talón golpea el suelo) conforme el peso se desplaza hacia a delante, el peso cae sobre el borde lateral del pie transmi tiéndose rápidamente a través de la cabeza de los metatarsianos a la parte media del arco longitudinal, al mismo tiem po que el talón se levanta del suelo y se opera una propul_ sión sobre el dedo gordo; (mediante la extensión de la arti_ culación de la cadera y de la rodilla), por media flexión plantar de tobillo y flexión de las articulaciones del dedo gordo (Cunninghan Op, Cit. :275)



CHATAIN.

fig 27 EL PIE EN LA MARCHA

1.5.7. Función del Pie en la Carrera.

"El pie emplea para amortiguar la fuerza de la caída y el peso total del cuerpo un sistema articular de polea inician do en la parte de adelante sobre la articulación de las fa- langes metatarsianas, el primer metatarsiano recibe el 50%

del peso del cuerpo ((Principios de Anatomía Humana: Clintic :228)

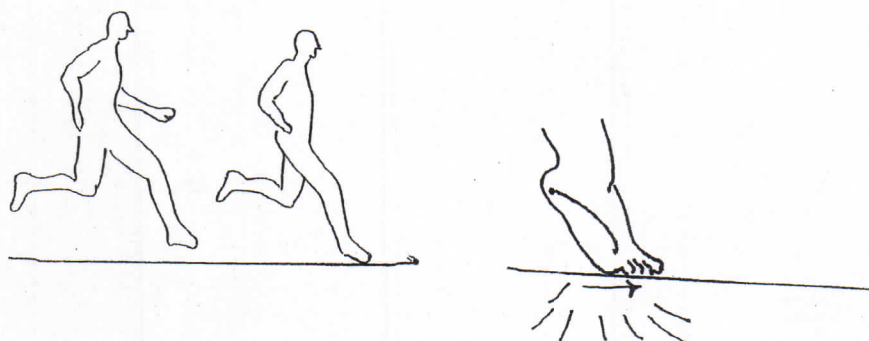


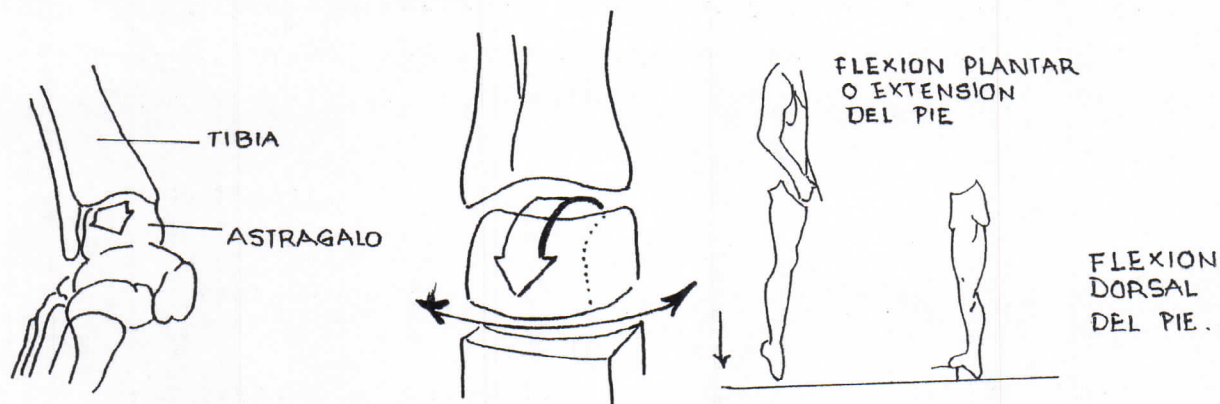
fig 28 FUNCION DEL PIE EN CARRERA

"Al iniciar el apoyo en la carrera los arcos del pie longitudinal y transversal dan elasticidad fuerza y estabilidad soportando el peso del cuerpo, evitando el choque del talón con el suelo en el momento del paso del cuerpo por la vertical e introducen un mecanismo de resorte impulsando el cuerpo de nuevo hacia adelante. Con la activa participación de flexión del dedo gordo hasta despegar totalmente la planta del suelo, iniciando la fase de vuelo. (Clintic Bis :117)

1.6. EL TOBILLO.

1.6.1. Articulación del Tobillo.

"La parte superior del Talus se adapta en el extremo inferior concavo de la tibia, permitiendo esta articulación el movimiento en un solo plano de flexión y extensión, porque la apófisis de la tibia y el peroné (o fíbula) sobrepasan la juntura y rodean estrechamente el Astrálogo.



FUCCI.

fig 29 ARTICULACION DEL TOBILLO

1.6.2. Función del Tobillo en la Marcha.

"La flexión del tobillo inclina la pierna más hacia adelante. En la acción de apoyo en la marcha, el tobillo participa desde que el talón establece contacto con la superficie del suelo hasta que los dedos del pie se separan de dicha superficie

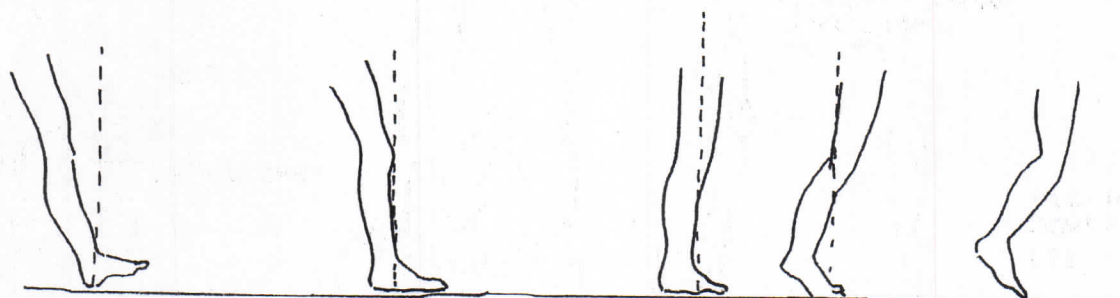


fig 30 FUNCION DEL TOBILLO EN LA MARCHA

1.6.3. Función del Tobillo en la Carrera

"En la carrera el centro de gravedad al pasar por delante de la articulación del tobillo la fuerza gravitacional flexionará la articulación del tobillo; esta acción es controlada por los músculos extensores del tobillo, que se es tiran, la extensión de la cadera y de la rodilla será el resultado de la contracción de estos extensores".(Kinesiología Op,cit. :242)

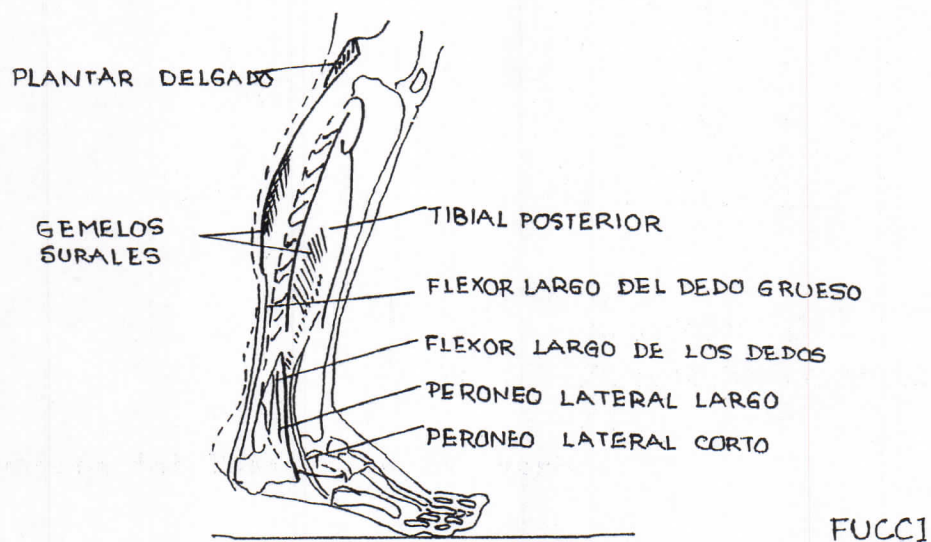


fig 31

FUNCION DEL TOBILLO EN LA CARRERA

"Como la articulación del tobillo no permite un movimiento lateral apreciable, el eje de la rodilla siempre debe estar paralelo al del pie. De esta manera en una profunda inclinación de las rodillas flexionadas, siempre estarán dirigidas hacia los dedos del pie. La misma relación debe existir en la carrera, el salto y el punta pie.

La posición del pie de despegue, determina la dirección del movimiento de la rodilla y la carrera correspondientes en

los movimientos que exigen la realización de dos o más movimientos rápidos, la dirección de la pierna de apoyo determina la dirección del cuerpo en ese punto y la dirección del cuerpo en ese punto y la dirección que podrá tomar la otra pierna, por ejemplo el punta pie en el fútbol. De esta manera los jugadores de la defensa se mueven en la dirección en que se halla la pierna de apoyo (para anticipar a la jugada) (Kinesiología Op, cit. :242)

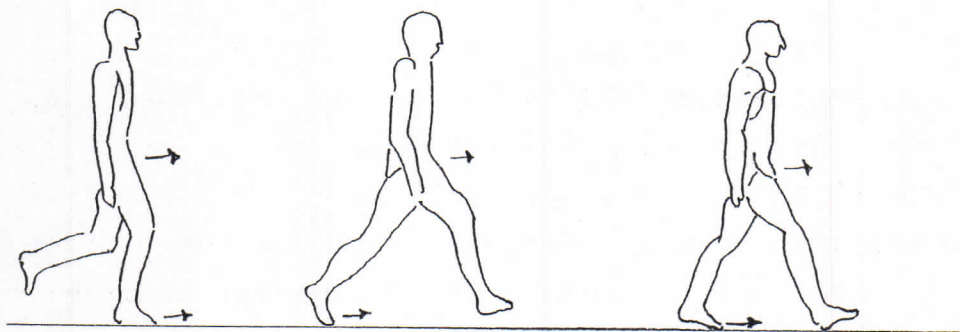


fig 32 DIRECCION DEL PIE EN LA PROGRESION DE LA MARCHA.

1.7. LA RODILLA

1.7.1. Articulación de la Rodilla.

"La Rodilla es una articulación de tipo de polea que permite la flexión y la extensión amplia, así como una ligera rotación cuando la rodilla está doblada (Ver fig 33)

Esta articulación es la más complicada del cuerpo. Entradas las dos rodillas cargan el peso total de las partes del cuerpo situadas por encima de ellas y toman parte importante en las funciones de caminar, correr, estar de pie, pa-tear". (Principios de Anatomía Humana Op, cit :222)

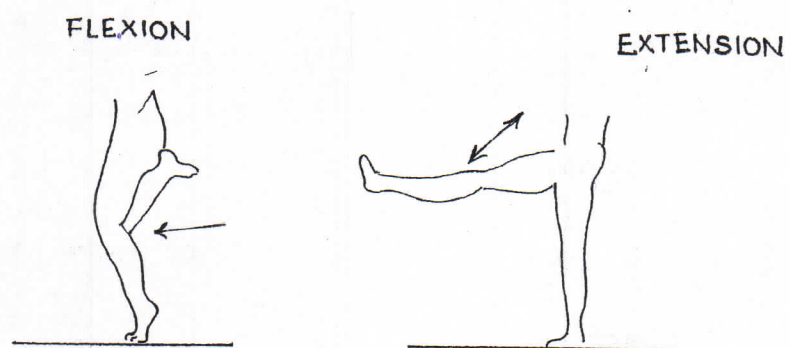
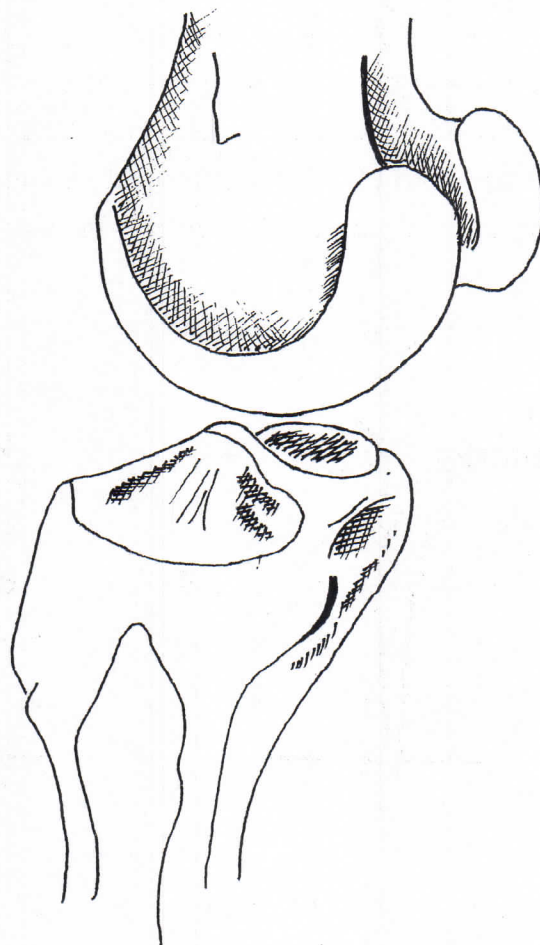


fig 33

FUCCI



FUCCI.

fig 34 ARTICULACION DE LA RODILLA.

EXTENSION DE LA PIERNA

FLEXION DE LA PIERNA

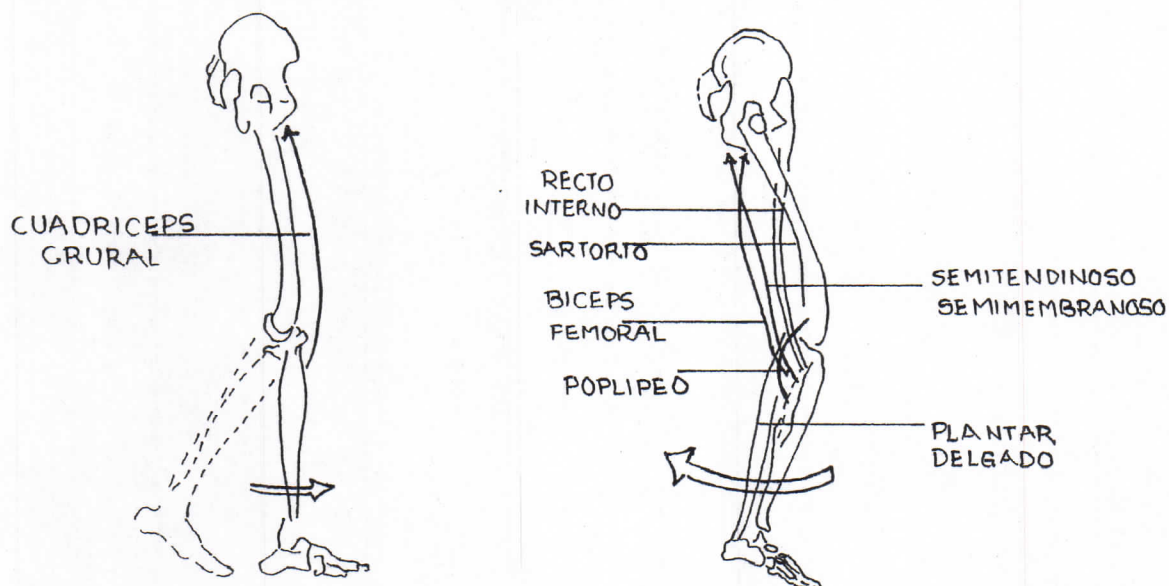


fig 35 A.B.

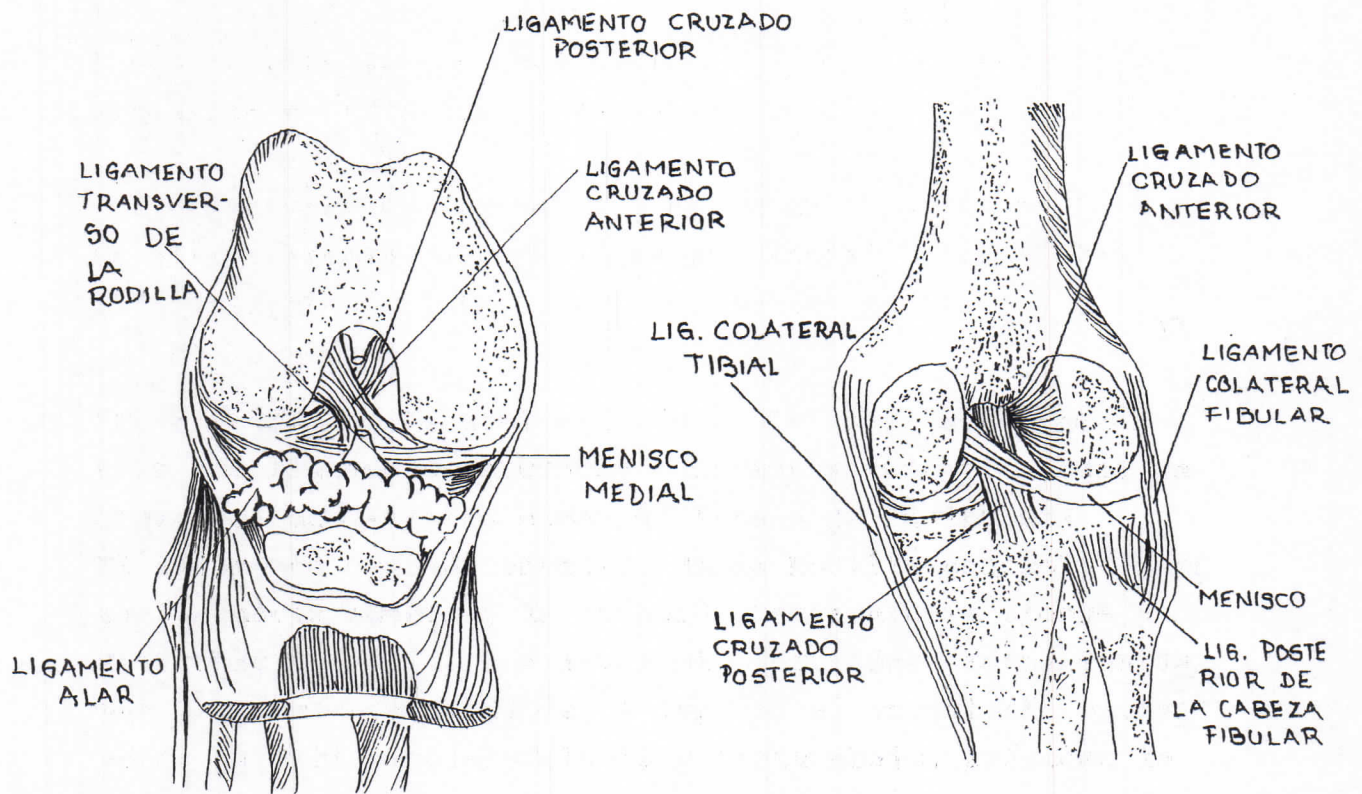
FUCCI.

"La articulación de la rodilla situada entre las articulaciones de la cadera y del tobillo en la larga extremidad inferior que sostiene el peso del cuerpo, hace frente a las tensiones rotatorias impartidas por el Fémur, por medio de los fuertes ligamentos que mantienen unidos a los huesos. La articulación de la rodilla está rodeada por las Facias, tendones y ligamentos. La porción anterior de ella está en vuelta por los ligamentos capsular y rotulismo. Estos permiten una amplia escala de movimientos en la flexión de la rodilla, las caras posteriores de la rodilla están unidas por el ligamento Poplíteo corto, que controla la hiper extensión de la articulación" (Ver fig 36)

"El desplazamiento hacia el costado es impedido medialmente (internamente) por el ligamento Tibial t lateralmente, por el ligamento lateral externo de la rodilla.

"En el medio de la articulación de la rodilla se encuentran los ligamentos cruzados anterior y posterior, que se cruzan el uno al otro como las líneas de la letra X.

El ligamento cruzado anterior de la Rodilla controla la rotación hacia adentro; la rotación hacia afuera tiende a destrabar y relajar los ligamentos cruzados. Estos mantienen al Fémur y a la Tibia, e impiden el movimiento excesivo de la Tibia hacia adelante y hacia abajo, así como la rotación hacia adentro.



VISTA ANTERIOR DE
LA ARTICULACION DE
LA RODILLA (ABIERTA)

VISTA POSTERIOR DE
LA ARTICULACION DE
LA RODILLA (ABIERTA)

fig 36

fig 37

CHATAIN

1.7.2. Movimiento Articular.

"Los Musculos del grupo posterior, que flexionan la pierna a nivel de la rodilla, son también extensores de la cadera. Debido a esto, muchos individuos son incapaces de tocarse los dedos de los pies mientras las rodillas están extendidas. (Ver fig 38 A.B.)

Como podría mostrar cualquier contorsionista, es posible entrenar los músculos posteriores para que se relajen."

(Cunningham Op, cit. :412) (Ver fig 39)

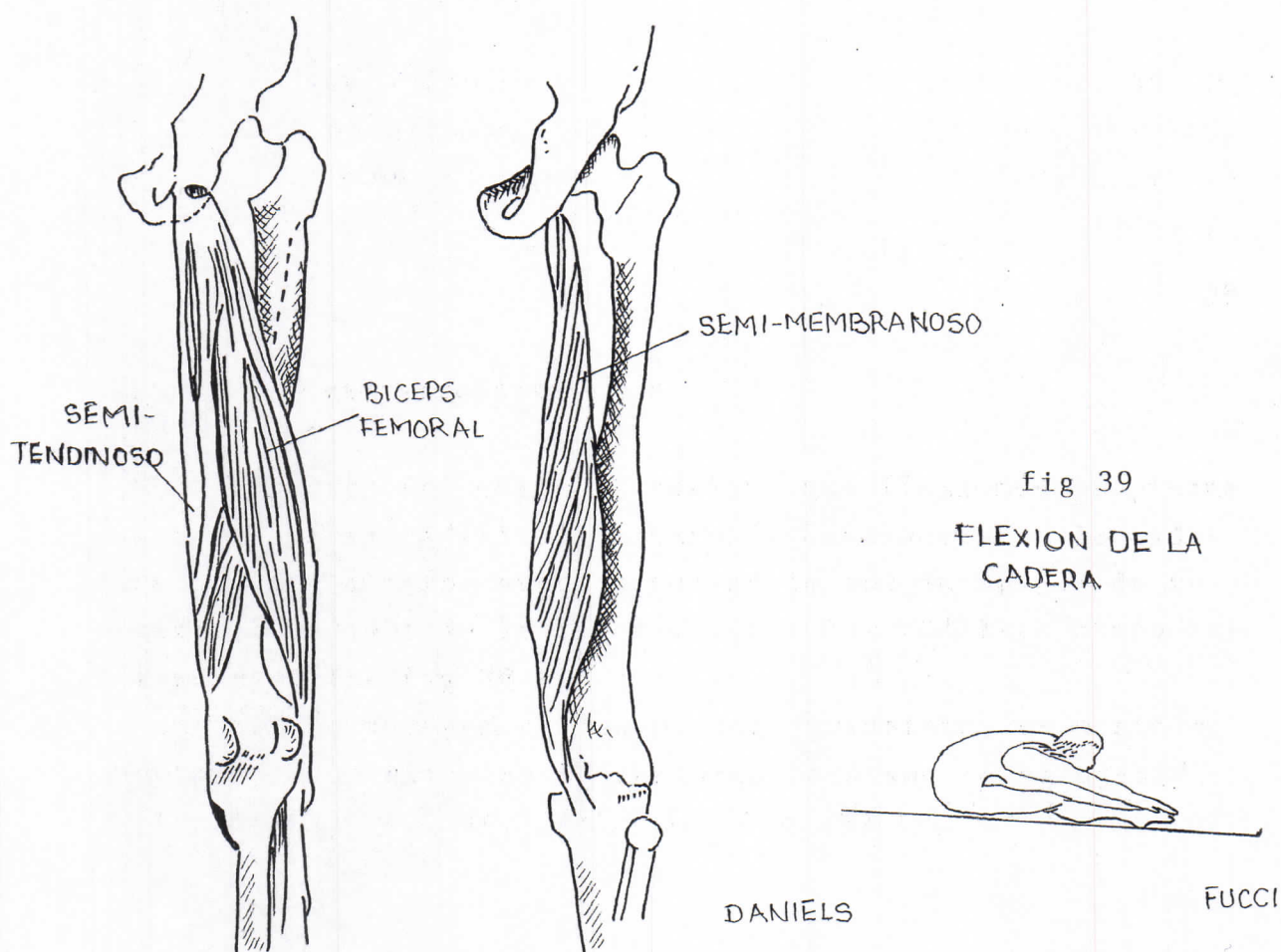
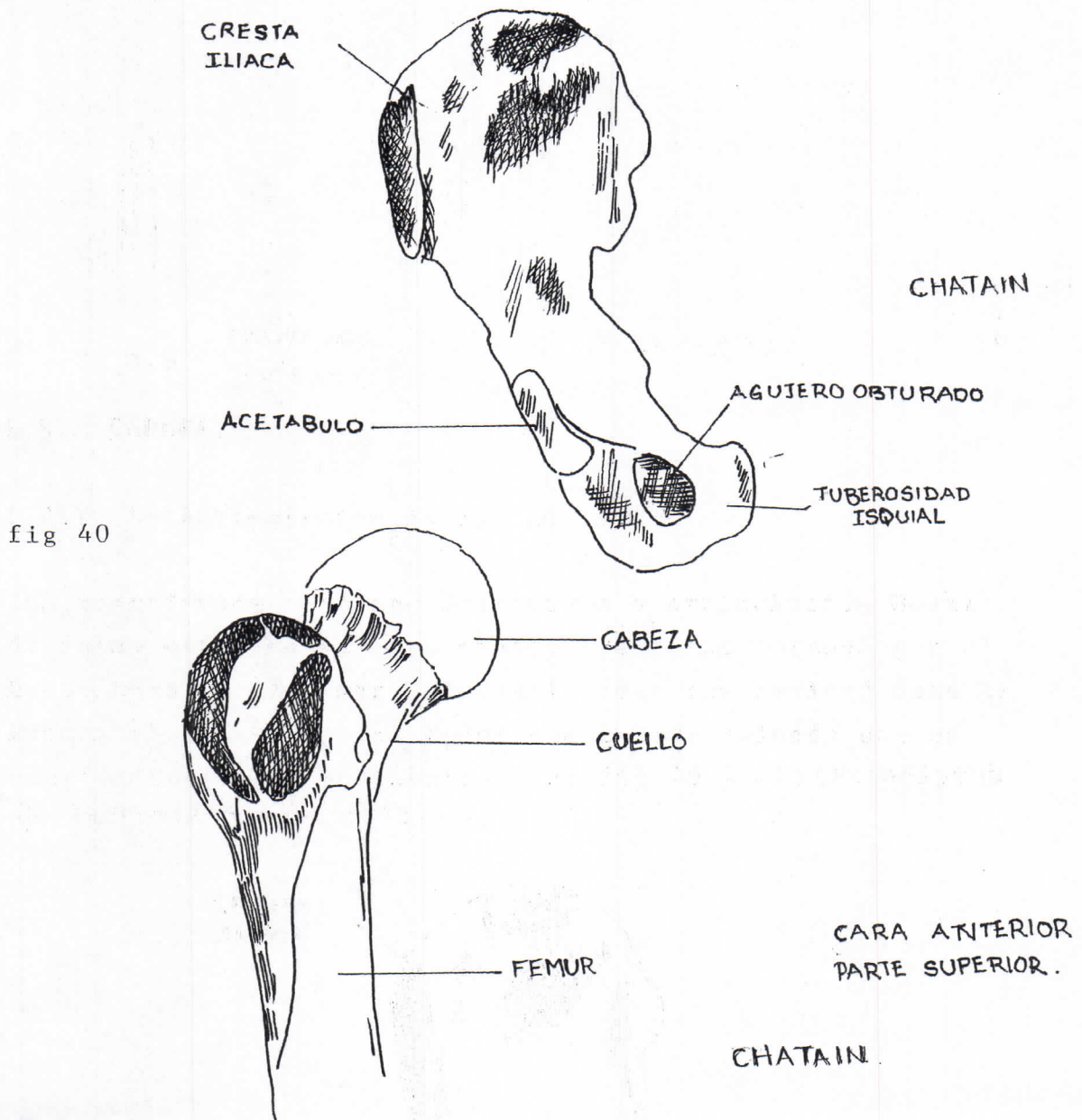


fig 38 A.B. MUSCULOS FLEXORES DE LA RODILLA
EXTENSOR DE LA CADERA

1.8. CADERA.

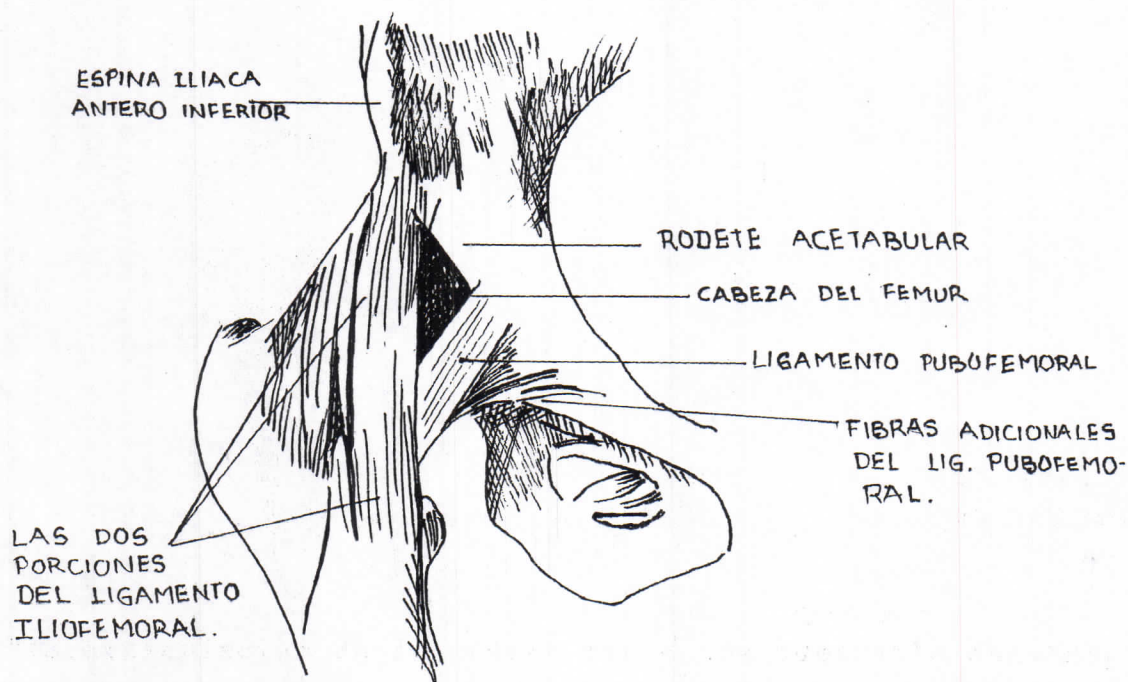
1.8.1. La Articulación de la Cadera.

