

GONIOMETRIA

* OGALLA RODRIGUEZ, José Manuel
* ZALACAIN VICUÑA, Antonio Jesús

Con este artículo lo que se pretende es hacer un breve recordatorio de aquellas mediciones más útiles que podemos emplear en podología para la interpretación y diagnóstico de las placas radiológicas.

DEFINICION

La goniometría consiste en la determinación de puntos de referencia, líneas y ángulos que pueden ser comparados o medidos de tal forma que valores numéricos pueden obtenerse como criterio en el cálculo de posiciones relativas de los huesos del pie.

El pie humano es tan variable en su tamaño y forma que es difícil asignar valores numéricos para establecer criterios de normalidad. Sin embargo, un trazado que acuse los signos y dirección de los cambios en el alineamiento cumple un propósito beneficioso.

Por otra parte, estos trazados no son una panacea diagnóstica ni tampoco una sustitución para el entendimiento lógico y básico de las imágenes óseas y que es esencial en la interpretación roentgenológica de las alteraciones anatómicas del pie.

ASEGURAR UNA TECNICA ESTANDARIZADA

El tamaño, forma y posición relativa de los huesos del pie en la radiografía quedan determinados por la geometría de la formación de la imagen de rayos «X», y por consiguiente, las radiografías con trazados deben ser realizados siguiendo las reglas utilizadas en las producciones de imágenes.

La actitud natural en carga es la más práctica en el establecimiento estandarizado de radiografías para realizar trazados con el propósito de demostrar el estado biomecánico del pie.

OBTENCION DE SUFICIENTES TOMAS RADIOGRAFICAS

Tanto en la radiografía lateral como en la dorsoplantar deben realizarse mediciones para obtener análisis informativos de las posiciones relativas de los huesos. Además las determinaciones pueden ser realizadas mediante radiografía

biplanares las cuales van a ayudar a calcular el tipo, nivel y grado de la deformidad del pie. Una radiografía sola es una información insuficiente y aislada.

PUNTOS DE REFERENCIA

La selección juiciosa de puntos de referencia es el fundamento principal de validez al trazar roentgenogramas, desde donde podremos calcular criterios numéricos en la apreciación del alineamiento de la estructura del pie. La incorrecta selección de un punto de referencia por unos milímetros puede alterar el valor de un ángulo en muchos grados.

Fines generales de los puntos de referencia

1. Orientación de referencias anatómicas de toda clase.
2. Puntos centrales.
3. Construcción de líneas de referencia.
4. Punto de partida de líneas perpendiculares.
5. Punto central para delineaciones de compás.
6. Orientaciones de otras alineaciones geométricas.
7. Puntos para definir medidas lineares.

Localización de puntos de referencia

1. En el lugar anatómico deseado (articulación calcáneo cuboidea en su extremo distal interno en la radiografía dorsoplantar).
2. En los de las diáfisis de un hueso largo (primer metatarsiano).
3. En la determinación de la anchura, espesor y longitud de los márgenes óseos (cabeza del astrágalo).
4. En el centro de un margen óseo (superficie posterior del calcáneo en la radiografía dorsoplantar).
5. Entre puntos anatómicos (segunda y tercera cabezas metatarsianas en la radiografía dorsoplantar).
6. En exposiciones radiográficas de marcas opacas extrínsecas en lugares escogidos (centro de la superficie posterior del talón en la radiografía dorsoplantar).
7. En la intersección de líneas coordenadas (de las coordenadas de los primer y quinto metatarsianos en la radiografía dorsoplantar).
8. Intersección de arcos marcados por delineación de compás.

9. Localización geométrica con fines de delineamientos.
10. En un punto de la película fuera de la imagen radiológica.

LINEAS DE REFERENCIA

Los propósitos generales para el uso de las líneas de referencia son:

1. En la bisección de huesos longitudinales.
2. En la división transversal de huesos pequeños e irregulares.
3. En la división transversal de grupos de huesos.
4. En la formación de ángulos.

Localización de las líneas de referencia

1. Línea trazada para unir dos puntos de referencia (bisección de un hueso metatarsiano).
2. Línea trazada perpendicular a una línea de referencia establecida para crear una referencia geométrica (línea perpendicular a la bisección de la cabeza astragalina).
3. Línea trazada paralela a una línea de referencia establecida o a un margen lateral del calcáneo.
4. Línea fuera de 31 pie presente en el roentgenograma (línea indicando el plano de soporte en la radiografía lateral).
5. Margen de la película.