"Es considerada como una Enartrosis o Articulación Movil de forma esférica muy resistente y estable formada por el hueso Coxal y el Fémur: el Coxal tiene una cavidad ósea profunda, el Acetabulo. El Fémur una cabeza redonda que se adapta dentro del Acetábulo. (Ver fig 40 y 41) (Principios de Anatomía Humana :216)



"la articulación de la cadera tiene una admirable construcción que le permite combinar una relativa libertad de movimiento con el soporte y transmisión del peso corporal.

Los Huesos de ésta articulación están rodeados de músculos poderosos unidos por una capsula densa y resistente"(Ver fig 42) (Principios de Anatomía Humana Clíntic :216)



CUNNINGHAM

fig 42 ARTICULACION DE LA CADERA

1.8.2. El Fémur.

"El hueso más grande del Cuerpo Humano es el Fémur. El Fémur se dirige hacia abajo en una inclinación hacia la línea media o del centro acercándose al Fémur del lado opuesto. Esta convergencia de los huesos, acerca las rodillas a la línea de gravedad del cuerpo. (Op, cit. :216)

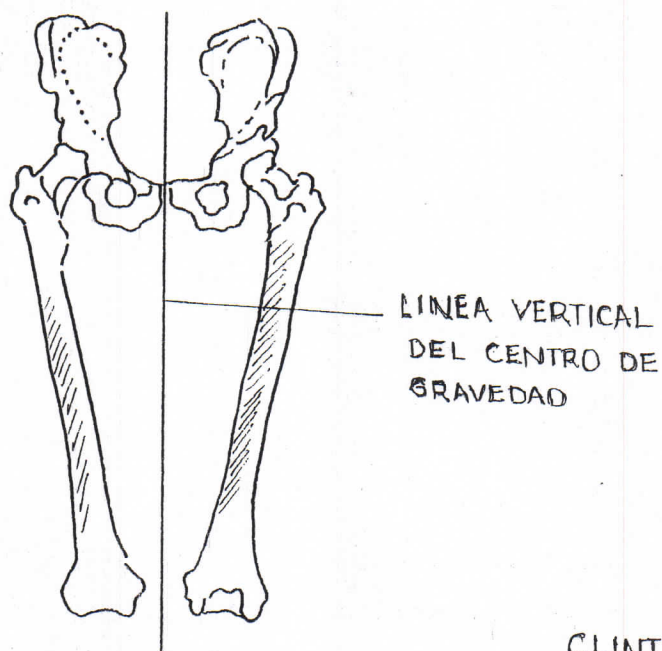


fig 43 ACERCAMIENTO DISTAL DE LOS FEMURES

1.8.3. Función de la Cadera

"La articulación Coxal- Fémur desempeña tres funciones importantes

- carga la mitad del peso del cuerpo (Ver fig 44)
- transmite peso
- sirve para el movimiento

1.8.4. Movimientos de la Cadera.

Gracias a la disposición de los huesos esta articulación permite los movimientos de flexión, extensión, abducción, aducción, circunducción y rotación medial y lateral del muslo. (Ver fig 44)

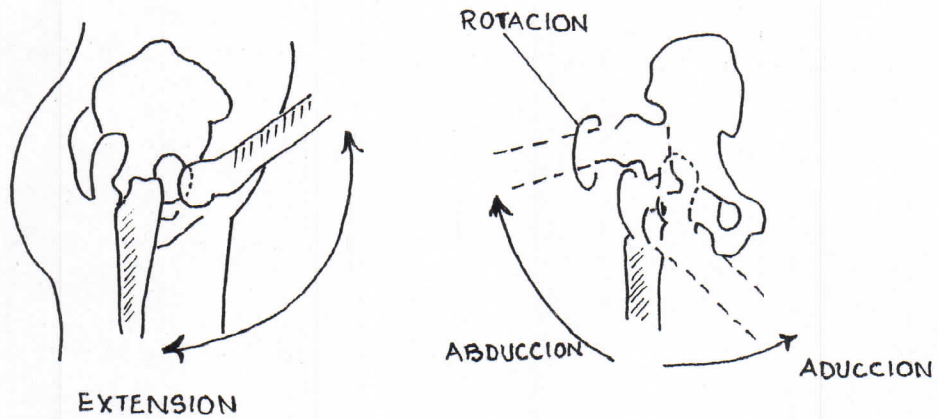
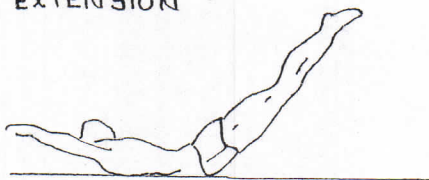
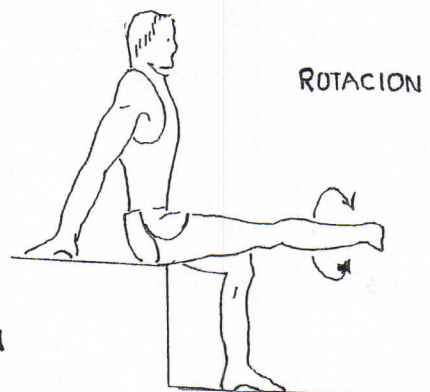


fig 44

EXTENSION

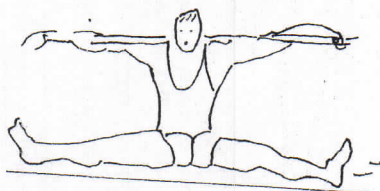


FLEXION

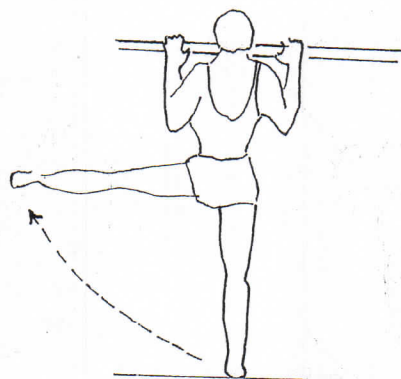


ROTACION

ABDUCCION



ESPARRANCA



ABDUCCION



ADUCCION

fig 45 MOVIMIENTOS DE LA CADERA.

FUCCI

1.8.5. Transmisión de peso. Articulación Coxal Fémur.

"Son muchos los requerimientos mecánicos de esta articulación, tiene que ser capaz de soportar todo el peso del cuerpo, tanto en Bipedestación como sobre un pie, pero también ha de ser vehículo de transmisión de fuerzas sobre el Fémur que supone varias veces el peso del cuerpo por el movimiento del tronco sobre el Fémur tal como ocurre durante la marcha y carrera

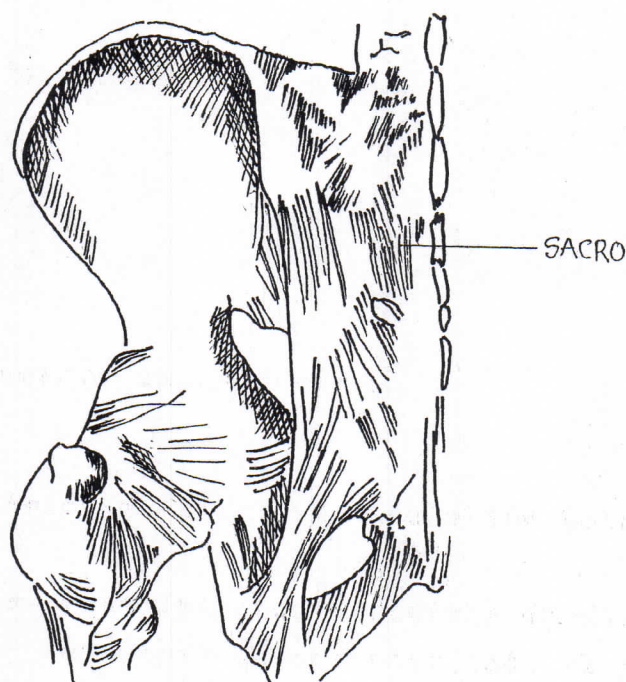


fig 46 ARTICULACION SACRO-COXAL-FEMUR. CUNNINGHAM

La articulación por tanto, tiene que poseer gran fortaleza y estabilidad. De acuerdo con estos hechos, la profundidad de la cavidad, la cabeza Femoral, la potente y tensa cápsula fibrosa y la inserción de los músculos a cierta distancia del centro de movimiento,"(o sea el Centro de Gravedad del Cuerpo) Cunningham :254)

1.8.6. Función del Hueso Sacro

"El hueso Sacro recibe el peso de la columna vertebral,, el se lo transfiere al hueso Coxal por medio de los ligamentos que amarran esta articulación de manera directa, el peso, ellos son : Ligamento Iliolumbar, Sacro Iliaco ventral, Sacro espinal, Sacro, Coccígeo Ventral, Sacro Tuberal por la cara de adelante. Por detrás o posterior amarran o ayudan a evitar la inclinación del tronco, son los ligamentos Ilio Lumbar, Sacro espinal, Sacro Iliaco posterior (porción corta) Sacro espinal, Sacro tuberal.

El hueso Coxal a su vez transfiere el peso al Fémur que es el hueso más grande del esqueleto , como se ha dicho, su ccbeza se articula al Acetábulo del Coxal.

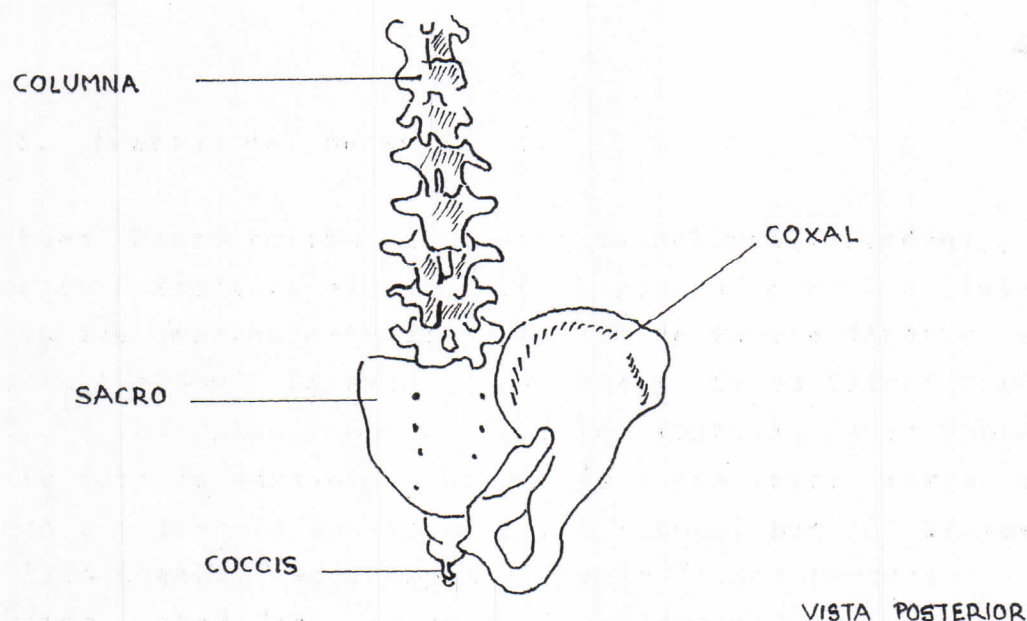


fig 47 FUNCION DEL HUESO-SACRO FUCCI.

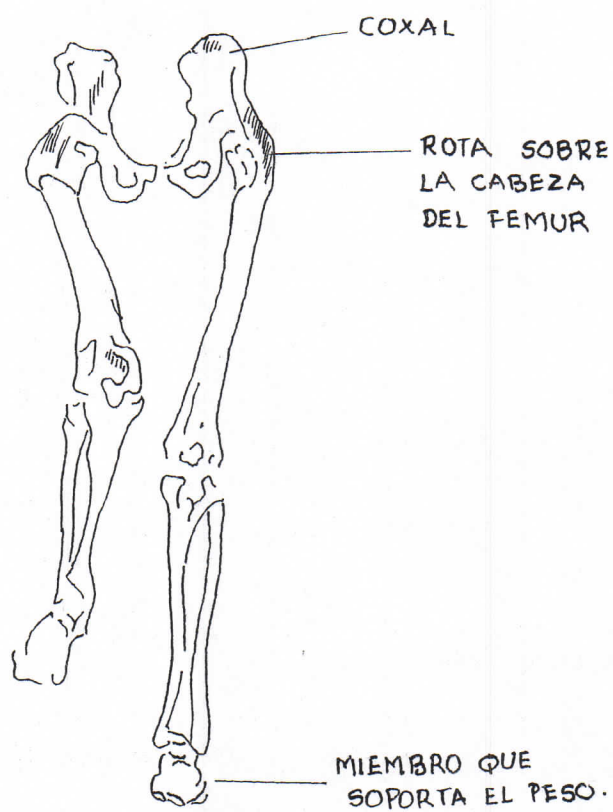


fig 48 FUNCION DEL HUESO COXAL . VISTA ANTERIOR

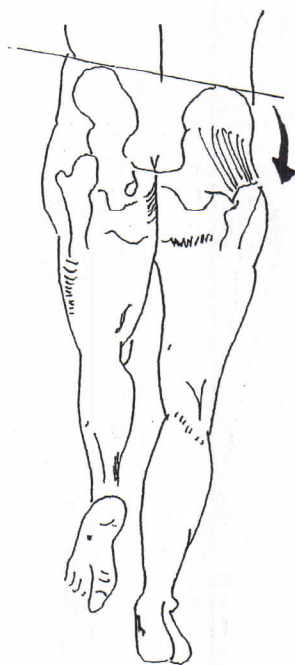


fig 49 FUNCION DEL HUESO COXAL .

VISTA POSTERIOR

1.8.7. Cinturón Pelviano.

"El cinturón pelviano consta de dos huesos coxales que en unión del Sacro y el Cécix constituyen la pelvis.

a. Los huesos Coxales se reúnen en la parte de adelante en la Sinfisis Pubiana

b. El hueso Sacro y hueso Coxal de cada lado forman la articulación Sacro Iliaca

El hueso Sacro está encajado entre los dos huesos Iliacos y soporta el peso corporal.

La estructura del Cinturón es tal que da fuerza, sostén y protección. (Cunningham, Tratado de Anatomía Humana.)

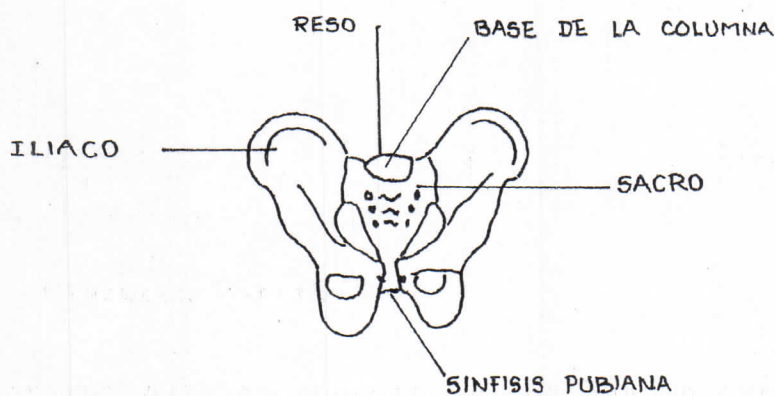


fig 50 CINTURON PELVIANO

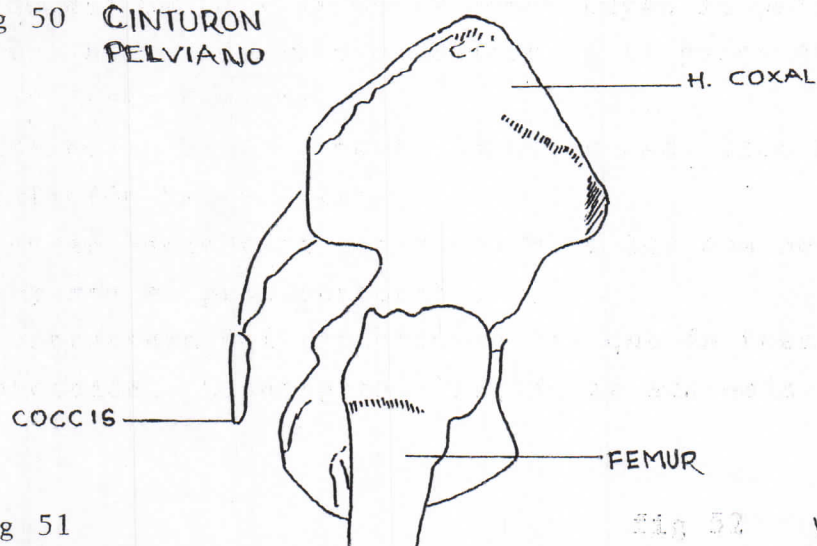


fig 51

CINTURON PELVIANO.

fig 52

VISTA LATERAL

1.8.8. Acción de la Presión Atmosférica.

"La integridad de la articulación de la cadera se mantiene por la presión de la atmósfera contra el vacío parcial de la articulación." (Kinesiología :321)

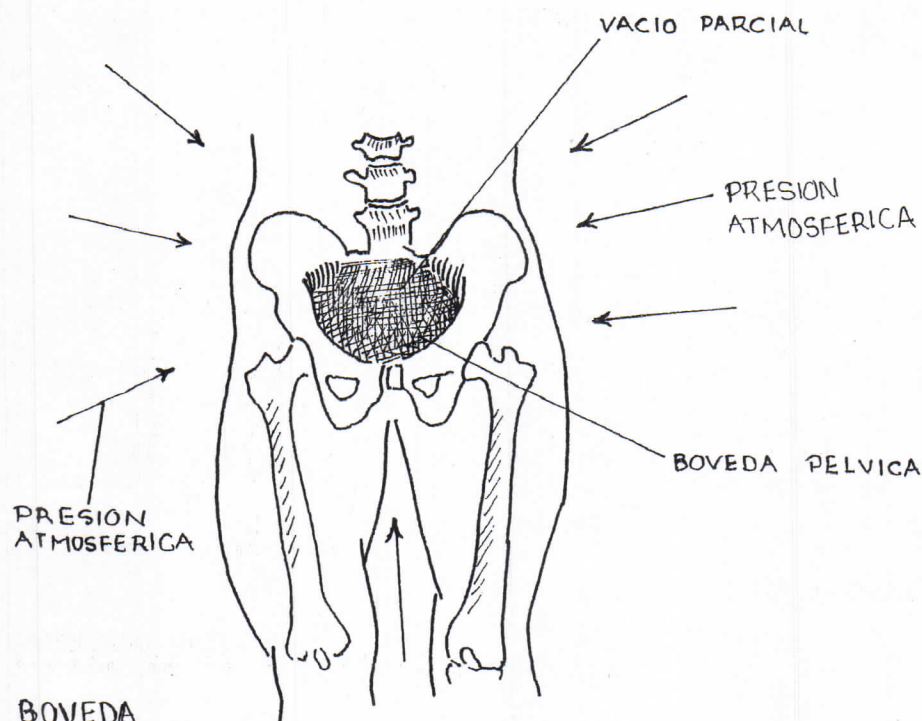
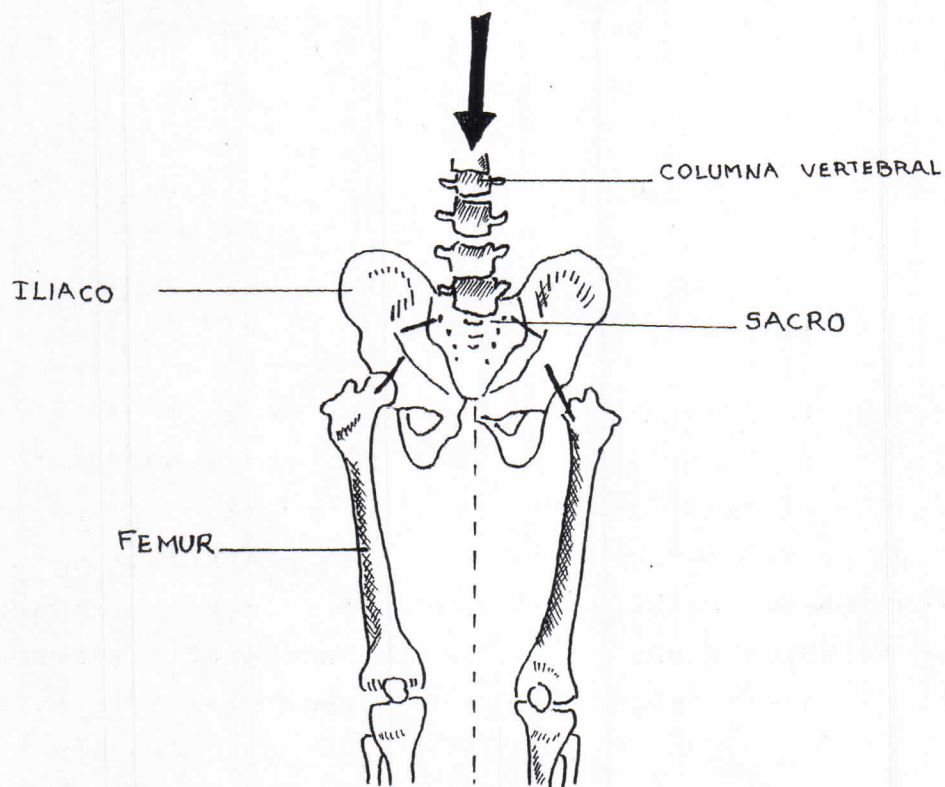


fig 52 BOVEDA PELVICA

1.8.9. Transmisión de peso. Columna -Sacro- Cadera

"La Pelvis ósea protege las vísceras pélvicas y proporciona inserción a los músculos del tronco y de la extremidad inferior pero su función esquelética primaria es proporcionar una transmisión estable del peso del cuerpo desde la columna vertebral a los huesos del muslo. Desde aquí se transmite a la articulación de la cadera donde el peso del cuerpo será soportado por la cabeza del Fémur. (Gardnier, Anatomía :18)



FUCCI.

fig 53 TRANSMISION DE PESO. PARTE SUPERIOR DEL SACRO.

1.8.10. Transmisión de peso. Parte Superior del Sacro.

"El peso de la cabeza, miembros superiores y Tronco se transmite a través del Sacro y el Ilión de ambos lados de los Femures cuando se está de pie y a las tuberosidades Isquiáticas cuando se está sentado" (Gardnier :622)

"Esta articulación proporciona elasticidad a esta estructura que tiene que soportar el peso del cuerpo.

Esta articulación es casi inmóvil debido a la irregulari-

dad de las superficies articulares que están en contacto."
(Principios de Anatomía Humana. Clintic.)

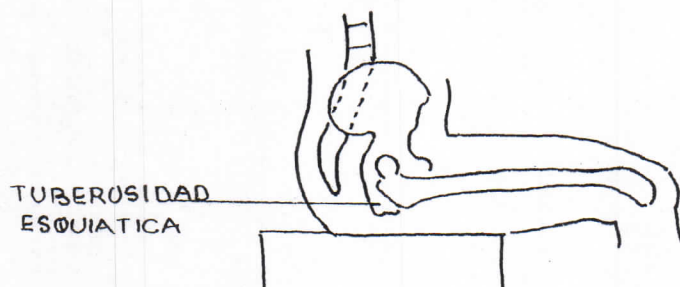


fig 54 A TRANSMISION DE PESO SENTADO.

1.9. COLUMNA VERTEBRAL.

1.9.1. Articulación.

"Es considerada una anfiartrosis porque está articulada por dos lados y semimovil.

Desde el punto de vista mecánico pueden compararse a una Junta constituida por dos superficies más o menos planas, separadas por una esfera" (ver fig. 54 B)

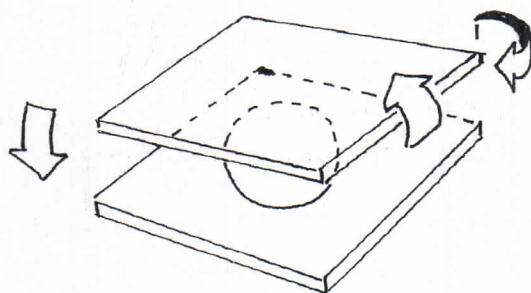


fig 54 B ESQUEMA DE LA UNIDAD FUNCIONAL DE LA COLUMNA V.

De esta manera se posibilitan los movimientos en los tres ejes, si bien de limitada entidad."

En la realidad anatómica las superficies articuladas son respectivamente las caras inferiores y superiores de dos cuerpos vertebrales contiguos.. Entre las dos caras articulares se sitúa el disco intervertebral compresible, que es tá formado por una parte central (núcleo pulposos incompresible que desempeña la función de la esfera en la Junta mecánica citada. El núcleo pulposos está circundado por un anillo fibroso más deformable"(Biomecánica del Aparato Locomotor aplicada al acondicionamiento muscular. Sergio Fucci. 1.988)

1.9.2. Unidad Funcional de la Columna Vertebral.

"La unidad funcional comprende dos vertebrae vecinas con sus articulaciones, el disco intervertebral los ligamentos y las raíces nerviosas.

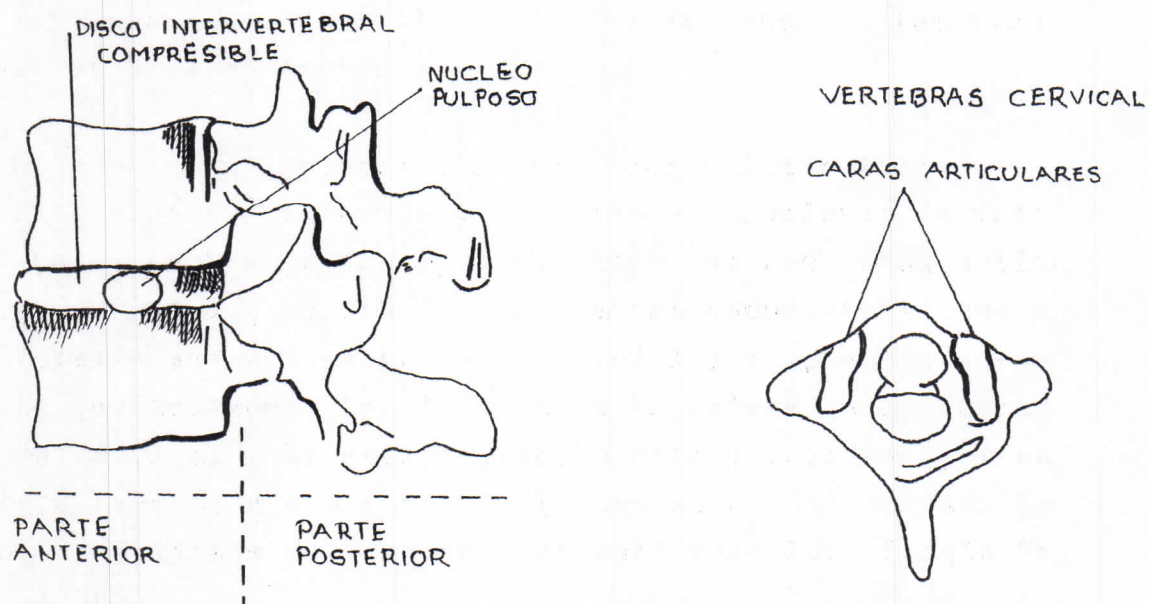


fig 55 UNIDAD FUNCIONAL DE LA COLUMNA VERTEBRAL..

"Parte Anterior: La parte anterior de la unidad funcional es una estructura hidráulica de soporte de peso y absorción de choques, compuesta por dos cuerpos vertebrales y discos interpuestos."

"Parte Posterior: La parte posterior tiene los procesos articulares y funciona como un mecanismo de deslizamiento dinámico que determina el movimiento de la columna según la dirección de las superficies articulares." (Anatomía Macroscópica Funcional y Clínica de Chatain y Bustamante).

1.9.2.1. Disco Intervertebral.

"El Disco intervertebral distribuye el peso sobre la superficie del cuerpo vertebral, permite movimientos muy limitados entre las dos vertebrales y absorbe las fuerzas de choque. A causa de un alto contenido de agua, el núcleo es incompresible. Sin embargo el disco cambia de forma para permitir los movimientos de las vertebrales durante la flexión, la porción fibrosa del disco, es comprimida, haciéndose ligeramente protuberante en tanto que el núcleo tiende a desplazarse hacia atrás, adoptando la forma de una cuña, algo similar pero en sentido inverso se produce en la extensión. Durante la inflexión lateral del disco se hace más espeso del disco convexo de la columna hacia donde se desplaza el núcleo pulposo." (Ibid, Op, cit. Chatain)(Ver fig 57)

1.9.3. Movimiento de la Columna Vertebral.

"El movimiento total de la columna bastante amplio se obtiene gracias a la suma de todos los movimientos de los varios elementos que la componen". (Op, Cit. Chatain)
(Ver fig 56)

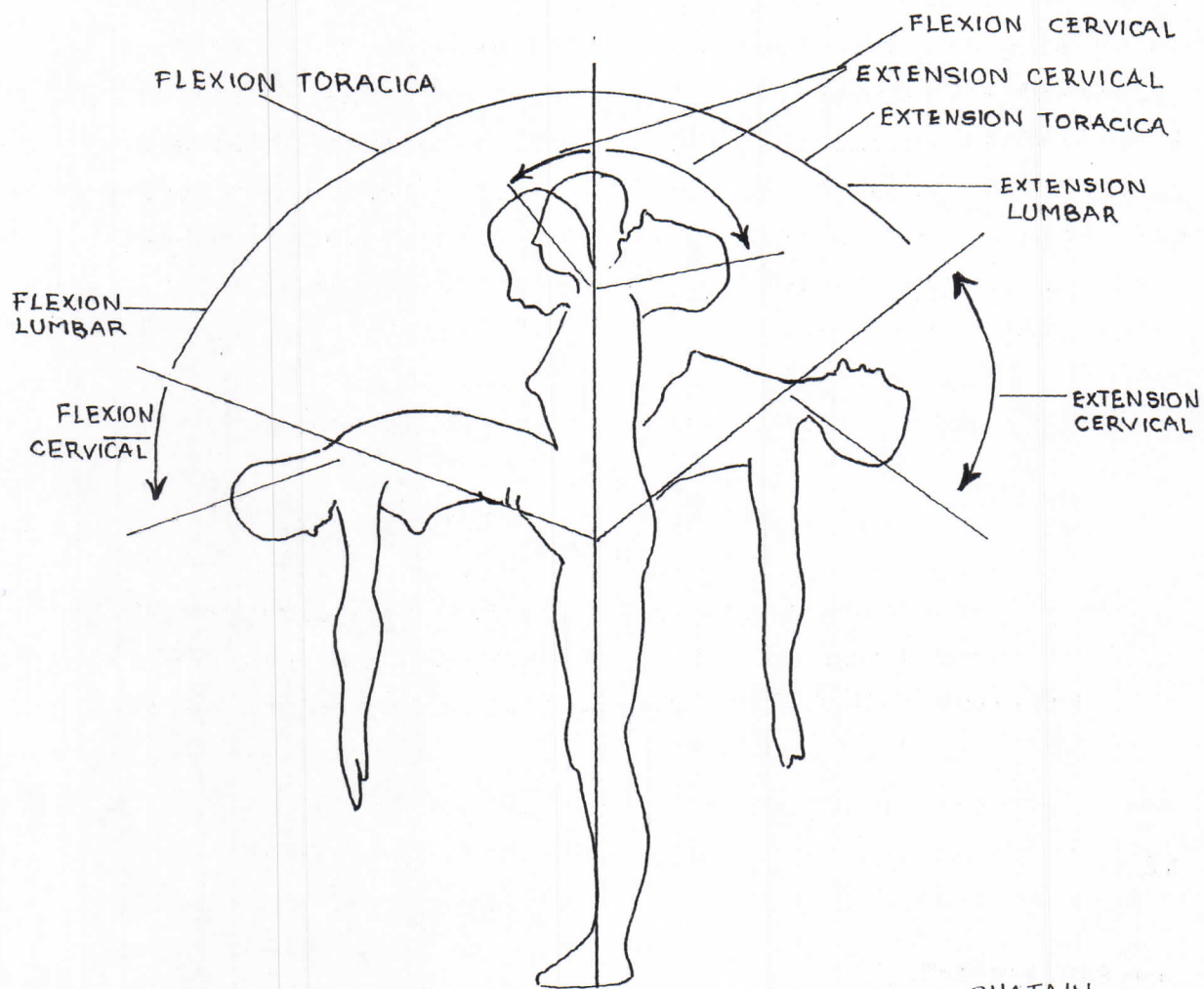


fig 56 ACCION FLEXION-EXTENSION DE LA COLUMNA VERTEBRAL

Representación esquemática de los movimientos de flexión y extensión de la columna vertebral según Kapandy.

"Todas las acciones de la columna vertebral están sujetas a la acción de la gravedad.

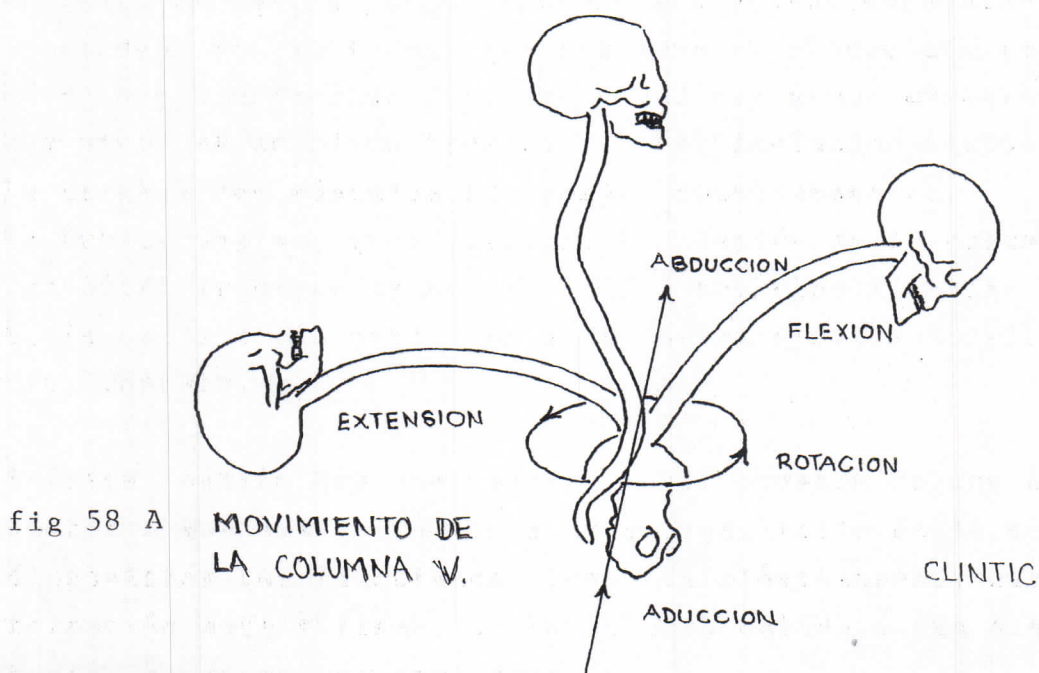
En la posición erecta y en bipedestación estable, la fuerza de la gravedad tiende a aumentar las curvaturas de la columna vertebral y el mantenimiento postural se debe primordialmente a la resistencia y deformación dinámica de las articulaciones intervertebrales; la mayor parte de los músculos descansa y solo se activan grupos individuales cuan-

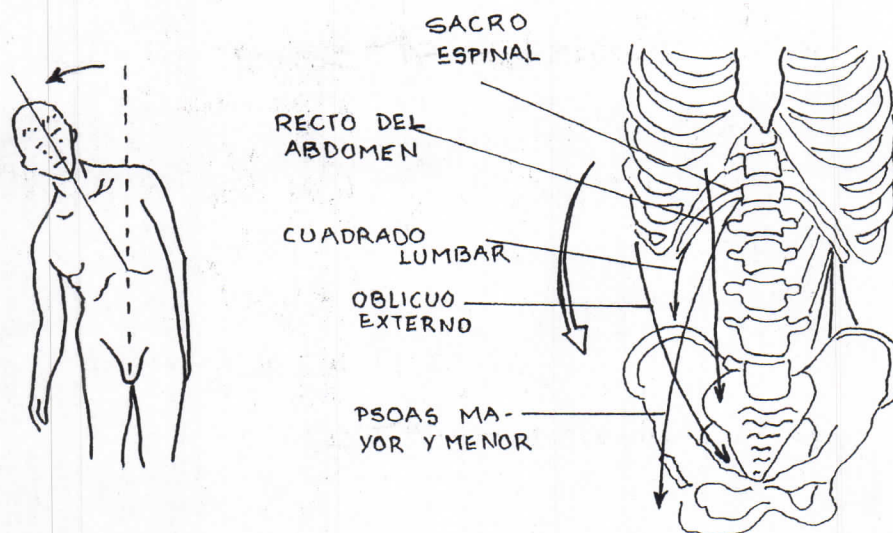
do se rompe el equilibrio. Cuando se efectúa en posición erecta una flexión o inflexión lateral, (Ver fig 57), el movimiento se inicia por el grupo muscular correspondiente, es ayudado por la fuerza gravitacional y controlado por la resistencia articular y la actividad del grupo muscular antagónico, en la plena flexión, las articulaciones soportan la carga y los músculos se relajan completamente.

De Cubito Supino, (boca arriba) la flexión de la columna vertebral requiere la acción de los músculos flexores contrala resistencia articular y la fuerza gravitacional" (Op, Cit. Chatain.)

Resulta también que una tensión mayor o menor de uno de los sectores musculares comporta un desequilibrio de la normal disposición que la columna tiene fisiológicamente; una conformación norectilínea, probablemente debida a una distribución oportuna del tono muscular.

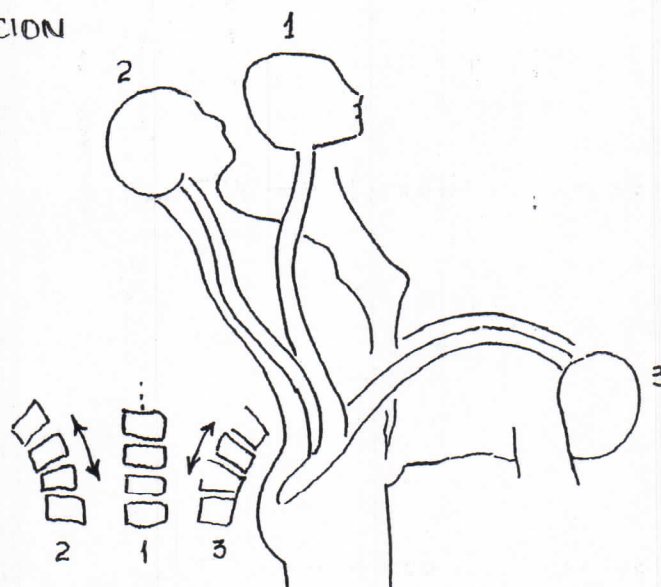
Estos factores contribuyen a dar a la columna un aspecto curvilíneo en el que se identifican cuatro curvas características: la Cifosis Sacra, la Lordosis Lumbar, la Cifosis Dorsal y la Lordosis Cervical. (Las Lordosis tienen convexidad anterior, la Cifosis posterior.)(Ver fig 59)





FUCCI

fig 57 INCLINACION
DE LA
COLUMNA

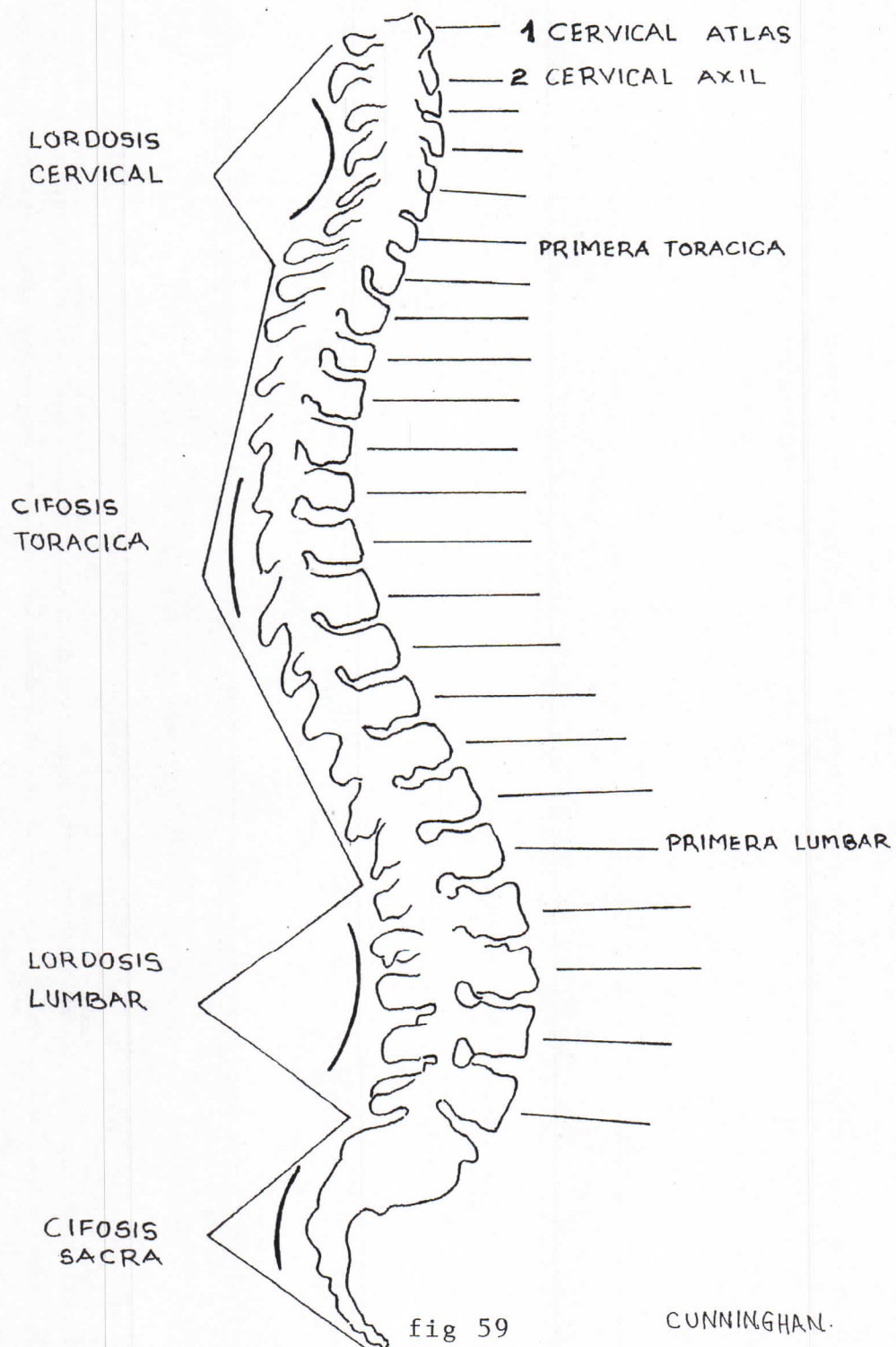


FUCCI

fig 58 B MOVIMIENTO DE LA COLUMNA VERTEBRAL

"Estas son curvas fisiológicas mientras se mantienen dentro de ciertos límites. Su función es de amortiguación protección de la columna en los choques (saltos y caídas de altura.)(Ver fig 59)

COLUMNA VERTEBRAL. CURVAS FISIOLÓGICAS



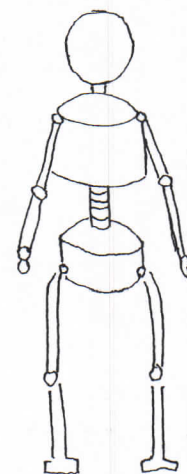
CUNNINGHAM.

1.10. EL APARATO ESQUELETICO EN CONJUNTO

"El aparato esquelético del cuerpo humano puede ser esquematizado como una estructura de sostén. Constituida por dos bloques distintos que para simplificar al máximo, consideraremos de forma cilíndrica (es decir la pelvis y el tórax). Estos están unidos por un elemento articulado que les permite movilidad recíproca (columna vertebral) sobre esta estructura de sostén, por medio de las articulaciones, se insertan las extremidades y, por medio de otro sector articulado columna cervical, la cabeza.

Se ve claramente que uno de los dos cilindros está constituido por el tórax sobre el que se fijan las extremidades superiores. Estas son movidas por medio de un sistema de palancas constituido por los huesos de la cintura escapulo-humeral. Los dos sistemas articulados que unen la cabeza y la pelvis, y la cabeza al tórax, están constituidos por las porciones cervical y lumbar de la columna vertebral, y el cilindro inferior de la pelvis en la que se articulan las extremidades inferiores.

ESQUEMA DEL APARATO
ESQUELETICO DEL CUERPO
HUMANO.



FUCCI

fig 60

Un sistema como éste, está sostenido por la musculatura, la cual puede ser esquematizada como un conjunto de cables dispuestos de una forma oportuna.

La estructura esquelética se sostiene del mismo modo que el palo mayor de un velero. Este en efecto está fijado por cables que tienen su punto fijo en el Cubita y se insertan en el palo a varios niveles para proporcionar estabilidad

al sector cercano a la inserción. La parte terminal del palo está estabilizada por medio de una "cruceta" que puede ser comparada con la cintura escapulo-humeral del aparato locomotor. El sistema de cables se opone claramente a la fuerza de gravedad, que tendería a hacer caer el aparato locomotor, y por tanto tiene una función antigravitatoria. Dicha función se obtiene por un sutil juego de tensiones musculares destinadas a tener siempre el Baricentro. (centro de gravedad) del cuerpo sobre la base de apoyo". (Fucci 1.988 :13)

SOSTEN DEL PALO MAYOR DE UN VELERO

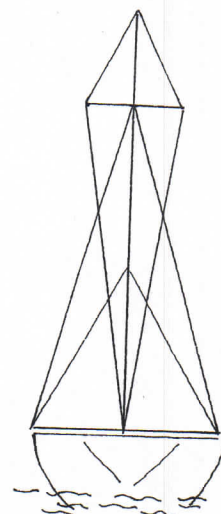
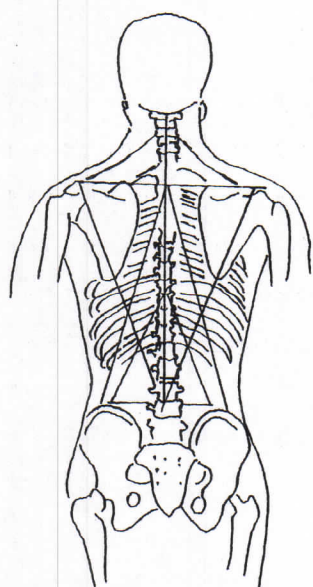
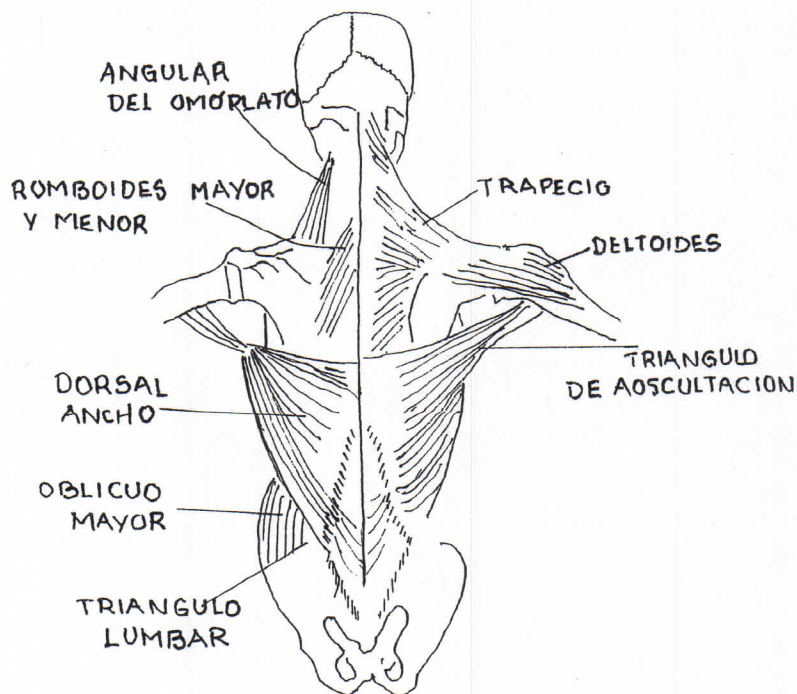


fig61



FUCCI

fig 62 ESTRUCTURA DE SOSTEN DEL TRONCO.



FUCCI.

fig 63 ESTRUCTURA DE SOSTEN MUSCULAR

1.11. ACCIONES ARTICULARES AGREGADAS.

"Las acciones articulares que se han descrito proporcionan la fuerza principal para el traslado del centro de gravedad durante la marcha. Otras articulaciones contribuyen al mismo tiempo al movimiento total. Entre estos aportes se encuentra la rotación de la pelvis sobre el Fémur en que se apoya, por rotación medial de la articulación de la cadera. Estas acciones alargan el paso. Al mismo tiempo, la extremidad de balanceo rota lateralmente en la cadera para mantener el pie en la línea de dirección deseada. También el torso rota por acción de la columna, para mantener los hombros de frente a la línea de progresión deseada. Conforme aumenta la velocidad de la marcha, la rotación de la columna vertebral es ayudada por la acción del hombro, moviéndose hacia adelante el brazo derecho, a medida que avanza el pie izquierdo. O sea que el miembro superior avanza con el miembro en fase de balanceo, y retrocede con el miembro en fase de soporte" (Kinesiología, Cooper y Glasgow.)

1.12. LOCOMOCION HUMANA.

"La locomoción humana es una común actividad del hombre y una de las más importantes características en la relación principal con el mundo exterior" (Biomechanics and Energetics of Muscular Exercise, Rodolfo Margarie, 1976 :67)

1.12.1. Aspectos Generales.

"La locomoción incluye aquellas actividades en las cuales todo el cuerpo se mueve por acción de sus propias palancas y, a menudo con ayuda de la fuerza de gravedad. Las formas más comunes de desplazamiento del cuerpo son la

marcha y la carrera, en las cuales el centro de gravedad se transfiere de un pie (Base) al otro. Esta alteración su cesiva de las bases de apoyo, también se produce cuando se camina apoyándose sobre las manos.

La característica esencial en la Locomoción es el movimien to de todo el cuerpo, desde el punto de contacto entre un segmento corporal y la superficie de apoyo. Para lograr es te movimiento, alguna parte del cuerpo debe aplicar fuerza a una superficie, y la superficie ha de resistirla, y no ceder a ella. La superficie, en su resistencia, empuja a su vez, y esta reacción es la que mueve el cuerpo de acuer do con la tercera ley de movimiento de Newton, que afirma que cuando un cuerpo ejerce una fuerza sobre otro, el segun do siempre ejerce sobre el primero una fuerza de magnitu i gual, pero en dirección opuesta." (Kinesiología :235)

1.12.2. El Paso en el Niño.

"La marcha, la carrera y el salto, son modificaciones del paso, patrón del movimiento humano reflejo. En un infante se puede provocar este movimiento si se sostiene erguido con los pies en contacto con una superficie. Se lo puede observar meses antes de adquirir la capacidad para mante nerse parado, y los adultos desconociendo que se trata de un acto reflejo, suponen que el niño se encuentra adelanta do en su desarrollo motor para su edad. Cuando ya pueda pa rarse, aunque necesite tener el contacto con la mano sobre algún apoyo, su voluntad inhibirá el reflejo o permitirá que funcione. Si desea permanecer en el sitio, el contacto de los pies no despertará el impulso del paso; si desea mo verse hacia un objeto que esté lejos de su alcance ocurrirán las acciones articulares básicas. El niño no tiene con ciencia de sus acciones articulares solo sabe que se ha mo vido. La voluntad, actividad cortical, indicó el patrón de

acción que dió por resultado el levantamiento del pie y el consiguiente traspaso al mismo del peso del cuerpo. El paso en un comienzo abierto, se hace más estrecho, disminuye la flexión de la cadera de la extremidad que se balancea, y por consiguiente, ya no se levanta tanto el pie; el paso se hace más largo.