ANGULOS DE REFERENCIA

Al trazar en un roentgenograma del pie, la relación angular entre dos líneas de referencia y se expresa en grados. Aunque ciertas ocasiones decir «mayor» y «menor» es todo lo que se necesita para expresar una comparación, existen casos en donde el valor numérico de un ángulo es de gran importancia, como en los grados del ángulo de inclinación del calcáneo que se usan para indicar incrementos en la altura de la estructura del pie. En otros casos, el valor numérico es importante en comparación con el pie contralateral.

Fines generales de los ángulos de referencia

1. Para la demostración de relaciones angulares normales de la estructura del pie.
2. Para expresar el grado de mal alineamiento.
3. Para la orientación de segmentos del pie por medio de relaciones angulares.
4. Para la valoración del grado y tipo de intervención quirúrgica necesaria.

Tipos de ángulos de referencia

1. Ángulo entre las bisectrices de dos huesos.
2. Ángulo entre una línea básica y una bisectriz de un hueso.
3. Ángulo entre una línea básica y un eje marginal cortical de un hueso.
4. Ángulo entre una línea de referencia y una bisectriz de un grupo de huesos.

MEDIDAS RADIOLOGICAS MAS USUALES EN PODOLOGIA

Empezaremos describiendo la goniometría desde el retropié hasta los dedos.

1. Posición de astrágalo (Fig. 1)

Utilizando una radiografía de perfil en carga podremos valorar el ángulo de declinación para la cabeza del astrágalo; dicho ángulo se refiere a la posición de la cabeza y el cuello astragalinos en relación al plano horizontal del suelo.

Un sistema de referencia es obtenido al trazar una línea de referencia desde la articulación superior de la cabeza del astrágalo con el hueso escafoides hasta la articulación inferior de la cabeza del astrágalo con el calcáneo. Desde el punto de bisección de esta línea, otra línea es trazada perpendicular a estas extendiéndose proximalmente a través de la cabeza y cuello bisectando al astrágalo. Esta misma línea es extendida distalmente hasta que se encuentra con el plano de soporte, y el ángulo formado es el ángulo de declinación del astrágalo.

El valor normal del ángulo de declinación es variable debido a las formas anormales u ontogénicamente alteradas de los huesos se debe comparar en ambos pies pero para tener una orientación aproximada diremos que el valor normal está alrededor de los 17°. Este ángulo disminuye con la supinación y aumenta con la pronación.

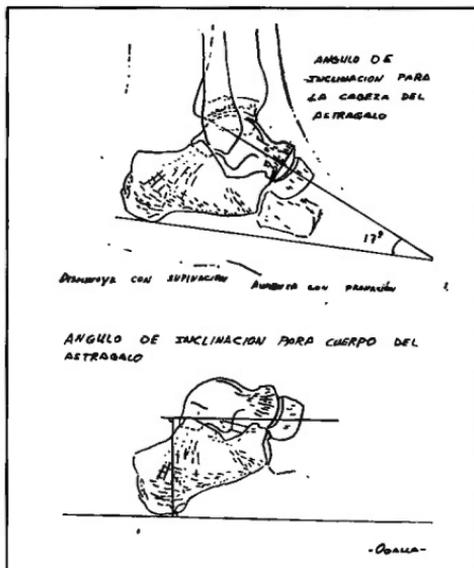


Fig. 1

Ángulo de declinación para el cuerpo del astrágalo

Se traza una línea perpendicular al plano de soporte y a esta se le traza otra perpendicular que pase por la articula-

ción calcáneo astragalina posterior. Esta línea será paralela al plano de soporte y pasa a través de un punto en el margen superior del seno del tarso. El cuerpo del astrágalo es normalmente paralelo al plano horizontal del suelo.

Angulo de dispersión astrágalo calcáneo (Fig. 2)

En posición normal, la cabeza del astrágalo está estrechamente unida al calcáneo y superpuesta a la prolongación anterior del calcáneo. Cuando se produce pronación, va a haber menos superposición; cuando se produce supinación, va a haber una mayor superposición.