Una vez establecida la marcha, se consigue fácilmente la progresión hacia la carrera, porque el sistema nervioso ya no necesita la seguridad de que el pie delantero ha tomado contacto con el suelo antes de levantar el pie posterior. Entonces este puede dar su empuje final antes del contacto del pie delantero, y al encontrarse ambos pies en el aire al mismo tiempo, se ha obtenido un patrón de la carrera.

Con la práctica se obtiene:

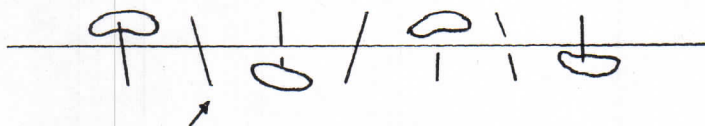
Con la práctica se podrán efectuar nuevas modificaciones y elaborar gran número de patrones deferentes, como el brinco y otros tipos de saltos. Todos ellos se consiguen sin la acción consciente de la acción articular; el niño tiene una idea general de movimiento que desea realizar y de alguna manera el sistema nervioso marca las acciones articulares necesarias. Esta idea general de nuevo patrón pudo haberla adquirido por la observación de otros ejecutantes, o quizá lo logró durante su propia actividad y trata de repartirla.

Mientras en el niño pequeño los cambios en el patrón de marcha se realizan inconscientemente, después de cierta edad es posible hacerlos voluntariamente. Para ello, por lo menos el maestro debe conocer su mecánica." (Kinesología :235)

1.13. CORRECTA POSTURA PARA CAMINAR.

"La posición básica para caminar es aquella que adapta el cuerpo estando de pie, con la diferencia que todas las partes del cuerpo están envueltas en el movimiento a través

del espacio. Los dedos de los pies están derechos hacia el frente o ligeramente puestos hacia afuera mientras los pies se balancean hacia adelante.



BARCSAY

fig 64 POSICION DE LOS PIES AL CAMINAR

Los talones se asientan primero sobre el suelo, con el peso que es transferido a través de la parte lateral del extremo del pie, luego mudado hacia adelante y balanceado en toda la bola del pie. El paso es completado por un fuerte empujón de todos los dedos. La parte posterior del cuerpo debe estar erecta balanceándose comodamente en oposición al movimiento de las piernas.

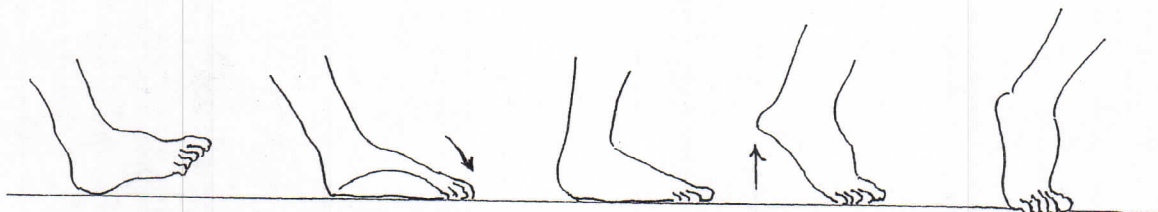


fig 65 ACCION DEL PIE AL CAMINAR

La cabeza debe mantenerse erecta, con el mentón plegado con fortablemente. El pecho es mantenido alto.

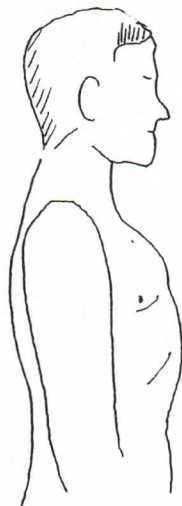


fig 66 POSICION CORRECTA DE LA CABEZA Y EL PECHO.

Las paletas de la espalda deben estar planas, contra la caja toraxica (contra las costillas

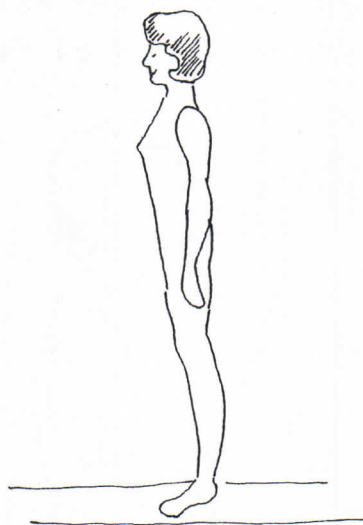


fig 67 POSICION CORRECTA DE LA ESPALDA. COOPER,

Y los hombros deben mantenerse nivelados a la misma altura". Tomado de Principles and Methods of Adapted Physical Education. Walter Crowe. Otros. :224)

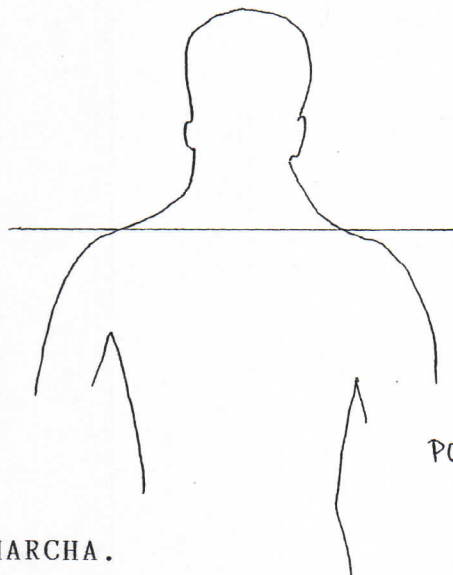


fig 68

POSICION DE LOS HOMBROS

1.14. LA MARCHA.

1.14.1. Progresión por alteración de los Pies.

"La marcha es una forma de locomoción en la cual el centro de gravedad del cuerpo es llevado alternativamente sobre el pie derecho y sobre el pie izquierdo.

En todo momento un pie se encuentra en contacto con la superficie de apoyo, y durante una breve fase ambos pies entran en contacto con la superficie." Kinesiología :239)

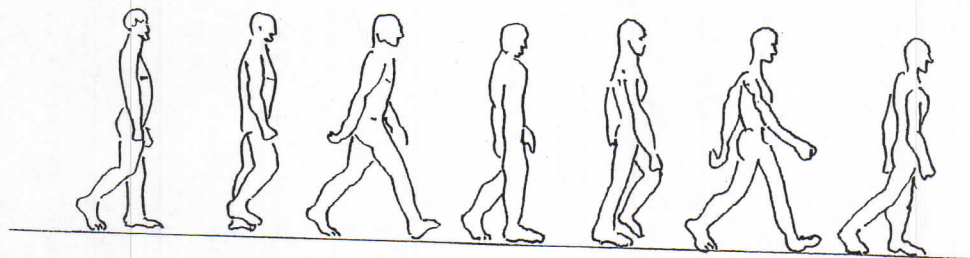


fig 69 SECUENCIA DEL PASO

1. 14.2. Ciclo de la Marcha.

"Para el estudio del ciclo del pas se ha dividido en dos fases:

- Fase de Apoyo
- Fase de Balanceo." (Chatain :268 Kinesiología :240)

1.14.2.1. Fase de Apoyo.

"Comienza en el instante en que el talón toca el suelo hasta que los dedos del pie se separan de dicha superficie. Se subdividen en varios tiempos que se suceden uno a continuación del otro así:

1.14.2.1.1. Tiempo de Pie Plano.

1.14.2.1.2. Tiempo Intermedio

1.14.2.1.3. Tiempo de Arranque.

1.14.2.1.1. Tiempo de Pie Plano

Corresponde al momento en que toda la planta del pie toca el suelo"
Anatomía Macroccópica Funcional y
Clínica. Chatain. 1980)

- Acción Articular.

"El tobillo se extiende llevando todo el pie a ponerse en contacto con el suelo". (Kinesiología :240)

- Acción Muscular.

"Al instante del contacto del talón con el suelo están activos los tres principales Dorsiflexores, el Extensor Longo de los dedos, el Extensor Longo del Halux y Tibial anterior actividad que aumenta en el tiempo de pie plano para permi

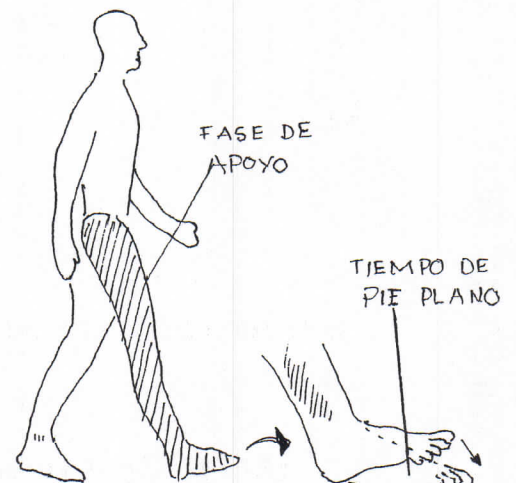


fig 70 CHATAIN.

TIEMPO DE PIE PLANO

tir que la planta entre suavemente en contacto con el sue
lo experimentando los músculos un alargamiento (o contracci
ción excéntrica)

Los Músculos Intrínsecos de pie fijan los dedos y contri-
buyen a sostener los arcos del pie. Además permiten modifi-
caciones de la Bóveda Plantar para adaptarse a las desigualda
dades del terreno.

Al momento del apoyo del talón Cuadriceps, sufre un alarga-
miento o contracción excéntrica para controlar la articulaci
ción de la rodilla cuando ésta pasa de la extensión comple-
ta a la ligera flexión (15 a 20)

Durante el tiempo de Pie Plano, el Cuadriceps cambia de con-
tracción de alargamiento a contracción Isotónica, en la
cual la acción está invertida.

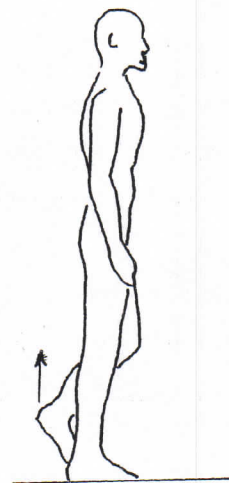
El Gluteo Máximo, el Erectión de la Espina Homolateral y
los músculos de la "corva", producen extensión de la pelvis
sobre el Fémur y resisten la tendencia a la flexión de la
articulación Coxal en el momento de apoyo del talón" (Bis
Chatain)

1.14.2.1.2. Tiempo Intermedio

Cuando el peso del cuerpo está
directamente sobre el miembro
y el centro de gravedad se en-
cuentra por delante del tobi-
llo." (Chatain. Bis)

- Acción Articular

"La flexión del tobillo incli-
na la pierna más hacia adelan-
te; la acción de la rodilla mue-
ve el muslo, la acción de la



TIEMPO INTERMEDIO.

fig 71

CHATAIN.

cadera mueve el tronco." (Kinesiología :246)

- Acción Muscular

"Los Plantiflexores, el Triceps, Sural, Tibial Posterior, Flexor Longo de los dedos y Peroneo Longo, se activan estos músculos progresivamente y controlan la velocidad de la flexión de la Tibia sobre el Pie fijo.

El Cuadriceps actúa para extender el Fémur sobre la pierna por acción invertida; la acción es ayudada por la aceleración hacia adelante, producida por el arranque del miembro opuesto. (Chatain Op, cit. :69)

1.14.2.1.3. Tiempo de Arranque.

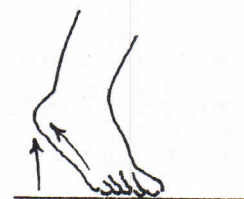
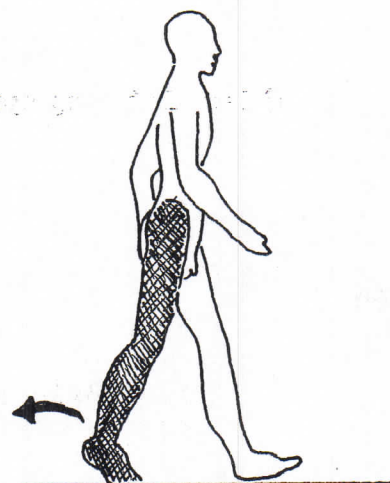
"Corresponde al intervalo entre el despegue del talón que coincide con el impulso del cuerpo hacia adelante.

-Acción Articular.

El centro de gravedad se encuentra por delante de la articulación del tobillo, la fuerza gravitacional flexionará la articulación del tobillo ésta acción es controlada por los extensores del tobillo que se estiran. (Chatain. Bis)

"La extensión de la cadera y de la rodilla será el resultado de la contracción de los extensores de estas articulaciones.

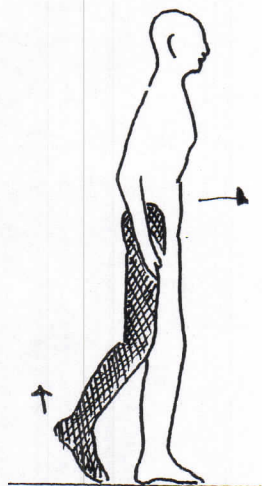
La pierna ha alcanzado el grado de inclinación deseado (no determinado conscientemente), y los extensores del tobillo se contraen con sufi-



CHATAIN

fig 72
TIEMPO DE ARRANQUE

ciente fuerza como para rasistir la gravedad; esta fuerza (la gravedad) actúa sobre las articulaciones metatarso-falángicas y eleva el pie separándolo de la superficie, que coincide con el impulso del cuerpo hacia adelante.



CHATAIN

fig 73 TIEMPO DE ACELERACION

Aquí el otro pie que avanza se dispone a tomar contacto con la superficie; entonces el centro de gravedad se traslada sobre ese pie por el momento de avance desarrollado y por el empuje final efectuado por los dedos del pie que tienden a flexionarse y agarrarse del suelo y la extensión del tobillo del pie posterior. En esta fase final la cadera y la rodilla se hallan en flexión " (Chatain Op, cit :269)

1.14.2.2. Fase de Balanceo.

Se inicia en el instante en que los dedos abandonan el suelo.

Se dividen en tres tiempos

1.14.2.2.1. Tiempo de Aceleración

1.14.2.2.2. Tiempo de Balance Intermedio

1.14.2.2.3. Tiempo de Desaceleración

1.14.2.2.1. Tiempo de Aceleración.

"La pierna debe ser impulsada para adelantarse al cuerpo

- Acción Articular.

El Balanceo efectuado se debe a la flexión de la cadera. A partir de su extensión máxima se flexiona, llevando el muslo hasta más adelante del tronco.

Antes de tomar contacto, la cadera se extiende ligeramente tres grados haciendo descender para permitirle ese contacto." (Kinesiología :241)

-Acción Muscular.

"El Cuadriceps actúa para ayudar en la aceleración delante de la pierna."

1.14.2.2.2. Tiempo de Balance Intermédio.

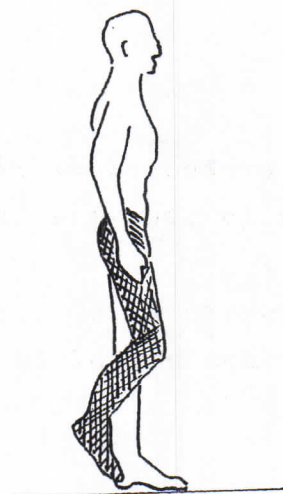
"~~Las piernas pasan exactamente~~ por debajo del cuerpo, en este instante el miembro debe flexionarse ligeramente a fin de acortarlo suficientemente para no tropezar con el suelo.

- Acción Articular.

Cuando los dedos dejan el suelo, la rodilla se flexiona paulatinamente y alcanza su máxima flexión en el balance intermedio; esta acción también acorta el brazo, momento de resistencia para la acción de la cadera, reduciendo así la energía necesaria para el movimiento hacia adelante de la extremidad.

- Acción Muscular.

Actuación del Cuadriceps.



TIEMPO DE BALANCE
INTERMEDIO

fig 74 CHATAIN.

1.14.2.2.3. Tiempo de Desaceleración.

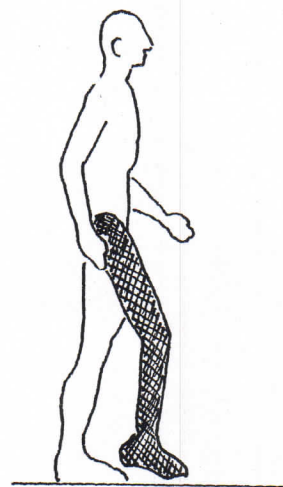
"Se presenta para restringir la aceleración inicial y controlar la posición del pie; inmediatamente después del apoyo del talón." (Chatain Op,cit.)

- Acción Articular.

"La articulación del tobillo que se había extendido al dejar el contacto con el suelo, se flexiona inmediatamente elevando la parte anterior del pie para separarse del suelo.

La flexión continúa hasta el último segundo antes del contacto.

Después comienza la extensión y continúa hasta que se establece el contacto total del pie con el suelo."(Kinesiología, :243)



CHATAIN

fig 75

TIEMPO DE DESACELERACION

- Acción Muscular.

Durante la desaceleración, se activan los músculos de la "corva" para controlar el avance de la pierna y la posición del pie en el momento de apoyo del talón.

1.14.3. Acciones Articulares Agregadas.

"Las acciones articulares que se han descrito proporcionan la fuerza principal para el traslado del centro de gravedad durante la marcha. Otras articulaciones contribuyen al mis

mo tiempo al movimiento total.

Entre estos aportes se encuentra la rotación de la Pelvis sobre el Fémur en que se apoya, por rotación medial de la articulación de la cadera. Estas acciones alargan el paso; al mismo tiempo la extremidad de balanceo rota lateralmente en la cadera para mantener los hombros de frente a la línea de progresión deseada.

Conforme aumenta la velocidad de la marcha, la rotación de la columna vertebral es ayudada por la acción del hombro moviéndose hacia adelante el brazo derecho a medida que avanza el pie izquierdo, o se que el miembro superior avanza con el miembro en fase de balanceo, y retrocede con el miembro en fase de soporte". (Kinesiología :243)

1.14.4. Variaciones del Paso.

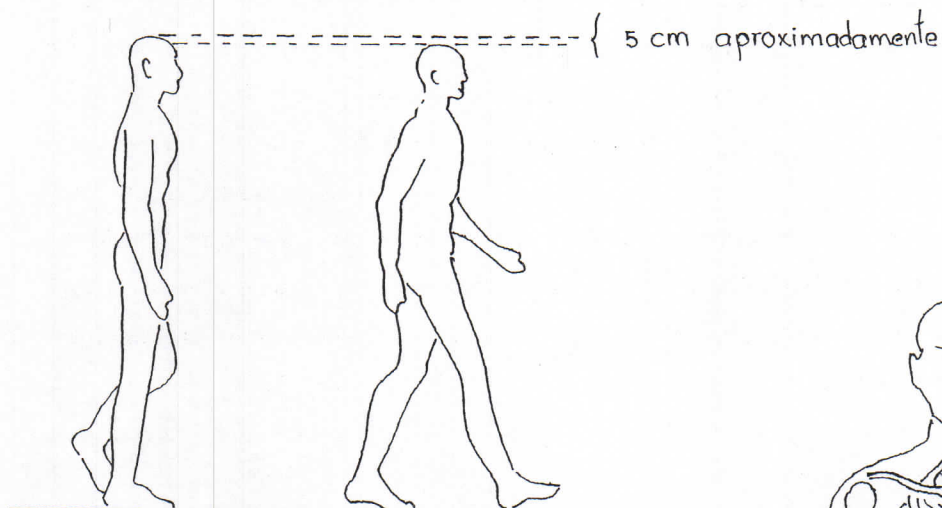
"Al variar la velocidad de la marcha, también cambia la duración relativa de las fases de apoyo y balanceo. En la marcha lenta la fase estacionaria que de ser casi dos veces más prolongada que la fase de oscilación; en la marcha muy rápida la fuerza gravitacional tiene una contribución menor; la inclinación de la pierna disminuye y se acorta la longitud del paso.

Cualquiera que sea la velocidad, actúan las mismas articulaciones, y cada una de ellas hará el mismo tipo de aporte sin embargo, habrá variantes en el tiempo, el grado y la velocidad de las acciones articulares". (Kinesiología,:244)

1.14.5. Desplazamiento del Centro de Gravedad.

"El centro de gravedad se desplaza rítmicamente hacia arriba y hacia abajo durante la marcha lo cual es visible por los movimientos de la cabeza. El punto más alto coincide con el momento en que el miembro está en la mitad de su fase de apoyo; en el punto más bajo corresponde al movimiento

to de doble soporte. (Chatain, OP, cit.)



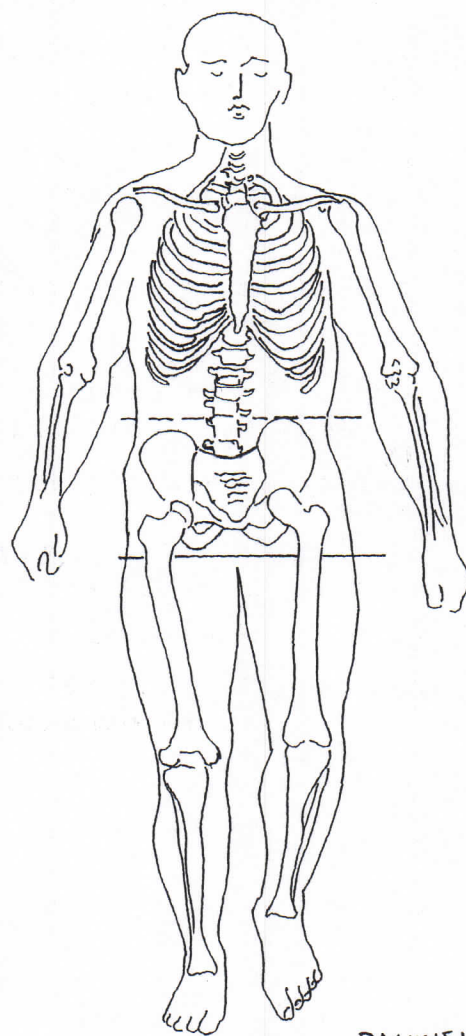
CHATAIN

fig 76A DOBLE SOPORTE

1.14.5.1. Plano Frontal.

"Además el Centro de Gravedad se desplaza hacia uno y otro lado, lo cual es evidente cuando se observa a la persona desde adelante o desde atrás, y producido por la transferencia del peso del cuerpo hacia el lado de apoyo." (Chatain :270)

En el Plano Frontal, durante la fase de apoyo cuando el peso del cuerpo se carga sobre un miembro, la pelvis se inclina hacia el lado opuesto por acción de la gravedad. Sin embargo esta inclina-



PAUWELS
FRIEDRICH

fig 76 B
CAMINATA PLANO FRONTAL.

ción es contrarestada por los Abductores de la Articulación Coxal del lado que se encuentra en fase de apoyo.

1.14.5.2. Plano Horizontal.

En el plano horizontal, al avanzar el miembro, el hueso del Fémur rota lateralmente, lo cual conduce a la orientación de los pies más o menos en línea recta, hacia adelante" (Chatain Op,cit.)

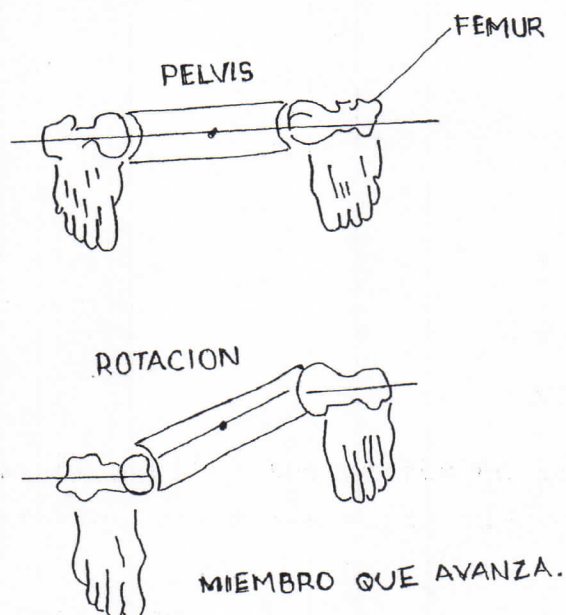


fig 77 CAMINATA PLANO HORIZONTAL

1.15. TRABAJO MECANICO EN LA LOCOMOCION HUMANA.

"Un músculo puede ser considerado como una máquina y como tal obtiene su energía esencialmente del gasto de combustible" (Tercer Curso de Fisiología aplicada al entrenamiento, Memorias. Eduardo Melo)

"Los estudios realizados por los fisiólogos indican que el consumo de energía en la locomoción humana (en este caso caminar, correr.) depende principalmente del trabajo reali-

zado contra la Gravedad." (Daves and Barnes 1.972. Sargent and Smith, 1.974. Citados por Margaria, 1.976. Biomechanics and Energetics of Muscular Exercise" 1976)

Este trabajo realizado contra la gravedad consta básicamente de dos componentes de trabajo mecánico:

1.15.1. Trabajo Positivo

1.15.2. Trabajo Negativo.

1.15.1. Trabajo Positivo.

"El trabajo Positivo es realizado por los músculos en contra de una fuerza, tal como el de la gravitación; los músculos se acortan y la energía potencial del sistema sobre el que actúan los músculos, por ejemplo, la masa del sujeto se incrementa, por lo tanto, se considera Trabajo Positivo cuando el cuerpo es acelerado en la misma dirección de la fuerza muscular aplicada. Como cuando el impulso del talón al levantar el cuerpo. Ejemplo: Cuando se camina cuesta arriba.

Realizando Trabajo Positivo la energía química del músculo es convertida en trabajo mecánico, puede a su vez resultar en un incremento de la energía mecánica ya sea :

1.15.1.1. Energía Potencial

1.15.1.2. Energía Cinética

1.15.1.3. Energía Elástica

También puede ser superada para superar la fricción interna, la viscosidad muscular, o la fricción del cuerpo envuelta en la deformación del cuerpo y en la fricción externa, como la que se reúne para superar la resistencia del aire.

1.15.1.1. Energía Potencial Antigraavitacional.

"Es definida como el producto de la fuerza aplicada a un o

objeto de una masa dada y su desplazamiento.

Cuando un músculo se contrae para levantar un peso se mueve en la dirección de la fuerza aplicada por este músculo, siendo aplicado en este caso trabajo Positivo.

El trabajo envuelto en el levantamiento del cuerpo puede ser definido como energía potencial.

1.15.1.2. Energía Kinética.

El trabajo debido a la aceleración del centro de gravedad, del cuerpo en dirección frontal es llamado energía kinética; como el que realiza el cuerpo al caminar a expensas de la energía potencial desarrollada por el pie al momento de levantar el cuerpo.

1.15.1.3. Energía Elástica.

En la carrera la energía elástica es almacenada en los músculos y en los tendones cuando el pie golpea la tierra; esta energía elástica es devuelta inmediatamente como energía potencial y kinética al principio del paso siguiente y es añadida a la energía que se debe a la actividad de los componentes contractiles del músculo.

La energía elástica la cual al acumular una cantidad correspondiente de energía química resultaría ser un incremento de la eficiencia mecánica.

1.15.2. Trabajo Negativo.

Si los músculos están en estado de contracción y son distendidos por un objeto en movimiento, se desaceleran; la fuerza muscular actúa en dirección opuesta al desplazamiento del objeto y la energía potencial decrece, siendo realizado un trabajo negativo. (Ejemplo, como cuando se camina

cuesta abajo).

En el trabajo negativo el desplazamiento del cuerpo es en la dirección opuesta a la fuerza ejercida por los músculos y toma lugar en la misma dirección como la fuerza externa actuando sobre el cuerpo. El músculo en actividad se dis-tiende y la energía potencial del cuerpo sobre el cual el muscular está actuando decrece, como ocurre en el momento en que la pierna que se balancea choca contra la superficie del suelo.

Al respecto Leonardo Da Vinci^{*} decía: "El que desciende realiza pasos cortos porque el peso se apoya en la parte pos-terior del pie y el que asciende lo hace con pasos largos porque el peso se mantiene sobre la parte anterior del pie"

Imaginemos una rueda sin aro, compuesta solo de radios, entre más radios haya más suavemente rodará este aro sobre una superficie plana. Ahora imaginemos una rueda hecha so-lo de cuatro radios cuando cada uno de estos golpea la tie-rra, la rueda será sujeta por una fuerza que parte del pun-to de contacto del radio con la tierra, dirigida esa fuerza hacia arriba y hacia atrás siendo ésta una fuerza que le resta a la fuerza de empuje hacia adelante" (Margaria, :76 y siguientes)

1.15.2.1. Trabajo Negativo en la Caminata.

"El trabajo negativo ejecutado en cada paso es sustancialmente por causa de la desaceleración. Cuando el pie choca contra el piso en el caso de la caminata o la carrera, el cuerpo es víctima de la desaceleración, lo cual es debido a la fuerza que ejerce el piso sobre el sujeto. Su direc-ción es hacia arriba (F) y hacia atrás (FH) del punto de

* De Humani Corporis Fabrica 1.543. Citado en Kinesiología :25)

contacto del pie con el piso al centro de gravedad del cuerpo; el componente hacia atrás es el responsable de la desaceleración (FH)

La componente horizontal de la fuerza (FH) (fig 78) hacia atrás del punto de contacto tiene de a decrecer en la energía kinética del cuerpo.

La Fuerza horizontal (FH) decrecerá entre más alta sea la velocidad de progresión y entre mayor sea el ángulo alfa. La Fuerza horizontal es igual al coseno del ángulo alfa que corresponde al ángulo que forma la línea inclinada de la pierna de apoyo y la Horizontal del suelo, con relación al ángulo de 90° que forma la proyección vertical del centro de gravedad contra la horizontal del suelo formando una T invertida."

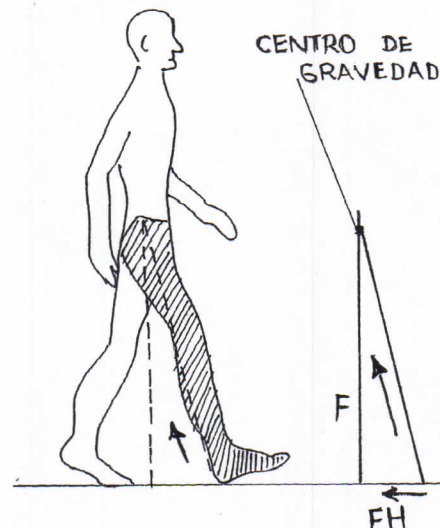


fig 78 TRABAJO NEGATIVO EN LA CAMINATA.

1.15.3. Caminata a baja velocidad.

"Cuando se camina a baja velocidad (a menos de 5Km/H) el empuje del pie sobre el piso, debido a la actividad muscular es sustancialmente dirigido verticalmente; el cuerpo es levantado y la energía potencial aumenta. Esta energía es convertida en energía kinética (o energía de movimiento) en la segunda fase del paso, cuando el cuerpo es dirigido hacia adelante por el desplazamiento de su centro de gravedad.

El incremento de la energía kinética es una determinada fase del paso, tiene lugar a expensas de la energía potencial,

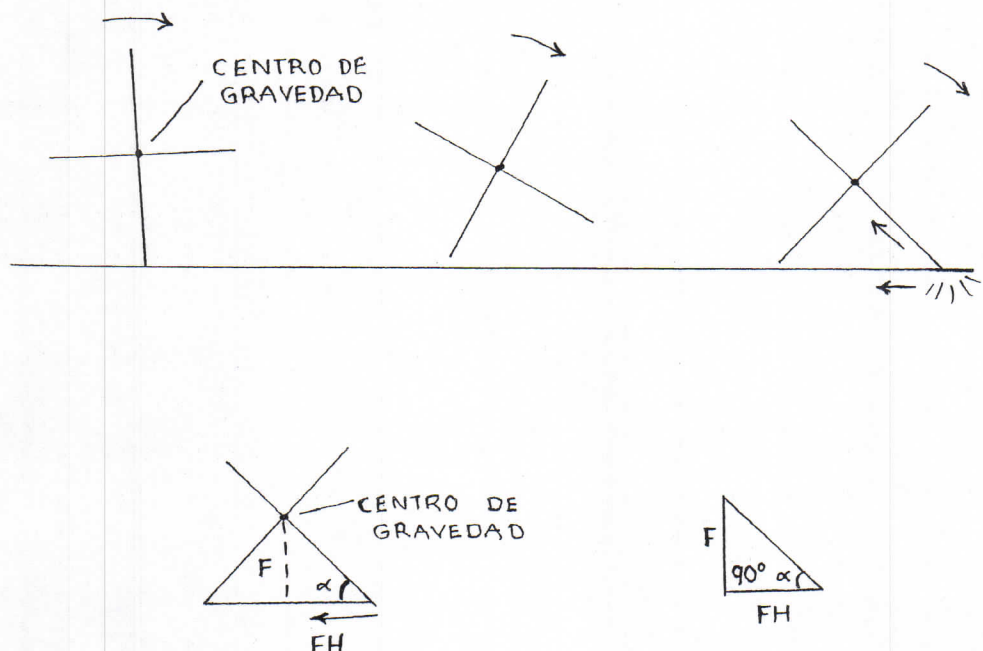


fig 79 A ESQUEMA DE UNA RUEDA SIN ARO

la cual decrece al mismo tiempo i viceversa, el levantamiento del cuerpo en la primera fase del paso cuanso se camina lentamente no contribuye directamente al desplazamiento hacia adelante del cuerpo, pero puede ser utilizado para este fin en la segunda fase del paso cuando el cuerpo cae hacia adelante, por la fuerza de atracción de la tierra.

El aumento de la energía kinética adquirida por el cuerpo de esta forma, puede ser en su turno utilizada en la primera fase del siguiente paso, para levantar el cuerpo, de esta forma ahorra algo de trabajo que los músculos de las extremidades tienen que realizar para este fin.

La caída hacia adelante del cuerpo la cual es asistida por las palancas esqueléticas y por el tono muscular es detenida cuando el otro pie es traído hacia adelante y hace contacto con el suelo. El centro de gravedad es luego levantado de nuevo a expensa de la energía kinética adquiri-

da durante la fase de caída del peso" (margaria :87 y siguientes)

"El camina a alta velocidad estas dos fases tienden a sumar una sola y la curva del total de cambios energéticos tiende a aproximarse más y más a la curva de cambios de energía." (Bis Op, cit.)

1.15.4. Caminando a alta velocidad.

"Cuando se camina a alta velocidad el empuje del pie sobre el piso es dirigido hacia arriba y hacia el frente al mismo tiempo; este adquiere una componente frontal que es mayor cuanta más alta velocidad de progresión.

Obviamente el incremento de energía potencial es limitado en cada paso por las dimensiones anatómicas y por la arquitectura del cuerpo particularmente la de los pies. La energía potencial por tanto puede ser incrementada po arriba de ciertos valores y un incremento de energía kinética es requerida a velocidades superiores a 5Km?h. La única manera de aumentar la velocidad de progresión es aumentando el componente de empuje hacia adelante del pie sobre el piso, (lo cual se desecha cuando se camina a los 6 Km/H, los cambios de energía potencial son mayores que los cambios de energía kinética y estos por lo tanto puede tomar lugar a expensas de los primeros a velocidades cercanas a 7 Km/H. Los cambios de enrgía potencial a cada paso no aumentan más con el incremento de la velocidad de progresión; por el contrario ellos decrecen progresivamente mientras la energía kinética aumenta con el aumento del incremento de la velocidad" (Bis Op, cit.)

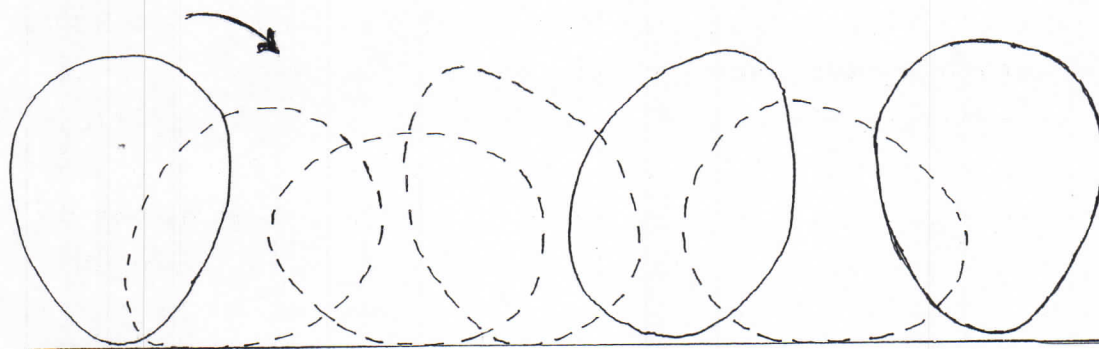


fig 79 B ESQUEMA DE UN HUEVO RODANDO MARGARIA.

1.15.5. Un Modelo Mecánico del Caminar.

"El huevo rodando es un buen modelo del caminar humano, aunque un poco más simple si imaginamos un huevo balanceándose de un lado a otro sobre una superficie horizontal; cuando el centro de gravedad del huevo está en su punto más alto de la velocidad en dirección de progresión oscilará de un mínimo valor a un máximo valor de velocidad en su punto más bajo.

Cuando se camina a baja velocidad el empuje del pie sobre el piso debido a la actividad muscular es sustancialmente dirigido verticalmente; el cuerpo es levantado y la energía potencial aumenta. Esta energía es convertida en energía kinética en la segunda fase del paso cuando el cuerpo es dirigido hacia adelante. La caída hacia adelante del cuerpo, la cual es asistida por las palancas esqueléticas y por el tono muscular es detenida cuando el otro pie es traído hacia adelante y hace el contacto con el suelo. El centro de gravedad del cuerpo es luego levantado de nuevo, más que a expensas de la energía kinética adquirida durante la fase de caída del paso." (Margaria :86)

1.16. LA CARRERA.

1.16.1. Mecanica del Correr.

"La carrera es una modificación de la marcha y difiere de ella en dos aspectos con referencia al pie de apoyo. Primero en la carrera existe una fase en la cual ninguno de los pies se halla en contacto con el suelo; segundo no hay periodo en el cual ambos pies se encuentren en contacto con el suelo."(Kinesiología :245)

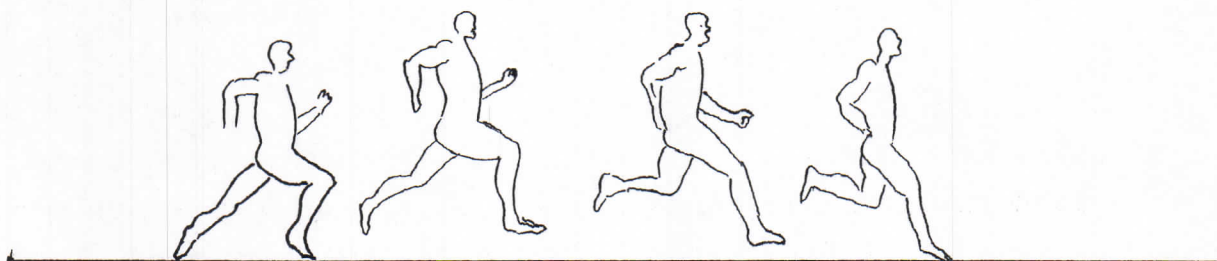


fig 80 EL CUERPO EN EL AIRE

"La mecánica del correr es sustancialmente diferente a la de la caminata.

El correr se caracteriza por un empuje del pie sobre el piso dirigido necesariamente hacia arriba y hacia adelante, no solamente hacia arriba como sucede cuando se camina a baja velocidad, la energía potencial del cuerpo aumenta junto con la energía Kinética" (Margaria :84)

"La energía potencial adquirida cuando se está caminando puede ser utilizada en la progresión hacia adelante, pero cuando se está corriendo el componente horizontal de empuje del pie sobre el piso es efectivo para la progresión. La energía potencial adquirida en la carrera es por lo tan

to efectivamente desperdiciada, pero puede ser considerada como necesaria, para la mecánica del correr."(Bis Op, cit.)

Otra característica fundamental de correr es que el componente vertical del empuje del pie sobre el piso tiene un valor igual al peso del cuerpo y el valor es constante independiente de la velocidad. Solamente la componente horizontal del empuje se incrementa aumentando la velocidad. (Margaria :90)

"En otras palabras la dirección de la fuerza ejercida por el pie sobre el piso es más inclinada hacia adelante a alta velocidad y el ángulo que el pie hace con la horizontal decrece progresivamente para alcanzar un nivel mínimo de cerca de 45° en el punto máximo del arranque de la partida de 100 Mts.

El ángulo más pequeño, por ejemplo, el empuje más hacia adelante es incompatible con la mecánica del correr porque el pie podría resbalar sobre el piso; es por esta razón que los corredores usan zapatillas con taches.

Obviamente sobre un piso arenoso o sobre un piso congelado donde el coeficiente de fricción es menor, el ángulo mínimo de empuje puede ser más alto que 45° aproximadamente a 90° ." (Ibid Op, cit. :90)

A.

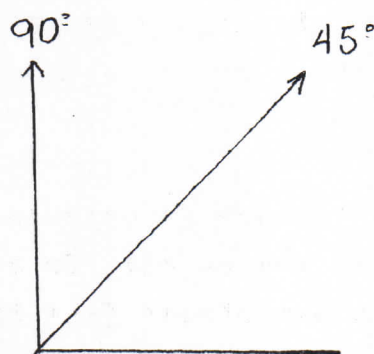


fig 81

ANGULO DE EMPUJE

MARGARIA.

B.



PISO CONGELADO

"El componente vertical del empuje dado en cada paso por el corredor es igual a la aceleración gravitacional de tal manera que el cuerpo por un instante flota en el aire, mientras las piernas no están flexionadas y los pies no están tocando el piso. En este instante el cuerpo está todavía sujeto a la fuerza gravitacional y el centro de gravedad es desplazado hacia adelante y hacia abajo. Cuando el pie que está adelante choca contra el suelo debido a las palancas esqueléticas el desplazamiento del centro de gravedad del cuerpo cambia la dirección dirigiéndose hacia arriba." (Op, cit. :91)

1.16.1.1. Factores de Desaceleración en la Carrera.

"Cuando el pie choca contra el piso el cuerpo es víctima de una desaceleración lo cual es debido a la fuerza que ejerce el piso sobre el sujeto. Su dirección es hacia arriba y hacia atrás del punto de contacto del pie con el piso al centro de gravedad del cuerpo; el componente hacia atrás es el responsable de la desaceleración.

La Desaceleración debida a este factor, junto con la resistencia del aire en el momento de flotación, son solo factores que marcan la desaceleración total que se da en cada paso"

(Margaria, Op cit :91)

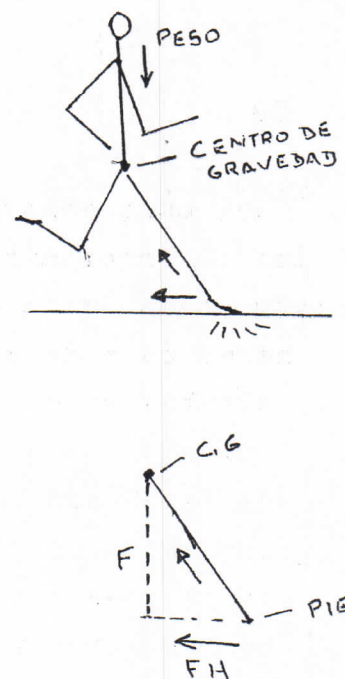
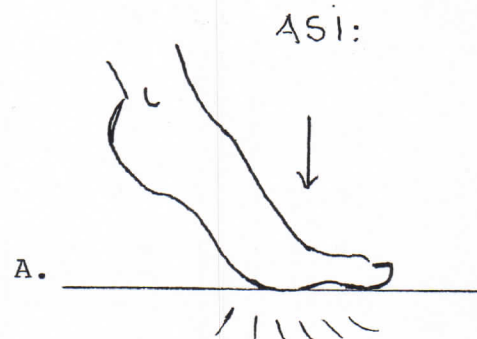


fig 82. ESQUEMA DE DESACELERACION EN LA CARRERA.

"En la carrera es la planta del pie en su parte delantera quien debe iniciar el contacto con el suelo en las almohadillas metatarsianas y en los dedos

Un apoyo con predominio del talón provocaría una recepción muy brusca, dificultaría el avance del centro de gravedad y por lo tanto el progreso fluido de la carrera al prolongarse la fase negativa.

La articulación metatarso falángica permite la flexión, extensión, abducción, aducción, esto (como se ha dicho anteriormente) posibilita la adaptación del pie a la superficie del suelo en el momento de iniciar el apoyo. (Clintic. Principios de Anatomía Humana. :174)



Y NO ASI:

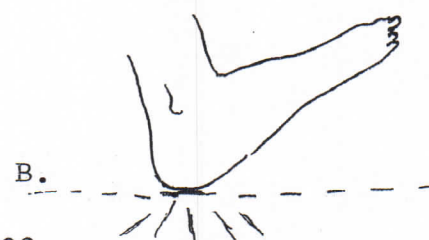


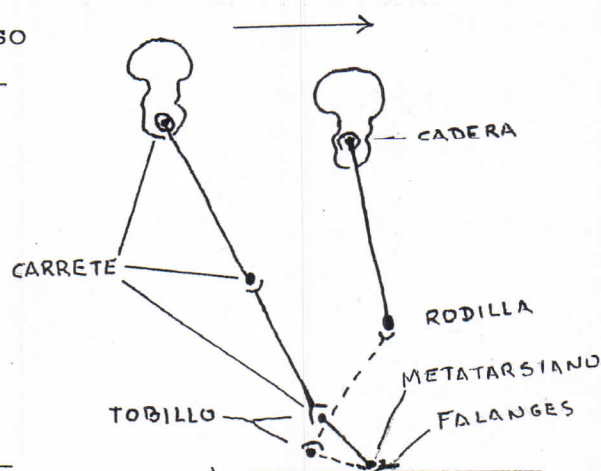
fig 83

POSICION DEL PIE EN LA CARRERA.

Los arcos del pie medial transverso y lateral (Ver fig 17, 18, 19) no solo dan elasticidad, fuerza y estabilidad al pie soportando el peso del cuerpo además evitando el choque del talón con el suelo.

El pie emplea para amortiguar la fuerza de la caída y el peso del cuerpo, el sistema articular de polea empezando en las falanges metatarsianas, y la articulación del tobillo, la rodilla y la cadera.

Importante que los contactos se hagan con el pie en línea recta si



SISTEMA DE POLEA

fig 84

B' PIE DIRIGIDO HACIA
LOS LADOS
INCORRECTO

B² PIE EN LINEA RECTA.
CORRECTO.

PIE EN DIRECCION
DE LA CARRERA

fig 83 B.

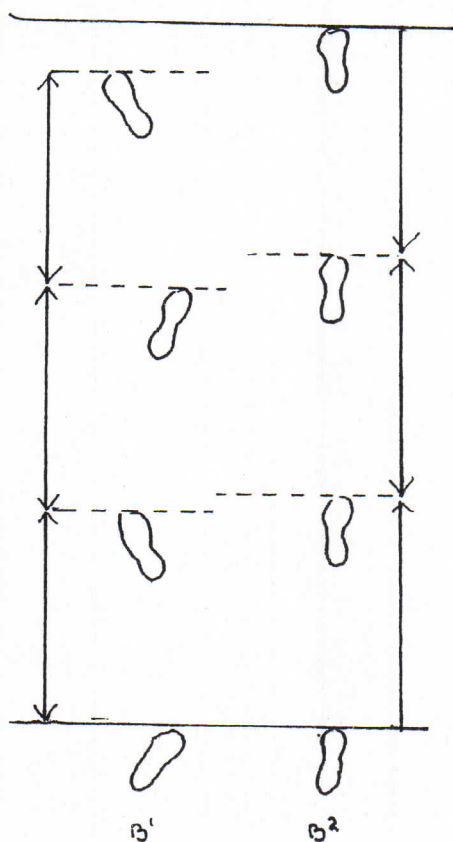
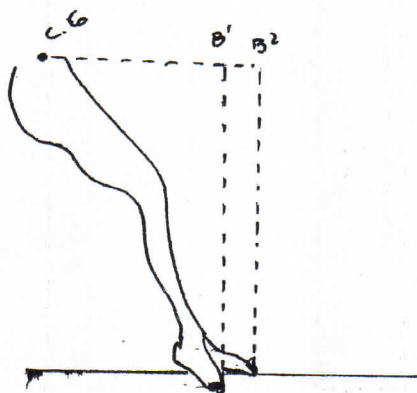


fig 83 C.



FUENTE:
ALVAREZ DEL VILLAR
op. cit.

guiendo la progresión de la marcha, y no colocando los pies hacia afuera." (Principios de Anatomía Humana. Crouch. Clintic :117)

1.16.2. Un Modelo Mecánico para la Carrera.

"Un huevo que gira sus extremos evidentemente no es un modelo mecánico aceptable para la carrera la cual se parecerá más a la progresión de una bola elástica que rebota (fig 84). En este caso el impulso está dado por el rebote elástico de la bola la cual ha sido deformada por su impacto con la tierra.

Esta fuerza como en la carrera, se dirige hacia arriba y hacia adelante.

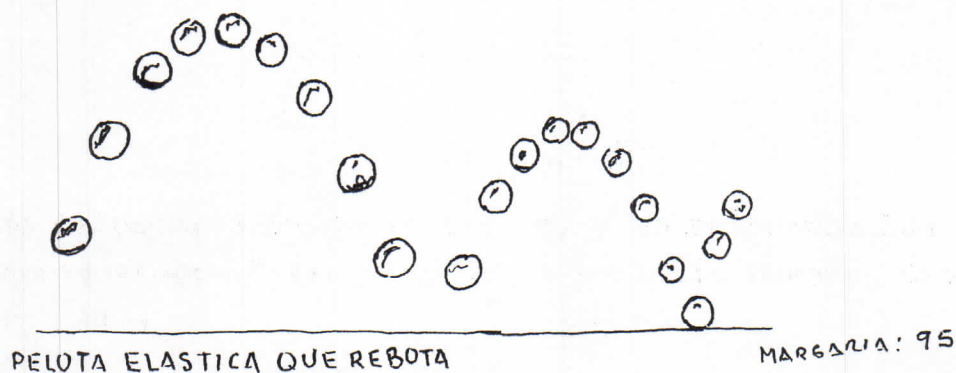


fig 85

"Este modelo es muy realista, en el la energía elástica de la carrera es almacenada en los músculos y en los tendones cuando el pie golpea la tierra, esta energía elástica es devuelta inmediatamente como energía potencial y kinética al principio del paso siguiente, y es añadida a la energía que se debe a la actividad de los componentes contractiles del músculo. En el momento del impacto del pie sobre la tierra los músculos extensores de los miembros inferiores son en efecto activamente contraídos para pre-

venir un doblamiento de las articulaciones de los miembros por el peso de la parte superior del cuerpo y de las fuerzas de la inercia. En esta condición los músculos acumulan energía elástica.

Esto podría ser una consecuencia de las estructuras exten-
dibles y elásticas de los músculos y tendones bajo el peso del cuerpo y de las fuerzas de la inercia.

Similarmente en la bola que rebota como en la indicada en la fig 85 los cambios en la energía potencial y kinética no se deben a ninguna energía química sino solamente a la energía elástica que se adquiere por la deformación de la pelota cuando golpea la tierra."

Por eso se ha adelantado la hipótesis de que la energía e
lástica podría ser almacenada en los músculos en la fase de trabajo negativo que precede inmediatamente a la ejecu
ción del trabajo positivo. Margaria Op, cit. :93. 1.976)

1.16.3. Ciclo de la Carrera.

Para su estudio la Carrera se puede dividir en tres fases :

1.16.3.1. Fase de Apoyo

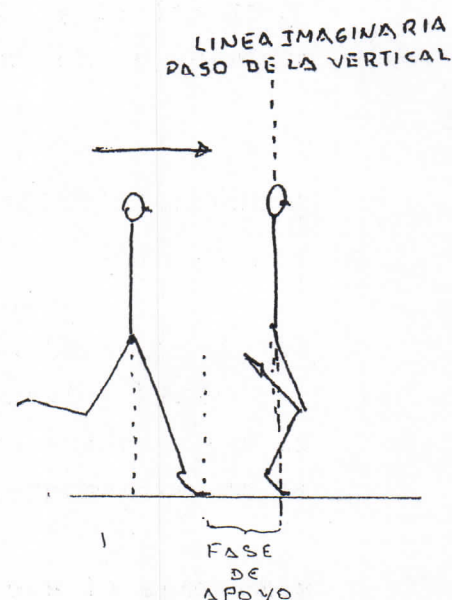
1.16.3.2. Fase de Impulsión

1.16.3.3. Fase de Vuelo

1.16.3.1. Fase de Apoyo.

"En el paso de la carrera cuando el pie que avanza choca contra el piso inicia la fase de apoyo (soporta y amortigua el peso total del cuerpo) hasta el momento que el cuerpo y con el centro de gravedad pasa por la vertical, i niciando la fase de impulsión.

fig 86



"La preparación física del fútbol basada en el Atletismo. Carlos Alvarez del Villar. 1.985:32)

"Al momento de chocar la planta del pie contra el suelo, como ya se ha dicho en la caminata, el cuerpo es víctima de desaceleración. En este momento el cuerpo será sujetado por una fuerza negativa (F) dirigida hacia arriba y hacia atrás (FH) del punto de contacto con el pie y del centro de gravedad del cuerpo, ejecutándose en este momento trabajo muscular negativo.