Se traza el eje del astrágalo que es la línea que una la mitad del borde anterior de la cabeza con la mitad del borde posterior del astrágalo. El eje del calcáneo es la línea que une el punto medio de la apófisis mayor con el punto medio de la tuberosidad posterior. Estos dos ejes forma el ángulo llamado de **divergencia astrágalo-calcáneo** normalmente comprendido entre 15° y 25°.

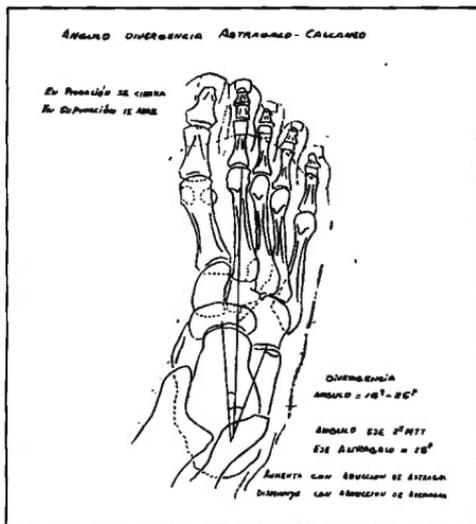


Fig. 2

Otro de los ángulos que podemos medir con respecto al astrágalo es el formado por la bisección de la cabeza del astrágalo y el eje longitudinal del pie.

Se traza el eje del astrágalo y el eje diafisario del 2.º metatarsiano estos dos ejes forman un ángulo de unos 15° + - 5°. Este ángulo aumenta con la aducción del astrágalo; pronación y disminuye con la abducción del astrágalo, supinación.

Hay autores que el eje longitudinal del pie lo han coincidir con el eje diafisario del 2º metatarsiano y otros que los hacen lo hacen pasar entre la segunda y tercera cabeza de los metatarsianos.

ANGULO DE INCLINACION CALCANEA (Fig. 3)

El ángulo de inclinación calcánea establece la altura de la estructura ósea del pie. El ángulo está formado por el plano de soporte y una línea trazada desde la tuberosidad calcánea hasta el margen plantar de la prolongación anterior del calcáneo.

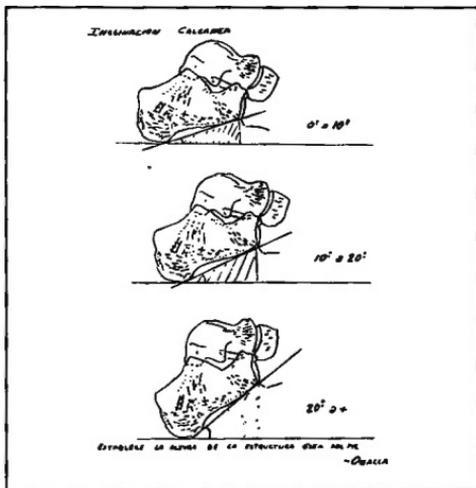


Fig. 3

El valor normal de este ángulo varía pudiendo demostrar el índice de la altura de la estructura del pie: 0° - 10° bajo; 10° - 20° intermedio; 20° - 30° alto.

Cuando este índice tiene valores bajos puede existir una pronación; deformidades planas, valgo eubatarsiano no compensado, varus del antepié compensado.

Cuando este índice tiene valores altos puede ser debido a deformidades tipo cavo, varus subtarsiano, valgo del antepié, valgo de antepié compensado.

ALINEACION ESCAFOIDES 1.ª CUÑA 1.º METATARSIANO (Fig. 4)

Para valorar la inclinación del escafoides, primera cuña y el primer metatarsiano podemos utilizar diferentes líneas como son la línea de FEISS, SCHADE, MEARY-TOMENO Columnas de GIANNETRAS.

La línea de Feiss, se traza pasando una línea por el punto más bajo de la cabeza del primer metatarsiano, el centro del escafoides y el centro de la polea astragalina, en un pie normal están alineados. El último punto, es decir, el del centro de la polea astragalina se halla, en general, a nivel del tubérculo anterior del maléolo interno.

La línea de Schade, se traza pasando una línea por el borde inferior de la cara posterior de la polea astragalina, el cen-

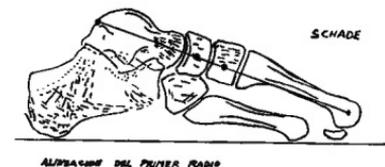
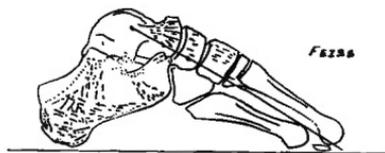


Fig. 4

tro del escafoidea, el centro de la primera cuña y el de la cabeza del primer metatarsiano, en un pie normal están alineados.

La línea de Méary-Tomeno, (Fig. 5). En realidad son dos ejes, el eje del astrágalo y el eje diafisario del primer metatarsiano. En un pie normal dichos ejes se confunden o dicho de otra manera se unen.

Para trazar estos ejes Tomeno usa las siguientes referencias:

- El eje del astrágalo es la bisectriz del ángulo formado por dos tangentes a los bordes superior e inferior del astrágalo.

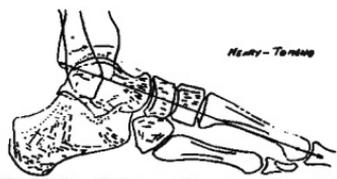


Fig. 5

- El eje del primer metatarsiano es la paralela a su borde superior, guiada por el centro de la cabeza. Normalmente estos dos ejes se unen y recibe el nombre de eje de Méary.

Las columnas de Giannestras. Se trazan dos líneas perpendiculares al eje de Méary y que pasan por los espacios articulares de las articulaciones astrágalo-escafoidea y la primera cuña con el primer metatarsiano estas dos líneas así conseguidas deben ser en un pie normal paralelas.

ANGULO DE INCLINACION DE LOS METATARSIANOS O ANGULO DE FICK (Fig. 6)

Para poder valorar la inclinación de los metatarsianos utilizaremos una radiografía obtenida en posición de perfil y en bipedestación.

Para trazar los ángulos de Fick se utilizan los ejes diafisarios de los metatarsianos con el plano horizontal de apoyo del suelo. El valor normal de este ángulo para el primer metatarsiano es de 18° a 25° y este valor va decreciendo hasta llegar a 5° para el quinto metatarsiano.

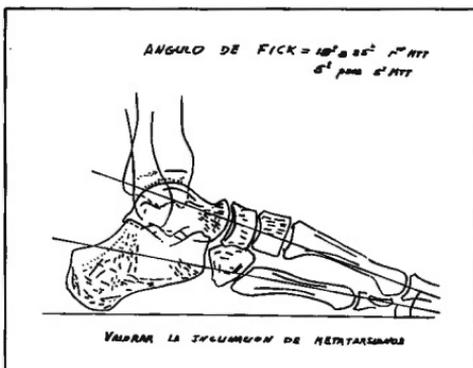


Fig. 6

ANGULOS INTERMETATARSIANOS (Fig. 7)

Para valorar estos ángulos tenemos que trazar una línea de referencia oblicua con relación a la interlínea de Lisfranc que va desde la apófisis estiloides del 5º metatarsiano a la zona externa de la base del primer metatarsiano, y los ejes diafisarios de cada metatarsiano.

Estas líneas nos forman unos ángulos cuyos valores normales son de 41° para el primer metatarsiano y va aumentando progresivamente hasta llegar a 66° para el 5º metatarsiano.

La oblicuidad de los metatarsianos disminuye en la aducción global del pie y aumenta en el pie plano transversario y en el pie supinado.

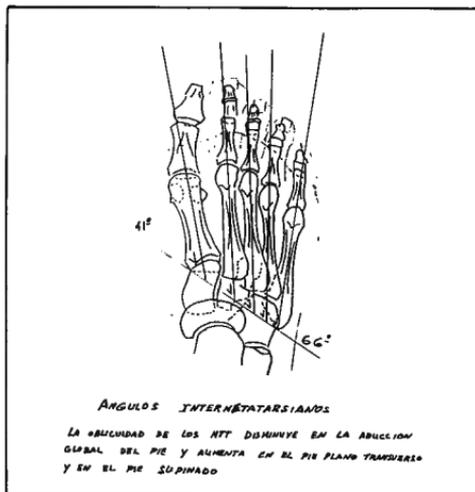


Fig. 7

ANGULO DE MESCHAN (Fig. 8)

Para trazar este ángulo se deben formar dos líneas de referencia que son tangenciales a la primera y segunda cabeza metatarsales y a la segunda y quinta cabeza metatarsal. El valor normal de dicho ángulo es de 140°, este ángulo de Meschan llega a ser inferior a 135° en caso de acortamiento del primer metatarsiano.