Esta componente horizontal (FH) hacia atrás del punto de contacto tiende a decrecer la energía kinética del cuerpo". (Margarita :106 . 1.976)

1.16.3.1.1. Acción Muscular

"El trabajo negativo, el cual puede ser visualizado mejor como el trabajo hecho sobre un músculo contraído, se torna en calor y en energía elástica, la cual puede ser eventualmente usada en la realización del trabajo positivo que sigue a continuación la Fase de impulsión preparatoria al vuelo." (Margarita. 1.976)

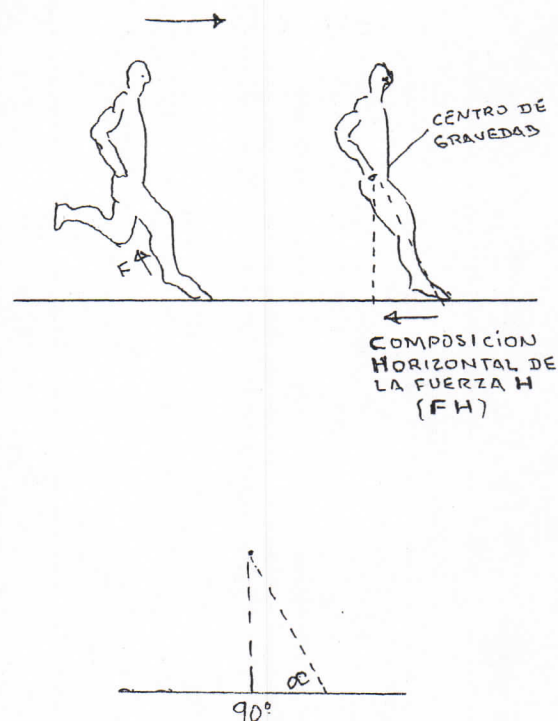


fig 87 DESACELERACION

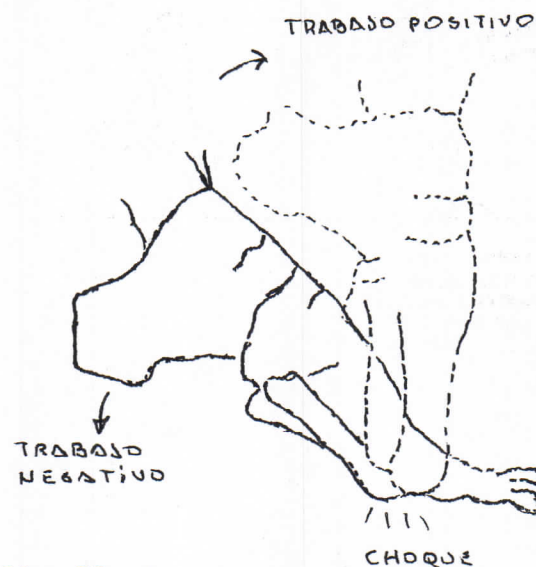


fig 88 TRABAJO NEGATIVO A POSITIVO

1.16.3.1.2. Elasticidad.

"Como ya se ha dicho la pierna al caer actúa como un resorte bajo el centro de gravedad (a través del esfuerzo negativo) del trabajo muscular recibe el peso del cuerpo (Fase de Apoyo propiamente dicha) y se extiende para propulsarlo hacia adelante (a través del esfuerzo positivo del trabajo muscular)" (Margaria. 1.976 : 105)

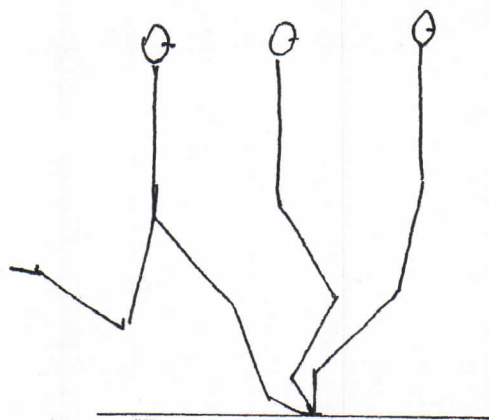


fig 89 ELASTICIDAD DEL PIE

1.16.3.1.3. Función de la Rodilla en el Apoyo.

"El peso, que en el proceso de amortiguación, el pie no soporta, lo asimila la acción de la flexión de la rodilla.

El máximo peso lo soporta la rodilla en el momento de la vertical; cuando el centro de gravedad y la cabeza pasan por su eje.

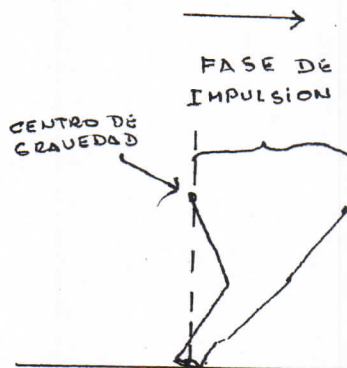
En este momento además de la flexión la rodilla realiza al mismo tiempo una pequeña rotación sobre sí misma a manera de freno asimilando de esta manera la fuerza y el peso total del cuerpo." (Cunningham. Op, cit. :258)



fig 90 ROTACION DE LA RODILLA

1.16.3.2. Fase de Impulsión.

Desde el momento que la cadera o, centro de gravedad pasa por la vertical encima del punto de apoyo del pie inicia la fase de Impulsión.



1.16.3.2.1. La Fuerza de Impulsión.

"La fuerza de Impulsión no está realmente representada por la presión del pie contra el suelo y si por la componente tangencial horizontal en la dirección de la progresión del Tan Den o sea en el Centro de Gravedad.

fig 91 LA IMPULSION

La presión del pie, negativa, como hemos visto en el momento de contacto con el suelo, se convierte en seguida en positiva. En cuanto el centro de gravedad pasa la vertical del pie de apoyo, entonces empieza la Impulsión propiamente dicha, momento en que el centro de gravedad estará adelantado sobre el pie de apoyo al tiempo que estará también en su punto más bajo; una nueva longitud de zancada se obtiene por una impulsión energética, durante la cual la extensión de las articulaciones del pie, el to

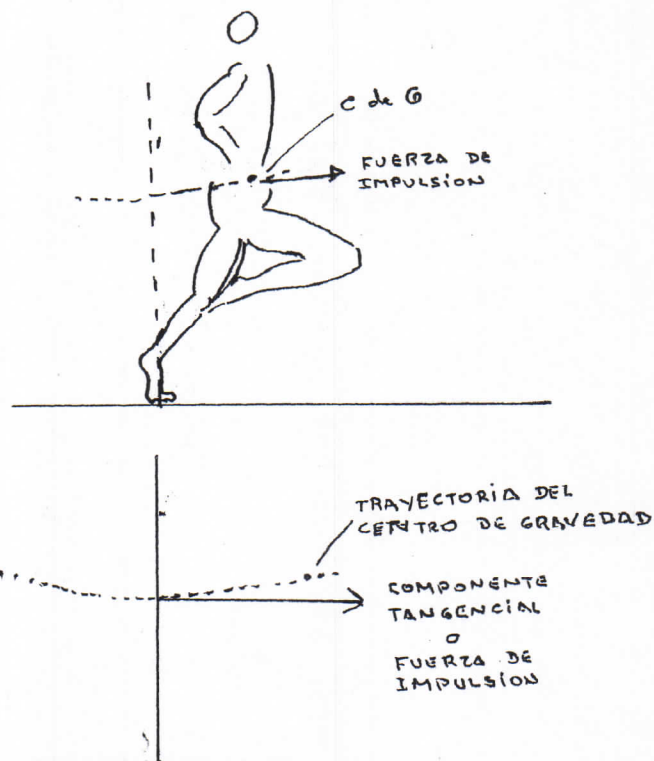


fig 92 FUERZA DE IMPULSION

billo, la rodilla la cadera y la columna lumbar debe ser completa". (La Preparación Física del Fútbol basada en el Atletismo, Carlos Alvarez del Villar, Editor Gimnos S.A. Madrid 1.985, Biblioteca Escuela del Deporte Cod. 796.33 Fol)

"La impulsión está formada por la componente tangencial horizontal de la línea imaginaria del movimiento pendular que describe el centro de gravedad. (Op, cit :34)

Los atletas entrenados y de alto rendimiento, la línea que describe la proyección del centro de gravedad en la horizontal, o sea la fuerza de impulsión de la carrera es recta.

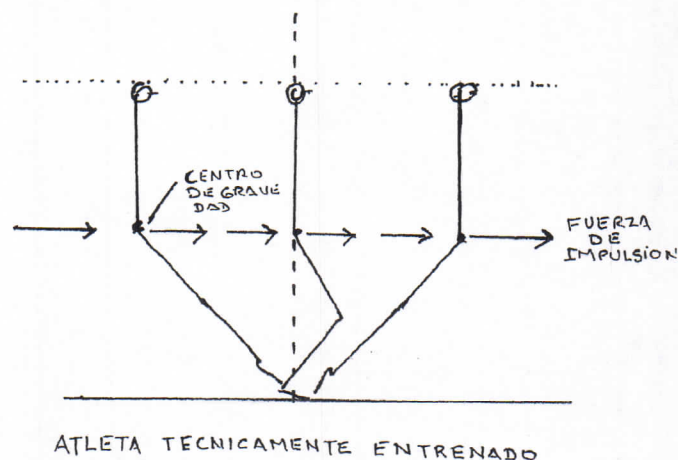


fig 93 ATLETA TECNICAMENTE

"En la Impulsión como se ha dicho, el pie a través de los arcos longitudinales actúa como ballesta al soportar el peso de la fase de apoyo que al recuperarse potencia la propulsión final producida por los dedos mediales del pie". (Cunningham Op,cit. :27)

"La articulación metatarso-falángica a partir del paso por la vertical la pierna realiza una extensión enérgica de las articulaciones de los dedos en especial el dedo Gordo." (Op, cit. :275)

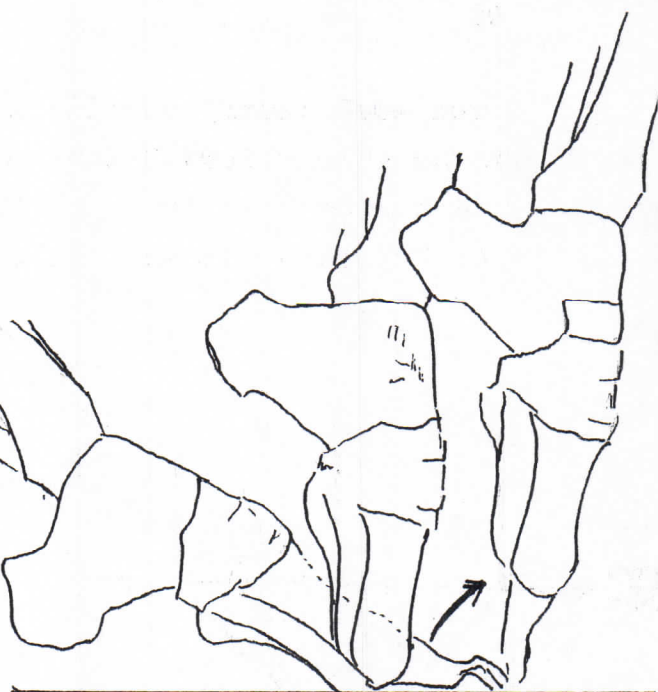


fig94 ACCION DE LOS DEDOS EN LA POSICION

"Como el dedo gordo lleva por lo menos un tercio de la carga durante la fase de propulsión hacia adelante en la marcha y la carrera, debe ser fuertemente activado para aumentar la eficiencia del movimiento."

(fig 24 A.B.C.) (Op,cit. :429)

"Los músculos flexores del dedo dordo tienen tres veces más fuerza que los otros dedos".

(Op, cit. :430)

"El dedo gordo funciona como un balón al realizar su rotación sobre el suelo en el último momento de la impulsión antes del despegue total del cuerpo para el vuelo". (Op,cit.)

La flexión de los músculos mediales de los dedos inician el proceso de despegue; transmiten la fuerza a través de los ligamentos y músculos de la articulación metatarso-falángica."

(Op, cit.)

"Un ritmo vivo y una mayor zancada deben ser consecuencia de la extensión plena de los músculos de la pantorrilla, parte anterior del muslo y gluteos".

(La Preparación Física del Fútbol basada en el Atletismo, Carlos Alvarez del Villar.)

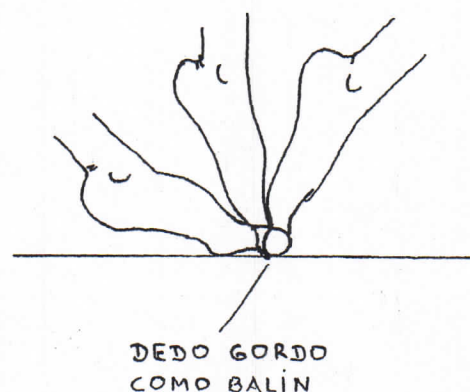


fig 95 DEDO GORDO COMO
BALIN

"Una buena impulsión proporciona una buena zancada amplia y elástica evitando el agarrotamiento ya que durante la suspensión en el aire (Fase de vuelo) hay una reducción de la tensión muscular de los grupos interesados en ella.

Como consecuencia, cuanto más larga es esta fase de suspensión (vuelo) más descansará el músculo, consiguiendo un mayor aporte de oxígeno favorable para la siguiente contracción reduciendo más y estando menos expuesto a lesiones." (Principios de Anatomía Humana. Clintic)

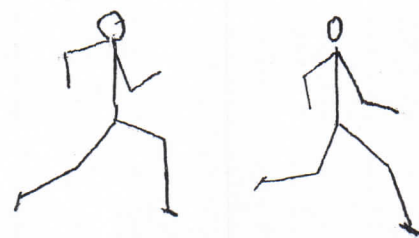
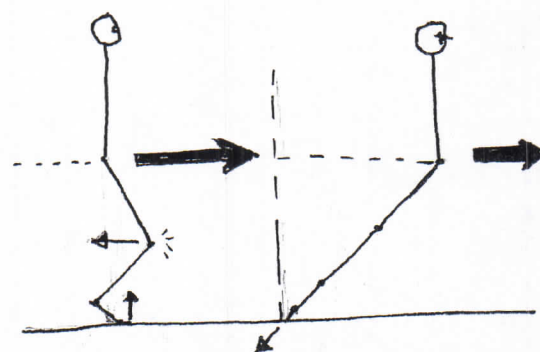


fig 96 EL VUELO EN LA CARRERA.

1.16.3.2.2. Rodilla en la Impulsión.

"La acción de la rodilla en la impulsión se realiza por medio de una extensión súbita de esta articulación.

La articulación de la rodilla (Articulatio-Genus) es la mayor y más complicada de las articulaciones del cuerpo. Movimientos extensos y complicados. A pesar de ello posee gran estabilidad especialmente en la extensión". (Cunningham :258)

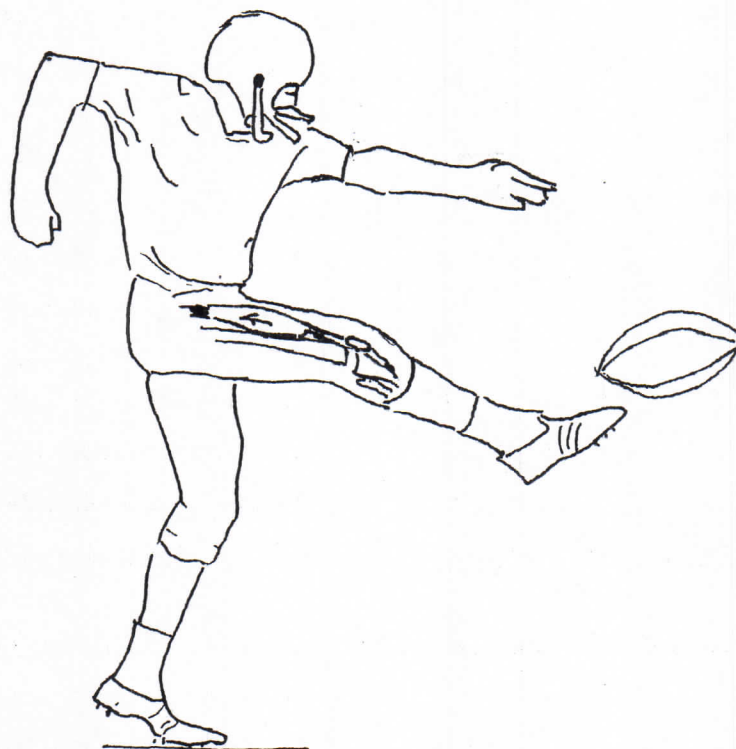


EXTENSION SUBITA DE LA RODILLA

fig 97 EL VUELO EN LA CARRERA

El principal músculo extensor de la rodilla es el Cuadriceps Femoral. (Op, cit.)

"La acción del recto anterior del muslo en la extensión de la rodilla" (Vease la posición de la Rotula en Extensión. Op, cit.)



KINESIOLOGIA

fig 98 ACCIÓN DEL RECTO ANTERIOR

"La rodilla libre del pie contrario que realiza la impulsión, con el mismo ímpetu que se extiende para impulsar la rodilla del pie contrario se flexiona y se eleva entra más velocidad desarrolla, ayudando a aumentar la fuerza de impulsión en energía kinética iniciando la fase de vuelo.

Una buena elevación del muslo de la pierna libre le corresponde un doble beneficio.

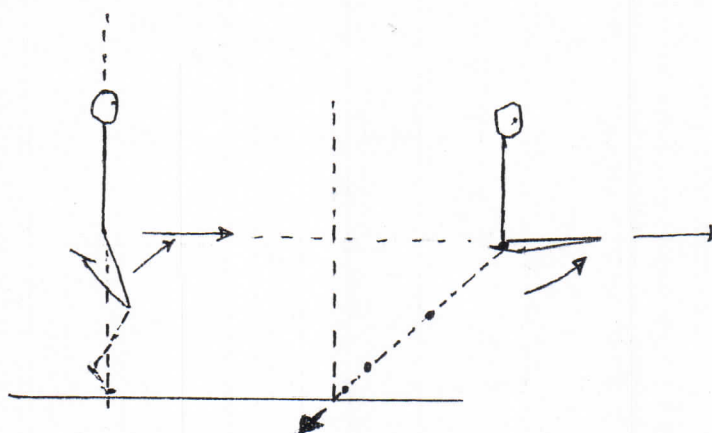
Aumenta la presión del pie contra el suelo, en el momento que el segmento muslo pasa por la horizontal, reforzando la impulsión por el principio acción reacción y por ello

la longitud de la zancada.

- Una masa muscular desplazada hacia adelante es una fuerza F que se suma favorablemente al avance del centro de gravedad.

- La buena elevación de la pierna libre evitará, sobreto-
do el desplazamiento de la cadera.

Si esta acción se hace debil o a destiempo, la pierna apo-
yada se verá perjudicada, retrasandose el despegue." (Al-
varez del Villar. OP, cit :35. 1.985)



ELEVACION DEL MUSLO DE LA PIERNA LIBRE

fig 99

1.16.3.3. Fase de Vuelo.

"Al término de la impulsión el cuerpo permanece en vuelo. La trayectoria del centro de gravedad no puede ser altera-
da después del despegue.

Ella está determinada por el ángulo y la velocidad de pro-
yección y la fuerza gravitacional una vez que el cuerpo se
encuentra en el aire. La única contribución a la distancia
que puede efectuarse durante el vuelo será la posición de
los muslos y de las piernas para lograr el alcance desea-
do y del tronco y los brazos para llevar hacia adelante el
centro de gravedad, al aterrizar." (Kinesiología, :266)

"Mientras está en vuelo se produce una reducción de la tensión muscular en las zonas interesadas en la IMPulsión. De aquí la importancia de una zancada larga y elástica, puesto que más dure el tiempo de suspensión más favorecerá la fase de relajación y la preparación para el siguiente impulso. Por ello la zancada corta y demasiado frecuente, dificulta la recuperación y resulta propicia a las contracturas y distensiones musculares por acumulación de fatiga debida a la dificultad de oxigenación del músculo". (Preparación Física del Fútbol basada en el Atletismo, Carlos Alvarez del Villar :36)

1.16.3.3.1. Balanceo en la Carrera.

"Basicamente en la Fase de Balanceo participan las mismas articulaciones descritas que en la caminata realizandose estos movimientos más exagerados.

La extremidad de balanceo lateralmente en la cadera para mantener el pie en la línea de dirección deseada; también el torso rota por acción de la columna.

Durante la fase de apoyo del pie anterior después de establecer contacto con la superficie del suelo, el pie posterior debe ser balanceado hacia adelante del tronco. (Para establecer el nuevo contacto, , Kinesiología, Cooper :241)

"La flexión de la cadera es la principal acción que posibilita el bal

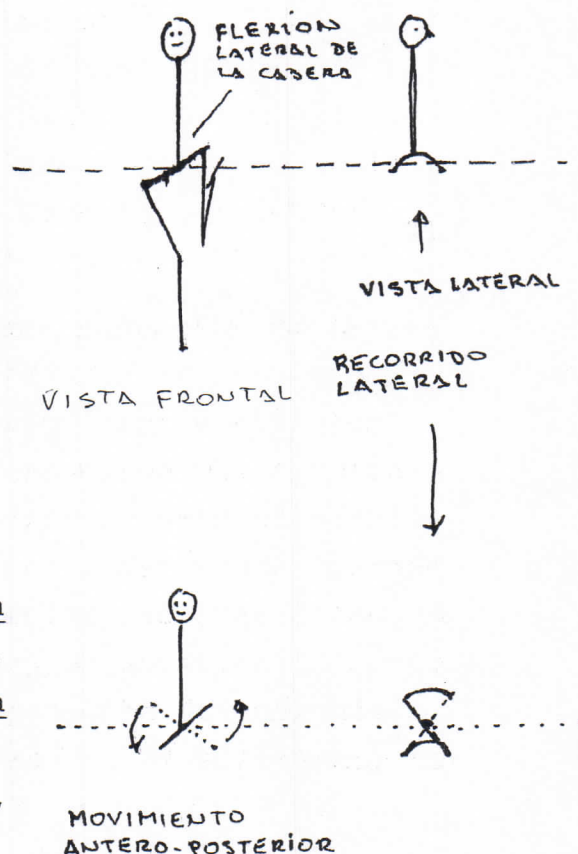


fig 100 BALANCEO

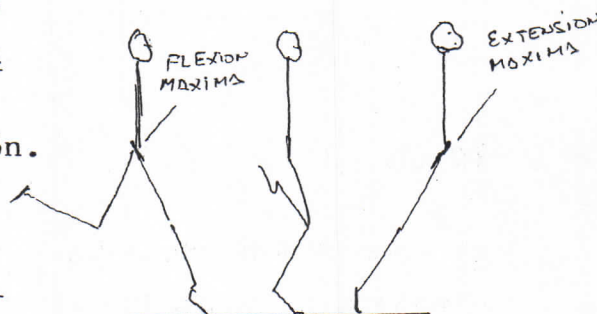
lanceo llevando al muslo hasta más adelante del tronco fa cilitando la Impulsión del pie que se apoya y el acerca-
miento del talón a la nalga realizando una aproximación natural del pie al cuerpo, en su eje vertical, de esta ma nera resta resistencias para la acción de la cadera, redu-
ciendo así el gasto de la energía para el movimiento hacia adelante de la extremidad.

1.16.4. Acción de la Cadera en la Carrera.

"La colocación de la cadera es la base misma de la técnica de la carrera".

Una buena colocación de la carrera permite transmitir me-
jor los impulsos sucesivos de las piernas al tronco, al término de la fase de cada apoyo de los pies en el suelo realizando a continuación una completa extensión en la fase de impulsión.

La rotación de la pelvis en la carrera hacia atrás en retrover-
sión realiza una flexión mayor de la pierna al momento del apo-
yo al mismo tiempo que controla la columna lumbar, colaborando con la extensión máxima en la im-
pulsión y la flexión máxima al momento inicial de la fase de apoyo". (Alvarez del Villar : 31 1.985)



A. EXTENSION Y FLEXION MAXIMA.

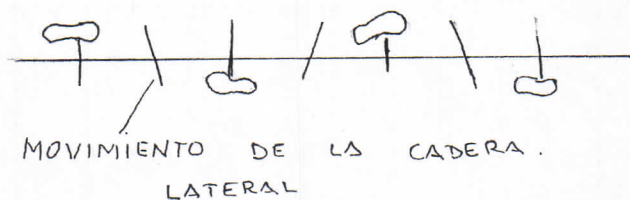


fig 101 B.

Al mismo tiempo que la pelvis rea-
liza en cada paso en la carrera el recorrido de la extensión má-

xima a la flexión máxima.

La cadera realiza una rotación hacia afuera acompañando la pierna en balanceo describiendo un ligero arco hacia arriba." (Alvarez del Villar Op, cit.) (Ver esquema general de la Carrera, extremidades de apoyo.)

1.16.5. Función del Tronco en la Carrera.

"Una correcta posición del tronco facilita la rotación externa de la cadera en el movimiento lateral, lo cual es esencial para mantener el equilibrio.

En la carrera o el juego pueden dar máximo beneficio cuando el atleta o jugador están bien equilibrados lo cual depende del correcto ángulo de inclinación del tronco en el momento de la Impulsión!" (Alvarez del Villar. Op, cit.1.975)

La posición del tronco particularmente erecta favorece la postura plana de la columna lumbar en la fase preparatoria del despegue. (Op,cit. :39)

"Requiere menos esfuerzo para mantener equilibrio postural y brinda buena posición respiratoria así como libre movimiento de la escápula en el recorrido torácico. (Ibid)

Por otro lado favorece la unidad

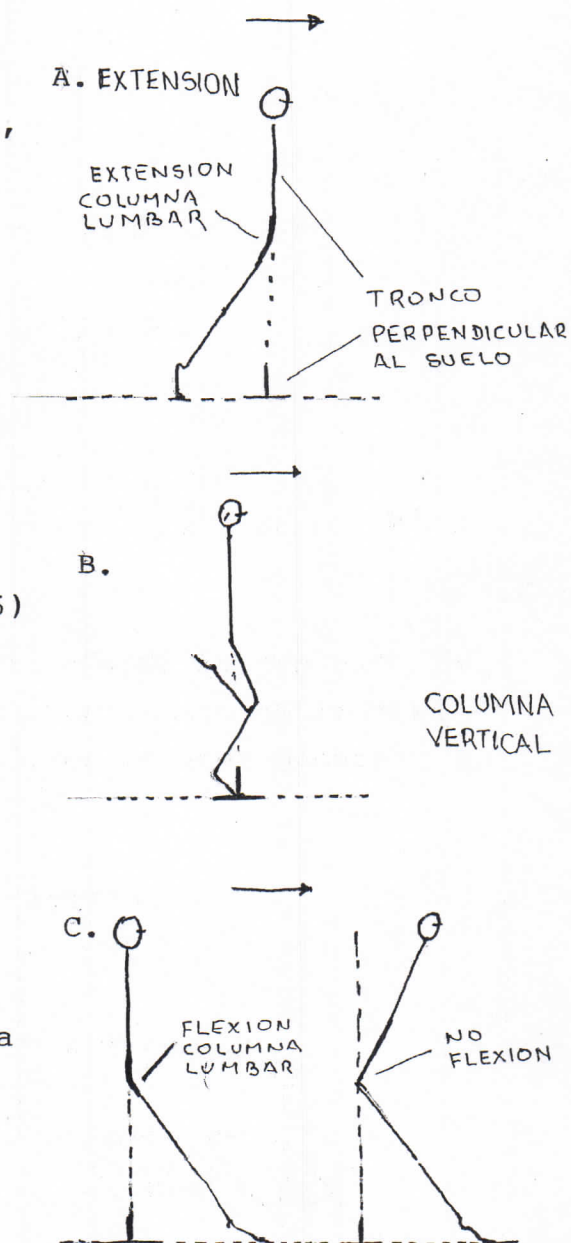


fig 102 A.B.C.

columna-pelvis tan necesaria para el equilibrio".(Ibid)

"Evitando la excesiva inclinación del tronco hacia adelante, facilita más a los músculos posturales, soportar el peso corporal, concentrado en la cabeza, los brazos y el tronco; se evita que la flexión de cadera decrezca a causa de la oscilación de la pelvis que normalmente suele acompañar a la flexión hacía adelante".(Ibid)

"Se libera también de peso a los músculos de la pantorrilla y a los flexores del pie ya que el peso del cuerpo no cae con tanta intensidad".

"Sobre la pierna que se apoya, evitándose con ella la fatiga, ya que no disminuyen los intervalos de recuperación y las contracciones de los músculos de la pantorrilla y pie son menores.

En la carrera el tronco debe permanecer vertical o perpendicular al suelo.

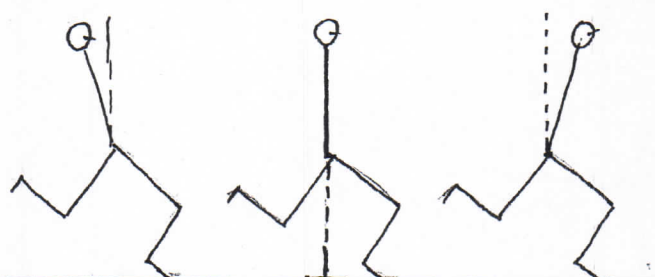
La suavidad en el desplazamiento y la uniformidad en el peso, fundamentales para un buen ahorro de energía.

POSICION DEL TRONCO

NO

SÍ

NO

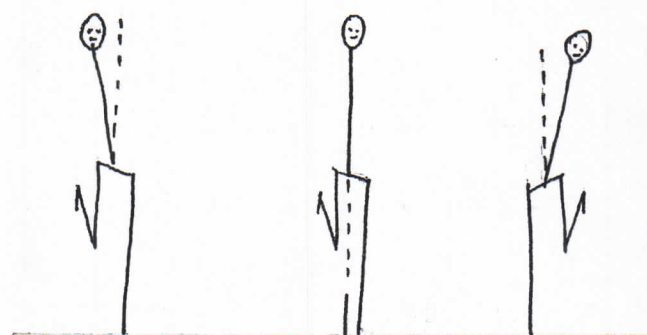


A. PLANO LATERAL

NO

SÍ

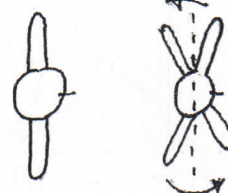
NO



B. PLANO FRONTAL

SÍ

NO



C. PLANO SAGITAL

fig 103 A.B.C.

de energía, son consecuencia del mínimo desplazamiento del tronco en los planos vertical, frontal y sagital". (Alvarez del Villar Op, cit.)

1.16.6. Postura de Cabeza.

"Es inconveniente correr con excesivos movimientos de la cabeza, porque habrá de compensarse con inclinaciones del tronco." (Alvarez del Villar. Op, cit.)

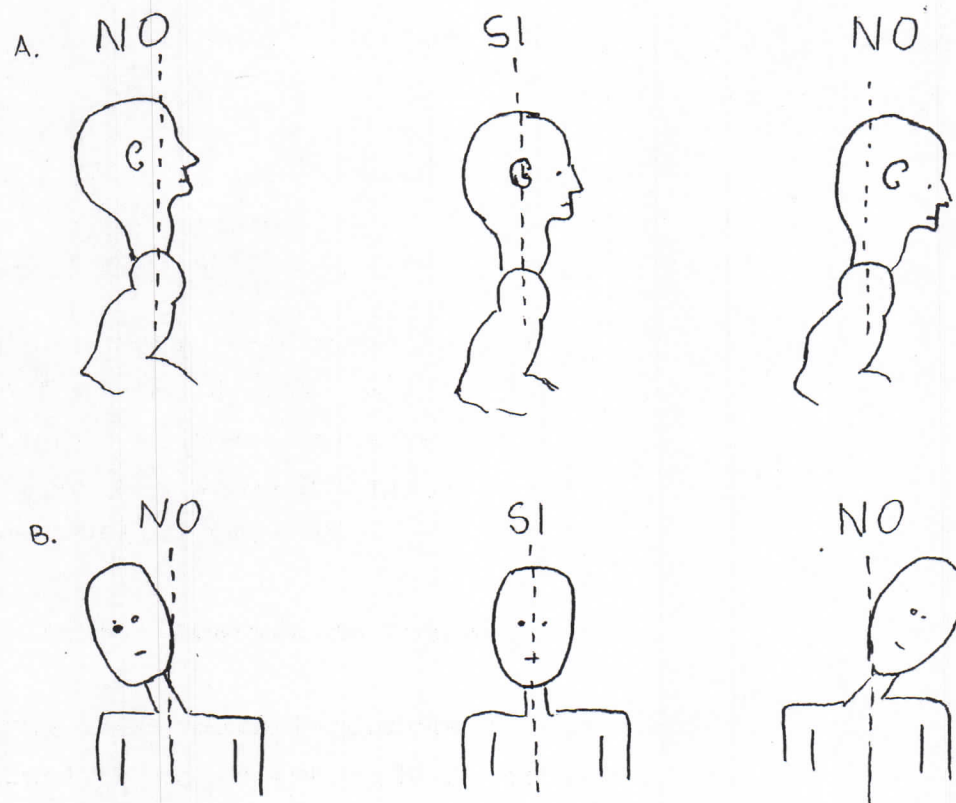
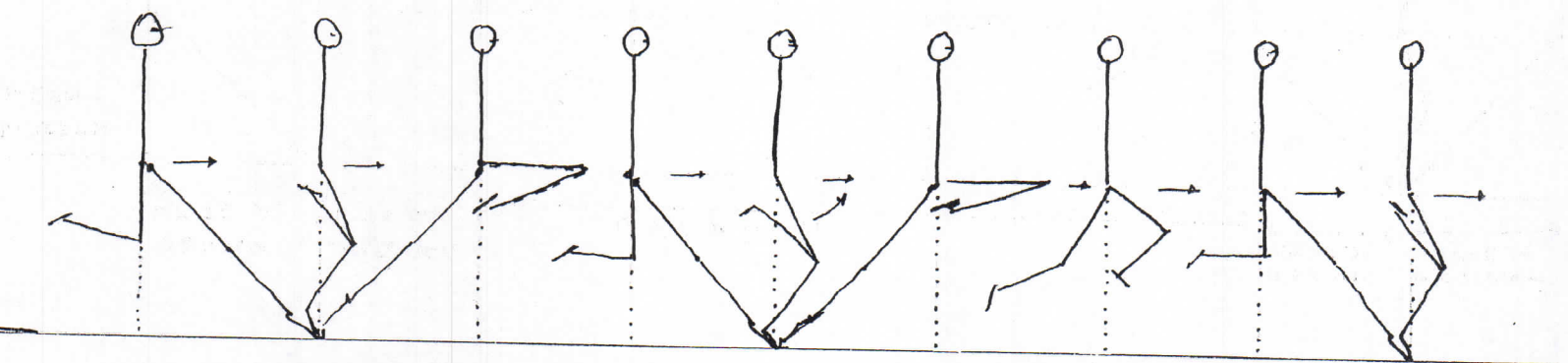
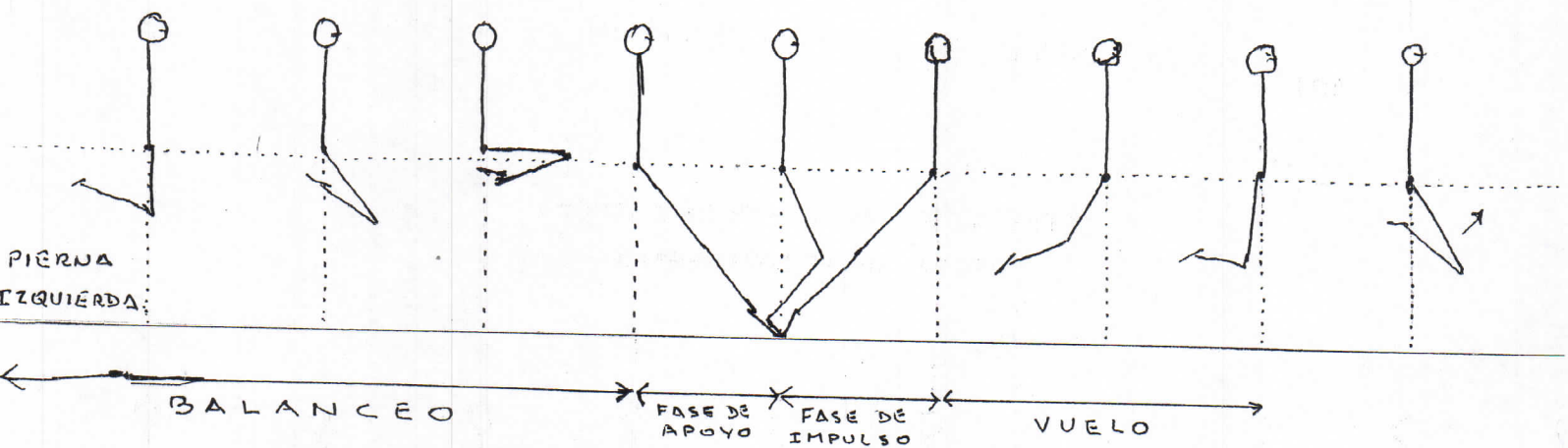
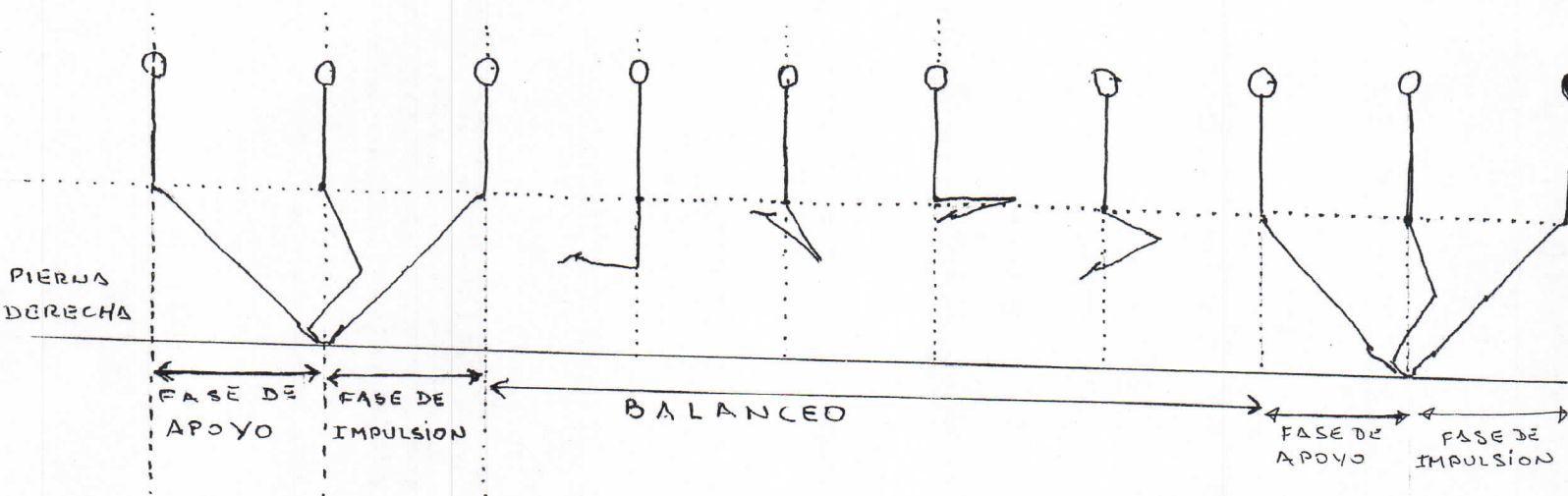


fig 104 A.B. POSICION DE LA CABEZA.(A.) LATERAL (B.) FRONTAL

ESQUEMA GENERAL DE LA CARRERA.
EXTREMIDADES DE APOYO.



1.16.7. Movimiento de los Brazos.

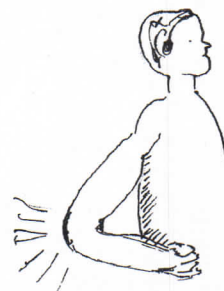
"El movimiento de los brazos es ayuda indispensable para la conservación del equilibrio por su balanceo al momento de caminar, o correr.

Compensa la rotación de la cadera.

La dirección del movimiento de los brazos dirigidos en la progresión de la carrera sin cruzar los frente al pecho. (al igual que deben hacer las piernas).

La amplitud del movimiento alcanza su máximo en el momento en que se corre a plena velocidad. Un ángulo demasiado abierto dificulta la rapidez de movimientos, trae consigo el agarrotamiento de hombros suponiendo un gasto inútil de energía por el ángulo de abertura del brazo y antebrazo varía con la velocidad.

Poniendo el énfasis de sus movimientos en los codos y no en la muñeca posibilita mayor soltura de hombros, se constituye en reserva de energía a la acción de las piernas".(Alvarez del Villar. Op, cit. 1981.1985)



ENFASIS DE SU MOVIMIENTO
EN LOS CODOS



LOS BRAZOS
DIRIGIDOS
EN LA PROGRE-
SIÓN DE LA
CARRERA



SIN CRUZAR LOS
BRAZOS FRENTE
AL PECHO

fig 105 A.B. MOVIMIENTO DE LOS
BRAZOS

1.16.8. Carrera Lenta.

"Se caracteriza por el ahorro máximo de energía para ello:

1. El pie ha de colocarse sobre el suelo muy elásticamente.
2. Las oscilaciones verticales apenas se perciben.
3. La longitud de la zancada debe ser natural, sin extensiones violentas.
4. Los brazos se mueven con suave balanceo, hombros relajados y manos abiertos.
5. El tronco suavemente inclinado.
6. No deben existir oscilaciones laterales. (Op, cit. :32)

1.16.9. Carrera a Velocidad.

Se caracteriza por los siguientes puntos:

1. La frecuencia de los puntos es mucho mayor.
2. Se realiza una amplitud máxima de cada movimiento, de piernas, brazos, etc.
3. Debe haber un alto grado de contracción, pero también de relajación. Es imposible correr a gran velocidad agarrado. (Alvarez del Villar. Op, cit. :32)

1.16.10. Ventajas de una buena técnica de la Carrera.

"Al respecto Roskan y Reindell, consideran que la ejecución técnica correcta aumenta la capacidad de rendimiento, y disminuye la posibilidad de lesiones musculares y articulares. A esto se pueden añadir los siguientes beneficios:

1. Si se dominan las acciones motoras básicas como lo son la carrera y la marcha, se tendrá un mejor conocimiento y dominio del esquema corporal y como consecuencia, una mejor coordinación y una mayor facultad de movimientos.
2. Los apoyos correctos (en la línea de la marcha, parte ex

terna del avampie, etc) así como los impulsos en linea recta y las mínimas oscilaciones de Pelvis proporciona una mayor progresión y un menor gasto de energía.

3. Los apoyos sobre el Metatarso o Avampie evita la brusquedad de la recepción, tan perjudicial para la musculatura; favorecen el avance del Centro de Gravedad, y por tanto la fluidez de la carrera, ya que así se disminuye el momento negativo que sucede a la primera fase de la recepción la cual como sabemos, es amortiguadora y retardatriz.

4. Cuando el pie que soporta el peso del cuerpo se apoya en la dirección de la linea de avance y la cabeza es llevada directamente por encima de esta línea, el equilibrio lateral se consigue mejo, pues en esta posición se requiere un mínimo de movimientos compensatorios de los segmentos corporales para mantener la estabilidad. (Alvarez del Villar. :39 1.985)

2. LA RESPIRACION

"La respiración es uno de los más importantes sistemas de regulación de la función del organismo (junto al sistema cardio vascular) en atención a ello es tenido en cuenta en el presente trabajo.

Según CARREL, premio nobel de Medicina, cualquier persona puede estar varios días sin comer y rejuvenece, pero nadie puede estar unos segundos sin respirar porque se muere. (Tomado de El Ejercicio. Aprenda a respirar. Luis Fernando Palau. Ed. Occidente 1.988 :1)

2.1. FUNCION RESPIRATORIA

"La respiración cumple con la función de regenerar la sangre por medio del intercambio gaseoso que ocurre en los pulmones.

La sangre venosa portadora de CO_2 producto de la combustión realizada en la célula se intercambia por O_2 en los alvéolos pulmonares, de esta manera el cuerpo elimina CO_2 (gas carbónico) y se provisiona de Oxígeno que circulará por las arterias hasta llegar nuevamente a la célula.

El acto de respirar es un elemento vital para la vida, para personas sedentarias como para deportistas.

La naturaleza ha provisto a nuestro organismo de un mecanismo eficaz para que la respiración no falte, es necesario que esto ocurra desde condiciones basales (reposo ab-

soluto) hasta condiciones de actividad máxima. Op, cit.:3)

2.2 MECANICA DE LA RESPIRACION.

"La respiración consta básicamente de dos fases

1. Inspiración

2. Expiración

La Inspiración es la inhalación del aire del Medio Ambiente hacia los pulmones.

Estudios fisiológicos han demostrado que el Diafragma es el más importante músculo respiratorio, aunque su contribución exacta varía ampliamente en los distintos individuos" (Fisiología Humana. Davson y Eggleton. 1.968 :365)

El proceso rítmico de la respiración presupone cierta calidad de trabajo por parte de los músculos respiratorios." (Op, cit. :365)

"La finalidad de la respiración es hacer penetrar una cierta cantidad de aire en los pulmones, para que el oxígeno sea absorbido por los alvéolos pulmonares. Esta importante función es confiada a un sistema mecánico que permite ampliar el volumen toracico; de esta forma, en su interior se crea una depresión que reclama aire del exterior al interior.

El Pulmón por sí mismo, no está capacitado para contraerse, pero, hallándose coligado al Tórax por las Pñeuras, es arrastrado por este en si movimiento de expansión, y llenado por depresión del aire.

La caja toracica se halla constituida por una estructura de elementos curvos y semirígidos, (las costillas) que se articulan con la Columna Vertebral y el Esternón, y le confieren una forma cónica." (Biomécanica del Aparato Locomotor aplicada al acondicionamiento muscular. 1.988. Fucci.)

"Al ampliarse las paredes de la cja toracica estas arrastran consigo las paredes de los pulmones subsionando así el aire del medio ambiente, como la función de un fuelle al expandirse" (Op, cit)

"Si examinamos el tronco de cono "torax" tal como es en realidad, nos damos cuenta que se halla tapado en su parte inferior por una superficie de base concava (el Diafragma), de concavidad bastante acentuada en condiciones de reposo. Este elemento concavo (Diafragma) es capaz de disminuir al contraerse, su concavidad aumenta así la altura media del solido, obteniendo un nuevo aumento de volumen." (Op, cit. Fucci)

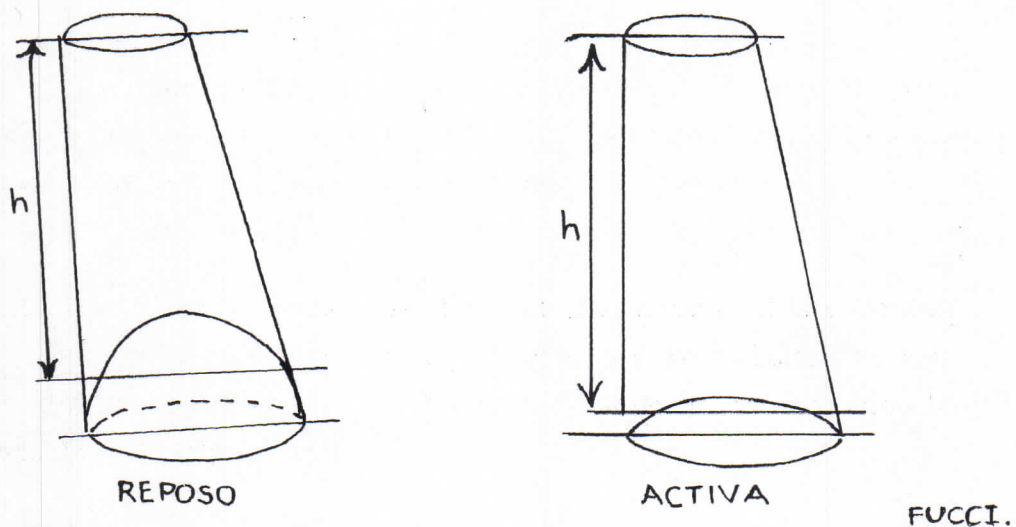


fig 106 ESQUEMA DE LA FUNCION DEL TORAX

"Las articulaciones costo vertebrales y costo transversas permiten elevarse las costillas" (Op,cit.)

2.2.1. El Diafragma

"Este músculo en forma de hoja concava y de gran tamaño, separa el abdómen de la caja toracica."

"En sí el Diafragma es un músculo muy ancho aplanado y delgado que cubre transversalmente toda la periferia de la parte inferior del tórax y a su vez de la parte superior del abdomen, con sus respectivos orificios para dar paso al esófago, a la vena cava inferior, la aorta y otros orificios menores, está agarrado a la columna vertebral en las vertebrae dorsales en su parte posterior, en su parte anterior del esternón y en los laterales de las costillas falsas seis y siete" (Anatomía Humana y Descriptiva. Roviene)

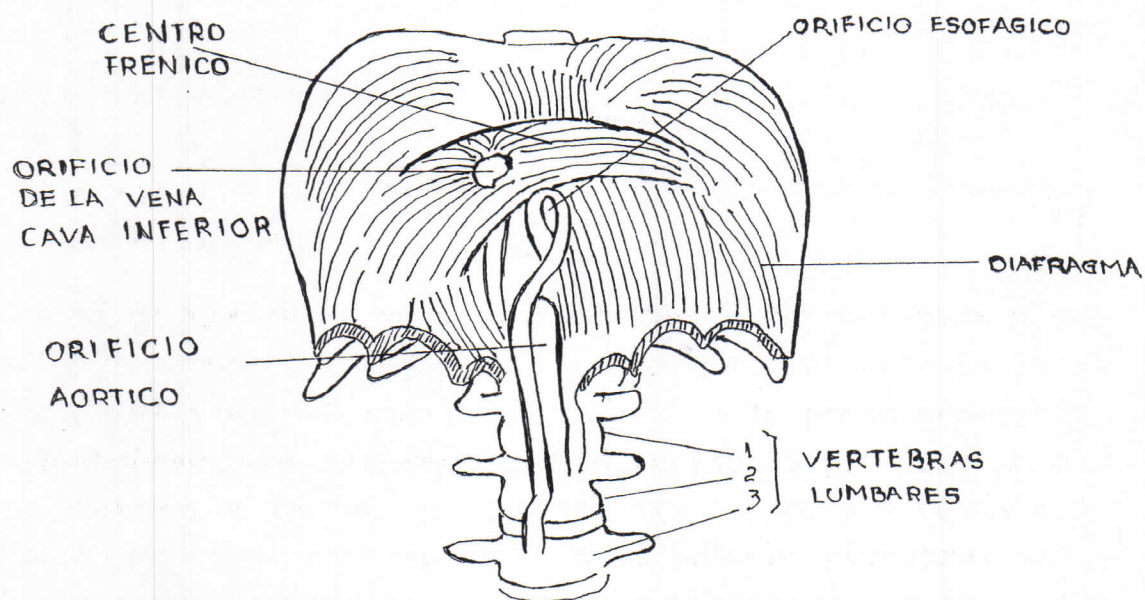
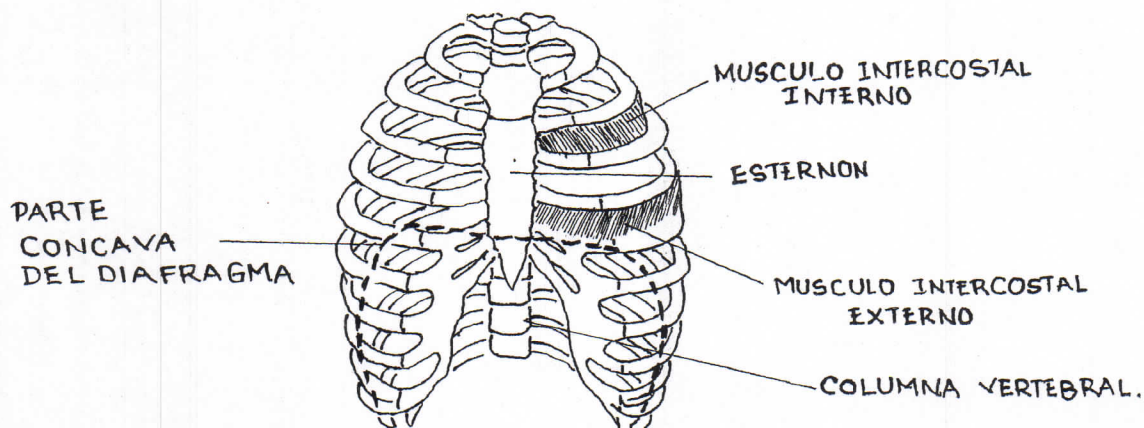
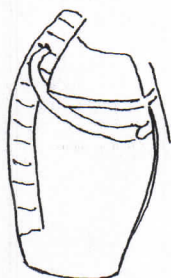


fig 107 EL DIAFRAGMA

Su forma es algo concava como una copa boca abajo y su función consiste en ponerse plano e incluso bajar más o menos 30 o 40 mm en individuos entrenados.

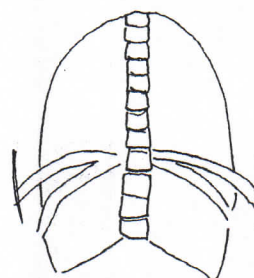


LATERAL



COSTILLA SUPERIOR.
EL DIAMETRO ANTERO-
POSTERIOR AUMENTA.

POSTERIOR



COSTILLAS INFERIORES
SE MUEVEN HACIA AFUERA
CUANDO SE MUEVEN. Y EL
DIAMETRO TRANSVERSO
DEL TORAX AUMENTA.

fig 108 MOVIMIENTO DEL TORAX

Las fibras carnosas periféricas del diafragma al contraerse rectifican su curvatura y hacen así descender su centro frenico, (el resultado es el aumento del diámetro vertical del tórax) que hace punto fijo de apoyo sobre el abdomen en su parte central. Empujando al frente a los lados y hacia afuera el diámetro de la caja torácica en tres direcciones de su periferia.

1. Por elevación del mango del esternón logra ampliar el diámetro vertical de la caja torácica, por el descenso del diafragma

2. Por elevación de las costillas tercera, cuarta quinta y sexta, trae consigo un aumento de los diámetros antero posterior y transversal del tórax si eleva las costillas ocho, nueve y diez.

3. Al hacer punto fijo (en su descenso) empuja el abdómen hacia abajo, el abdómen se expande hacia los lados y como sus paredes son elásticas el estómago se ensancha, contribuyendo al ensanchamiento antero posterior de la caja torácica, ello ocurre en respiración tranquila. En respiración profunda se efectúan estos mismos movimientos con una amplitud mucho mayor.

Junto con el mayor descenso del diafragma trae consigo un aumento de todos los diámetros torácicos como ocurre con el ejercicio intenso." (Anatomía Humana Descriptiva y Aplicada. Gray :698-699)

La contracción del diafragma se puede considerar como una fluctuación rítmica de tono; en la respiración tranquila. **En todo caso solo se contraen algunas fibras y no siempre las mismas, lo que explica su ausencia de fatiga de este vital músculo. El diafragma al igual que el corazón no para de funcionar mientras vivamos. El funciona automáticamente mientras dormimos, estamos inconscientes y bebés.**

En todos los actos expulsivos, el diafragma entra en acción, así antes de estornudar, toser, reír llorar o vomitar y antes de expulsar las heces y la orina o el feto del útero, tiene lugar una inspiración profunda, protagonizada por el diafragma. (Anatomía Humana y Descriptiva. Hurry Gray :685)

Debajo del diafragma están el estómago, los riñones, los intestinos, los órganos sexuales y la vejiga. Por consiguiente cuando el diafragma trabaja -al modo de una campana

na neumática-, a cada expansión de los pulmones los órganos situados debajo quedan expuestos a una suave presión que actúa en forma de estímulo. Si la respiración es débil y apenas se dilata, todos los órganos vitales cuyo correcto funcionamiento depende de aquel estímulo dejan de actuar debidamente. El estreñimiento, las dolencias del estómago, vesícula biliar y de los riñones son debidos comúnmente a ello. Por tanto queda claro que la respiración completa (diafragmática o abdominal) juega una parte vital y esencial en el estado de salud en general y que su descuido puede traer funestas consecuencias." (Método de Relajación y Meditación Karim Room. Ed. Climent.)

"Al igual que los músculos del corazón, el diafragma y otros músculos respiratorios sufren hipertrofia cuando se le hace trabajar demasiado durante largos periodos." (Fisiología Respiratoria. Campbell :97)

"Para entender el mecanismo de funcionamiento de los intercostales es preciso esquematizar mecánicamente este sistema, donde las costillas son equiparadas a unos ejes rígidos conectados a los puntos B y D y a los puntos A y C (esternón) (Fucci) (Ver fig 109)

Las líneas de tracción de los intercostales externos e internos son esquematizados en estado de reposo, por las líneas continuas.