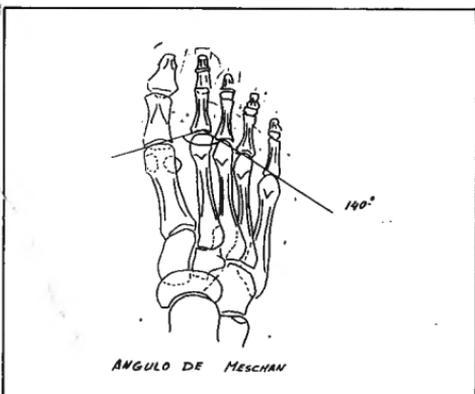


Fig. 8

ANGULO DE OLLER-ASENSIO (Fig. 9)

Para trazar este ángulo se utiliza el eje diafisario del segundo metatarsiano y una línea de referencia que es tangencial a la segunda y quinta cabeza metatarsal. El valor

normal de este ángulo es de unos 68°. Con este ángulo lo que podemos valorar es que los pacientes cuyo ángulo oscila entre los 50° y los 60° tienden a una deambulación en Aducción. Los pacientes cuyo ángulo oscila entre los 70° y los 75° tiende a la deambulación en Abducción.

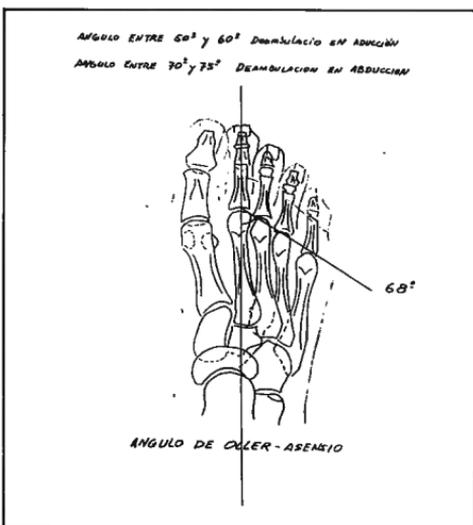


Fig. 9

ANGULO DE SEPARACION DEL METATARSO O ANGULO DE ABERTURA DEL PIE (Fig. 10)

Para valorar dicha ángulo deben trazarse dos líneas de referencia que corresponden a los ejes diafisarios del primer y quinto metatarsiano.

El valor normal de este ángulo es de 20° a 28° en un pie normal.

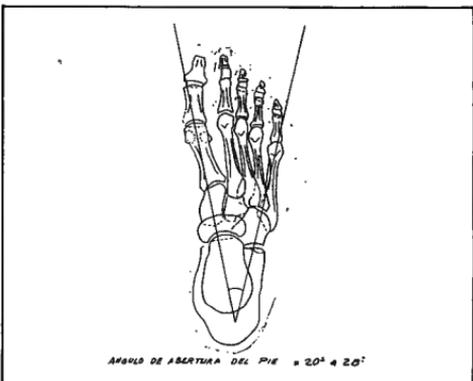


Fig. 10

ANGULOS DIGITALES

Muchos problemas ortodigitales son de solución y reconstrucción quirúrgica. El abvenimiento de nuevos equipos quirúrgicos e instrumentos extremadamente precisos permiten el uso de procedimientos sofisticados. Una evaluación cuidadosa de los hallazgos radiológicos junto con criterios clínicos del caso en cuestión, son necesarios para poder juzgar la necesidad de una intervención quirúrgica o de medidas conservadoras.

La función digital debe ser incluida en un análisis comprensivo para de esta forma entender los problemas asociados. Los dedos del pie ayudan a estabilizar el equilibrio del cuerpo durante la postura estática, dan acción propulsiva durante la marcha y se adaptan a irregularidades en la superficie del suelo, de esta forma estabilizando la acción del pie ayudan a compensar ante las insuficiencias de la estructura metatarsiana y controlan la acción de giro en la dirección del flujo de la fuerza de peso.