"Están dispuestas entre ellas como antagonistas para comprobar cual grupo actúa como inspiratorio y cual como expiratorio, basta elevar el lado A C del sistema.

Vemos que los puntos de inserción X se acercan, mientras X, Y, se alejan. Esto significa que el movimiento de inspiración es efectuado por el grupo XY -que se contrae-, esto es por los intercostales externos, mientras los internos

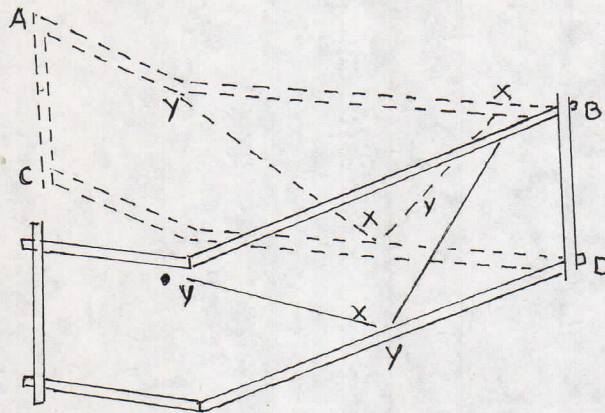


fig 109 ESQUEMA MECANICO DE LA INSPIRACION.

actúan claramente como inspiradores.

Estos grupos musculares no son los únicos que elevan o descienden el tórax. Esta función puede efectuarla toda la musculatura que, insertándose en las costillas, toma punto fijo en la columna vertebral o en la cintura escapulo-humeral y tiene líneas de tracción de abajo a arriba, para efectuar la inspiración mientras la espiración puede ser realizada por la musculatura que partiendo del tórax toma punto fijo en la pelvis o en la columna, con líneas de tracción dirigidas hacia abajo". (Biomecánica del Aparato Locomotor. Fucci Op, cit. :40)

2.2.2. Otros Músculos que participan en la Inspiración.

1. Diafragma
2. Músculos Intercostales externos.
3. Músculos Escalenos-Anterior, Medio y posterior
4. Músculo Esterno Cleido Mastoideo
5. Músculo Facial

6. Músculo de la Laringe
7. Músculos que mueven las aletas de la nariz
8. Músculo Pectoral Mayor
9. Músculo Pectoral Menor
10. Músculo Serrato Mayor
11. Músculo Dorsal Ancho
12. Músculo Serrato Posterior Superior
13. Músculo Supracostales

Si es evidente la participación de muchos niveles segmentarios en la inervación de los musculos respiratorios, por lo que el acto respiratorio está integrado probablemente en el tallo encefálico y no en la Medula espinal.

"Los músculos toracicos solo ofrecen una ventilación poco profunda y un bajo aprovechamiento de nuestra capacidad pulmonar". (Fisiología Humana. Glasow : 400, 1.968)

2.2.3. La Espiración.

"La espiración suele ser pasiva, por reacción de los músculos elásticos de los pulmones y tórax; en la inspiración se almacena en ellas energía potencial que se libera durante la espiración. Esta energía acumulada en los tejidos pulmonares y en los músculos del tórax recobran su elasticidad normal." (Campbel)

"Los músculos abdominales son los más importantes en la espiración y los únicos indispensables" (Fisiología Humana. Eggleton :366 1.988)

"La espiración de estos músculos deprimen las costillas inferiores flexiona el tronco y sobre todo...aumenta la presión abdominal y empuja el diafragma hacia arriba."
(Fisiología Respiratoria :98)

Incluye el Oblicuo Mayor del Abdomen, Oblicuo Menor del

Abdómen y Transverso Abdominal.

"Normalmente los músculos abdominales comienzan a mostrar actividad al aumentar la ventilación a más de 40 Lt/min"

(F.R. Campbel)

"Por la participación de estos músculos se denomina respiración abdominal". (Fisiología Respiratoria Campbel:97-98)

"El entrenamiento produce pasos muy marcados en el sistema respiratorio. La expansión de la caja toracica y su profundidad aumenta la frecuencia respiratoria. Disminuye en individuos sedentarios porciones más o menos grandes de los pulmones, pueden estar fisiológicamente cerrados al aire inhalado, mientras que con el entrenamiento, el volumen total del pulmón se hace facilmente accequible exponiendo la sangre al oxígeno en una superficie mayor de 100 Mts²" (Sistema Cardio Respiratorio y Deporte. Romelia Ramirez :75)

2.2.3.1. Músculos que participan en la Espiración.

1. Diafragma
2. Intercostales Internos
3. Triangular del Esternón
4. Oblicuo Externo
5. Oblicuo Interno
6. Recto del Abdómen
7. Serrato Posterior Inferior
8. Cuadrado Lumbar
9. Sacroespinal.

Los músculos abdominales comienzan a mostrar actividad al aumentar la ventilación a más de 40 L/M. (Romelia Ramirez. Op, cit. :80)

Estos músculos (Abdominales) son esenciales durante la tos, esfuerzos intensos (pujo) o vomitos.

También se contraen al final de cada inspiración máxima junto con el cierre de la glotis ello interrumpe de forma súbita la inspiración. (Romelia Ramirez. Op, cit :78)

2.2.4. Frecuencia Respiratoria.

"La frecuencia o velocidad respiratoria oscila más o menos entre 12 y 18 respiraciones por minuto en individuos sanos y en condiciones basales (acostado boca arriba)" (Sistema Cardio Respiratorio y Deporte R. Ramirez. :81)

"Los cambios de la frecuencia respiratoria están determinados por las concentraciones de CO_2 (Dióxido de Carbono) en la sangre, detectado por receptores alveolares y otros localizados en otras partes del cuerpo y que se encuentran según parece en las mismas células musculares que trabajan y que obligan a efectuar el intercambio gaseoso a mayor velocidad. (Fisiología Humana. Egleton :413 1.968)

Una correcta respiración supone:

- a. El sostenimiento de la carga (esfuerzo) en el tiempo de duración y la eficaz evacuación de gas carbónico, que este trabajo produce.
- b. Eficiente suministro de oxígeno ante la exigencia del gasto.

2.2.5. Algunas Consideraciones Tecnico Deportivas de la Respiración.

"El mejor rendimiento de la respiración se alcanza cuando dicha función fisiológica se realiza con el menor dispendio energético posible, a paridad de volumen de aire ventilado.

El rendimiento de un gasto es tanto mayor cuanto menor es

la cantidad de musculatura utilizada para realizarlo y menos intensas sean las tensiones musculares precisadas, siempre a paridad del resultado externo.

La actividad respiratoria es superior en la inspiración que en la expiración.

Cada músculo respiratorio precisa una cierta cantidad de energía para funcionar. Deben ser usados en forma coordinada para obtener el mismo volumen respiratorio con un menor consumo de energía. El menor efecto se obtiene cuando el diafragma y los músculos elevadores de las costillas se contraen simultáneamente, a una baja intensidad de contracción.

Una respiración coordinada no es instintiva en todos los individuos, por lo cual son necesarios ciertos ejercicios para lograrla. (Sistema Cardio Respiratorio y Deporte. Rittel :50-51)

2.2.5.1. Ritmo Respiratorio.

"El ritmo se manifiesta en el ejercicio en términos fisiológicos medidos por los tiempos de contracción-relajación que se van produciendo ininterrumpidamente en el organismo humano.

Esta relación ciclica Acción-relajación, brinda la posibilidad de continuidad de movimiento en el trabajo dinámico por la retroalimentación, de nuestros músculos, sistema nervioso etc.

Ejemplo : Una persona en ejercicio trotando, cuando los músculos de una pierna trabajan, soportando el peso del cuerpo, la otra pierna que va en el aire (balanceo) por un instante se encuentra relajada. Por lo tanto en este momento estos grupos musculares se están retroalimentando de oxígeno en sus células, que se preparan para el nuevo gasto que viene a continuación para soportar el peso del

cuerpo.

La pierna que trabaja hace contricción muscular, las arteriolas se cierran y no hay paso de la sangre a la célula.

(Ver pag 98-102)

La continuidad de estos ciclos establece el ritmo de movimiento en el trabajo dinámico.

Podremos deducir que la componente fisiológica relajación-contracción-relajación, en los músculos, en los nervios producen un ciclo y otro de gasto-alimento en forma consecutiva e intermitente en el tiempo y dura tanto como nu-trientes reciba la célula del músculo en el momento de la relajación y las reservas energéticas que contenga la célula.

Durante el ejercicio dinámico hay (como hemos visto) alteración de contracción-relajación consistente en un cambio de ritmo aeróbico o anaeróbico dependiendo fundamentalmente de la ruta metabólica que sirva como fuente principal de energía.

Trabajo en condiciones aeróbicos cuando la célula realiza combustión de oxígeno.

Al momento de la contracción del músculo las arteriolas se contraen o se oprimen por lo tanto en este momento no hay intercambio.

En este momento la célula está trabajando realizando la combustión de oxígeno en condiciones aeróbicas, el músculo en conjunto realiza su función dentro del movimiento, si corremos no muy rápido, acción lenta y es en condiciones anaeróbicas, si realizamos una acción de contracción sostenida no hay intercambio de nutrientes (entre el vaso capilar y la célula se realiza una combustión sin la presencia de oxígeno, por eso recibe el nombre de anaerobia.

Supone la anaerobia acciones de potencia sostenida como las carreras de velocidad, levantamiento de pesas, acciones rápidas y cortas menores de 20 segundos.

Hay acciones deportivas aeróbicas tales como las carreras

de fondo y totalmente anaeróbicas como las de velocidad. Existen los deportes que combinan ambas como el balón-pie, balón -cesto, y otros juegos de equipo, algunas carreras de semifondo, ello requiere de parte del deportista excelentes condiciones físicas en este caso excelente capilaridad y reservas energéticas que le permitan mantener el ritmo en la óptima función de sus músculos en la intensidad y en el tiempo, que en términos de las cualidades físicas, esta función se le determina como resistencia.

El entrenamiento de la resistencia dilata los capilares, y ocurre la neoformación de capilares, el aumento de la fibra muscular con relación a los no entrenados."(Sistema Cardio Respiratorio y Deporte. Hans Friedmund Rittel. :37-89)

2.2.5.2. Frecuencia Respiratoria.

"Los músculos respiratorios no tienen ritmo inherente y no se contraen si no reciben impulsos nerviosos motores" (Fisiología de la Respiración. Campbel :95)

"La frecuencia o velocidad respiratoria oscila más o menos entre 12 y 18 respiraciones por minuto en individuos sanos y en condiciones basales (acostados boca arriba)" (Sistema Cardio Respiratorio y Deporte :81)

"Los cambios de la frecuencia respiratoria están determinados por las concentraciones de CO_2 (Dióxido de Gas Carbónico) en la sangre, detectado por receptores alveolares y otros localizados en otras partes del cuerpo y que se encuentran según parece en las mismas células musculares que trabajan y que obligan a efectuar el intercambio gaseoso a mayor velocidad." (Fisiología Humana :413)

Una correcta respiración supone:

- a. El sostenimiento de la carga (esfuerzo) en el tiempo duración y la eficaz evacuación de gas carbónico, que este trabajo produce.
- b. Eficiente suministro de oxígeno ante la exigencia del gasto.

2.2.5.3. La Respiración Yoga.¹

"Los Yogis clasifican la respiración en cuatro métodos generales a saber:

1. Respiración Alta
2. Respiración Media
3. Respiración Baja
4. Respiración Completa

1. Respiración Alta.

Este método de respiración se llama en Occidente, respiración clavicular.

El que respira de esta manera levanta las costillas, las clavículas y los hombros, contrayendo al mismo tiempo el abdómen, cuyo contenido choca contra el diafragma, que a su vez se levanta.

En este método de respirar intervienen la parte superior y menor del pecho y los pulmones, y por consiguiente penetra en ellos poca cantidad de aire.

La respiración alta es probablemente el peor método de respirar que se conoce, y exige el mayor consumo de energía con la menor suma de provecho.

2. Respiración Media.

A este método de respiración le llaman los Fisiólogos Oc-
cidentales, respiración Intercostal, y aunque menos defec

1. Ver Glosario

tuosa que la respiración alta, es muy inferior a la baja y la completa.

En la respiración media el diafragma sube, el abdómen se contrae, las costillas se levantan un poco y el pecho se dilata parcialmente.

3. Respiración Baja.

La respiración Baja, profunda o diafragmática.

Cuando el diafragma se mueve oprime los órganos abdominales y empuja hacia afuera el abdómen.

En la respiración baja se da mayor juego a los pulmones que en métodos anteriores y por consiguiente se inhala mayor cantidad de aire. Pero ninguno incluso consiferando la respiración baja llena completamente los pulmones de aire. La respiración alta llena solamente la parte superior de los pulmones; la respiración media llena la parte media y algo de la superior; la respiración baja llena solamente la parte inferior y media.

4. Respiración Completa Yogi.

La respiración completa Yogi, reúne todas las ventajas de la alta, la media y la baja.

La respiración pone en juego todo el aparato respiratorio, cada parte de los pulmones, cada célula de aire y cada músculo respiratorio. La capacidad del pecho alcanza sus límites normales, y cada parte del mecanismo realiza sus funciones y trabajo natural.

Conviene advertir que la respiración completa no consiste necesariamente en llenar al extremo los pulmones en cada inhalación. Se puede inhalar la cantidad habitual de aire usando el método de respiración completa y distribuirlo en mayor o menor cantidad por todas partes de los pulmones.

El siguiente ejercicio, dividido en tres movimientos, dará idea de lo que es y como funciona la respiración comple

ta:

1. De pie o sentado, con el busto en posición vertical y respirando por las fosas nasales, se inhala firmemente llenando primero la parte inferior de los pulmones, lo que se obtiene poniendo en juego el diafragma, que al descender ejerce una leve presión sobre los órganos abdominales y empuja la pared frontal del abdómen.

2. Se llena la región Media de los pulmones, levantando la parte superior del pecho, levantando éste con las costillas superiores.

3. Se llena la parte alta de los pulmones, adelantando la superior del pecho, levantando este con las costillas superiores.

4. La parte inferior del abdómen se contraerá ligeramente y prestará apoyo a los pulmones, así como también ayuda a llenar su parte superior.

A primera lectura podrá aparecer que este movimiento consiste en cuatro tiempos distintos. Sin embargo, no es esta la idea exacta, la inhalación es continua y toda la cavidad torácica desde el diafragma hasta el vertice del pecho en la región clavicular, se dilata con movimiento uniforme. Deben evitarse las inhalaciones bruscas, y esforzarse por obtener una acción respiratoria regular, continua y uniforme." (Tomado de Yogi, Ciencia de la Respiración. Yogi Ramacharaca :57 a 69)

3. CONCLUSION

El análisis de la postura del cuerpo, de la marcha y la carrera, destaca la acción de los segmentos corporales y su función en el mantenimiento del equilibrio en torno al óptimo uso de las posibilidades anatómicas para garantizar el mínimo gasto energético y el máximo desplazamiento.

Para ello se puede destacar en primera instancia como elemento importante, el reposo de la cabeza directamente sobre la columna vertebral ofreciendo un descanso permanente a los músculos de la espalda, (que de lo contrario en una postura incorrecta de la cabeza por fuera de esta base, tendrían que funcionar para sostener su peso.) Ello posibilita levantar el pecho, con los omóplatos planos contra las costillas facilitando una respiración completa tal como se explica al final del capítulo de la respiración.

El análisis de la marcha y la carrera en cuanto a la dirección del pie; el papel que juegan los dedos en el impulso, en especial el uso del dedo gordo y la planta del pie en apoyo, lo mismo que la extensión súbita de la rodilla y la flexión del muslo de la pierna libre en la impulsión, así como una correcta ejecución de los movimientos de la cadera, proporcionarán elasticidad muscular y un aprovechamiento coordinado de las palancas esqueléticas en beneficio de la distancia. Por consecuencia una relajación de los músculos de la pierna contraria a la del apoyo en

cada paso favorecerá el intercambio energético de la célula y mantendrá por más tiempo el cuerpo en ejercicio (evitando el "engarrotamiento").

El describir estas acciones bajo el enfoque del concepto de trabajo Positivo y Negativo, posibilita con estos elementos de análisis el estudio del movimiento en otras disciplinas deportivas.

Siendo la marcha una actividad ligada a todos los seres humanos y la carrera no exclusiva del atletismo y si común a muchos deportes y a la práctica recreativa, este pequeño trabajo es apenas una aproximación, que dilucidará los aspectos que se señalan para un mayor aprovechamiento del recurso energético y hacer de su práctica y automatización un hecho plástico agradable para nuestro cuerpo y espíritu.

GLOSARIO

BIOMECANICA: Bio, Griego, Vida. Mekhane, Latín, Máquina. Aparato combinado que sirve para producir efectos de terminados. Ciencia que estudia los movimientos del Hombre y del animal desde el punto de vista de las leyes mecánicas. Puede resolver solamente los problemas básicos del complejo estudio de los movimientos.

EQUILIBRIO: Aequilibrium. Equi: Aequus igual. Estado de reposo de un cuerpo solicitado por dos fuerzas que se destruyen recíprocamente. Equilibrio estable, aquel en que el cuerpo, movido de su posición de equilibrio, vuelve a recobrarla por sí sola. Equilibrio inestable, aquel en que el cuerpo, movido ligeramente busca su equilibrio en una posición diferente. Figurativo, Combinación ajustada de fuerzas o elementos.

FUERZA: Definición Física, cualquier causa capaz de modificar el estado de reposo o de movimiento uniforme de un cuerpo. En su acepción mecánica la Fuerza es la causa de las variaciones del movimiento o cambio de velocidad, produciendo un trabajo. Las Fuerzas siempre son ejercidas entre dos puntos. Esta es la base de la llamada Ley de Acción y Reacción.

FUERZA DE GRAVEDAD: La tierra ejerce una fuerza sobre cualquier objeto que esté cerca de su superficie, gracias a la acción gravitatoria que tira del objeto hacia abajo, en la dirección del centro de la tierra. Cerca de la superficie de la tierra todos los cuerpos caen en línea vertical al suelo.

KINESIOLOGIA: Es una ciencia, una forma organizada de la información que trata del movimiento. Si bien el término no está incluido en el vocabulario común, la observación nos demuestra que se trata de la combinación de palabras familiares. Logia, la ciencia de, y Kinesis, movimiento.

MECANICA: Es el estudio de la relación entre la fuerza y el movimiento resultante. La mecánica del dominio Newtoniano se conoce como Mecánica Newtoniana. Es la mecánica de los sistemas formados por objetos que resultan grandes y se les compara con el átomo y que se mueven a velocidades bajas si esta se compara con la velocidad de la luz.

POLEA: Tal vez del griego Polos, eje. Rueda generalmente maciza, acanalada en su circunferencia y móvil alrededor de un eje. Por la canal o garganta pasa una cuerda o cadena en uno de cuyos extremos actúa la potencia y en otros la resistencia..

TRABAJO: En la vida corriente, la palabra trabajo se aplica a cualquier tipo de actividad que requiere efectuar un esfuerzo muscular o intelectual. Sin embargo, en Física dicha expresión se usa en un sentido muy restringido. Únicamente se realiza trabajo cuando se ejerce una fuerza sobre un cuerpo y al propio tiempo este se mueve de tal modo que la fuerza posee componente sobre la trayectoria de su punto de aplicación. Si esta componente tiene el mismo sentido que el desplazamiento el trabajo es positivo. Si es opuesta al desplazamiento el trabajo es negativo. Si la fuerza es perpendicular al desplazamiento, no tendrá componente en la dirección del mismo y el trabajo es nulo.

YOGA: Sánscrito, Yuj, unir.. Ciencia de la Respiración, ciencia de las Posturas, ciencia de la Concentración Mental.

BIBLIOGRAFIA

- ALVAREZ DEL VILLAR CARLOS. Preparación Física del Fútbol basada en el Atletismo.
- AUXTER David, PYFER Jean y CROWE Walter. Principles and Methods of Adapted Physical. Educación and Recreation. 1.987
- BARAJAS NIÑO Enrique. Curso de etimologías griegas.1.984
- BARCSAY Geny. Anatomía Artística. 1.975
- BENIGNI Mario y FUCCI Sergio. Biomecánica del Aparato Locomotor aplicada al acondicionamiento Muscular.1.988
- CAMPBELL. Fisiología Respiratoria
- CHATAIN y BUSTAMANTE. Anatomía Macroscópica Funcional y Clínica.
- CLINTON. Principios de Anatomía Humana
- COOPER y GLASSOW. Kinesiología. 1.973
- CUNNINGHAM. Tratado de Anatomía Humana
- DAVSON y EGGLETON. Fisiología Humana. 1.968
- GAMOW George. Biografía de la Física
- GARDNER. Anatomía Humana. Ed. Interamericana. 1.989
- GRAY Henry. Anatomía Humana Descriptiva y aplicada
- LASSO Hector Ramiro. Anatomía Fisiología y Salud.
- LERNER S Lawrence. Física Fundamentos y aplicaciones.1.981
- LUCILLE Daniels y WORTHINGTON Catherine. Pruebas Funcionales y Musculares. 1.988

MARGARIA Rodolfo. Biomechanics and Energetics of Muscular Exercise.

MATTI Ulfrid. Introducción al Curso de Anatomía Funcional II. 1.976

MELO Eduardo. Bioenergética.

PALAU Luis Fernando. El Ejercicio. Aprenda a respirar. Ed. Occidente. 1.988

RAMACHARAKA Yogi. Ciencia de la Respiración

RAMIREZ Romelia. RITTEL y FRIEDMUND Hans. Sistema Cardio-Respiratorio y Deporte.

ROOM Karim. Método de Relajación y Meditación

ROVVIENE. Anatomía Humana y Descriptiva.

SCHMID Walter. Tercer Curso de Fisiología aplicada al En trenamiento. Nutrición. Univalle 1.994

SEARS Francisco. Física. 1.966

ANEXO 1. LA NUTRICION

"La nutrición y especialmente el contenido de proteínas, carbohidratos y lípidos juegan uno de los papeles más importantes para el deportista. Una gran cantidad de proteínas es necesaria para el entrenamiento de fuerza y el desarrollo de la musculatura.

Durante una fase aguda del entrenamiento se debe ingestar entre los dos y tres gramos de proteína por Kg de peso y tiene que focalizar (sit) al compuesto de las proteínas por la presencia de aminoácidos esenciales. Especialmente la metionina y la arginina tienen efectos anabólicos sobre la estimulación de la hormona de crecimiento y sobre el desarrollo de la musculatura.

Para el deportista de resistencia el contenido de la nutrición con carbohidratos ganan importancia. Durante ejercicio y entrenamiento de resistencia el deportista vacía sus depósitos de Glucógeno situados en la musculatura y en el hígado, que tienen un contenido de solo unos cien K cal. y alcanzan normalmente para sesenta hasta noventa minutos de trabajo con intensidad alta. Entre más el deportista vacía sus depósitos, entre más el va a consumir los productos de los tejidos lípidos es decir Glicerina y -más importante- los ácidos grasos.

La regulación de la liberación de la glucosa y de los ácidos grasos de sus depósitos durante ejercicios está bajo el control de varias hormonas. Por depresión de la secreción de la insulina se inhibe la producción de Glucógeno y triglicéridos en los tejidos y mantiene un nivel alto de glucosa en la sangre. El aumento de la concentración de epinefrina acelera la producción de glucosa en el hígado y la liberación de ácidos grasos libres de los tejidos

lípidos; este efecto está también soportado por la norepi-
nefrina. Durante trabajo largo el aumento de cortisol y
de la hormona de crecimiento (hGH) en la sangre además
induce a una producción más alta de glucosa en el hígado
por utilizar proteínas como sustrato (cortisol) y una li-
polisis en los tejidos grasos (hGH). La glucagona tiene
la tendencia a aumentar sus concentraciones favoreciendo
la producción de glucosa. Todos estos mecanismos y el com-
portamiento de cada una de las hormonas favorece el mante-
nimiento de un nivel alto de la glucosa y de los ácidos
grasos como sustrato energético durante el trabajo.

Porque el metabolismo de los carbohidratos produce una e-
nergía más efectiva, el contenido de los depósitos de gli-
cógeno juega un papel inmensamente importante. Por métodos
especiales del entrenamiento y por una nutrición especial
el deportista puede aumentar estos depósitos antes de una
competencia.

Con los métodos siguientes el deportista puede aumentar el
depósito muscular de glucógeno:

- Una dieta con contenido alto de carbohidratos sube el
depósito de glucógeno en la musculatura.
- Si el deportista vacía sus depósitos de glucógeno por
trabajo intensivo y de resistencia y come después una die-
ta alta con carbohidratos, el aumenta el depósito hasta
el doble.
- Si el deportista vacía sus depósitos
- Si el deportista vacía sus depósitos por trabajo, come
después una dieta sin carbohidratos, el aumenta sus depósi-
tos de glucógeno en la musculatura hasta el triple.

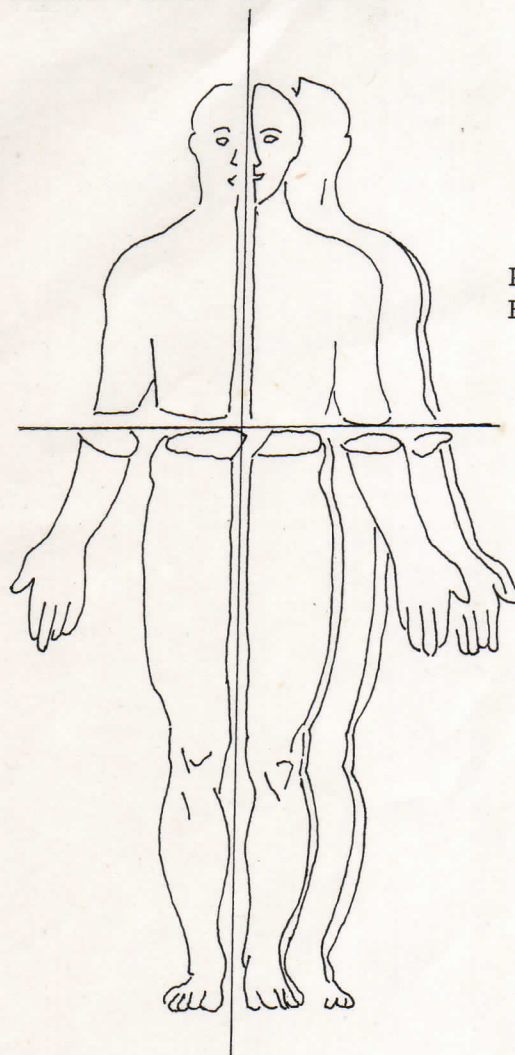
Está probado que un deportista con depósitos altos de glu-
cógeno puede trabajar más tiempo con intensidad alta que

que en el estado con menos glucógeno. Por eso los maratonistas hacen una "fiesta de carbohidratos" un día antes de la competencia.

Pero no tiene que saber que no tiene sentido comer glucosa, fructuosa u otros azúcares simples unos minutos antes de una competencia. En este caso aumentaría la concentración de glucosa en la sangre, que produciría una hipoglucemia. Siempre será mejor comer los carbohidratos complejos antes de la competencia (por ejemplo banano, etc) y los azúcares simples durante la competencia." (Tercer Curso de Fisiología aplicada al entrenamiento Universidad del Valle, 1.994. Doctor Walter Schmid. Memorias)

ANEXO 2. PLANOS DE REFERENCIA CORPORAL

PLANO MEDIO O SAGITAL

PLANO CORONAL O
FRONTALPLANO
TRANSVERSAL

PLANO SAGITAL O MEDIO, que divide el cuerpo en parte derecha e izquierda.

PLANO TRANSVERSAL, que divide el cuerpo en parte superior e inferior.

PLANO FRONTAL O CORONARIO, que divide el cuerpo en parte anterior y posterior.

Pruebas Funcionales y Musculares. Lucille Daniels.1988.