ANGULO INTERMETATARSIANO DEL PRIMER RADIO (Fig. 11)

La aducción excesiva del primer metatarsiano es un rasgo altamente significativo en la deformidad del hallux abductus valgus.

Esta aducción se calcula mediante el ángulo intermetatarsiano formado por las líneas que bisectan las diáfisis del primer y segundo metatarsiano.

El valor medio de este ángulo es de 8° con un índice de error, de $\pm 2^\circ$.



Fig. 11

ANGULO DE HALLUX ABDUCTUS (Fig. 12)

La deformidad comúnmente referida como hallux valgus comienza con la abducción del dedo gordo y más tarde puede desarrollarse la anomalía de valgo; por esto hallux ab-

ductus valgus es el término descriptivo más correcto. La radiografía dorsoplantar en carga es la más adecuada para medir este ángulo. El ángulo de hallux abductus está formado por dos líneas de referencia que son los ejes diafisarios del primer metatarsiano y de la falange proximal. El valor normal de este ángulo es 0° a 10° .



Fig. 12

ANGULO HALLUX ADDUCTUS VAROS DEL 5.º RADIO

El ángulo de hallux adductus varos del 5.º radio está formado por dos líneas de referencia que son los ejes diafisarios del quinto metatarsiano y de la falange proximal del quinto dedo. El valor normal de este ángulo es de 0° a 8° .

TRIANGULO RADIOLOGICO DE SUSTENTACION DEL PIE (Fig. 13)

El triángulo radiológico de sustentación del pie está formado por las líneas de referencia que corresponden a los ejes mecánico y cinético del pie.

Estos ejes se trazan desde el centro de la cabeza del primer metatarsiano a el centro de la tuberosidad posterior del calcáneo (eje de marcha) y desde el centro de la cabeza del quinto metatarsiano al centro de la tuberosidad posterior del calcáneo. Y cierra el triángulo la línea que une los centros de las cabezas metatarsales primera y quinta.

Si trazamos el eje anteroposterior del pie que es la línea que une el centro de la segunda cabeza metatarsal y el centro de la tuberosidad posterior del calcáneo, y a este eje le añadimos el eje transversal escafo-cuboidea que une la extremidad interna de la articulación astrágalo-escafoidea a la extremidad externa de la articulación calcáneo-cuboidea.

Apreciaremos que en un pie normal el eje anteroposterior divide en dos segmentos iguales aleje transversal escafo-cuboideo. La desigualdad de los segmentos caracteriza una supinación o una pronación exagerada del antepié.

El eje bimaleolar y el eje bicéfalo metatarsiano son paralelos o apenas convergentes hacia fuera. El aumento de esta convergencia externa caracteriza la abducción, una convergencia interna caracteriza la aducción.

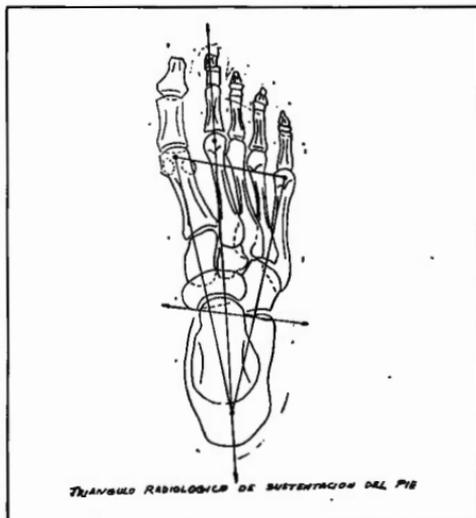


Fig. 13

ANGULO DE DJIAN-ANNONIER (Fig. 14)

Para valorar este ángulo se trazan dos líneas de referencia que van desde el polo inferior del sesamoideo interno y el punto más bajo de la articulación astragaloescaploidea y de la línea que pasa por este último y el punto más bajo del calcáneo; el valor normal de dicho ángulo está sobre los 120° a 125° .

Este ángulo no sirve de orientación para valorar radiológicamente el pie plano o pie cavo.

ANGULO DE COSTA-BERTANI-MOREAU (Fig. 15)

Costa-Bertani-Moreau definen dos ángulos uno por el arco interno, que se traza con las líneas de referencia que une el polo inferior del sesamoideo interno al punto más bajo de

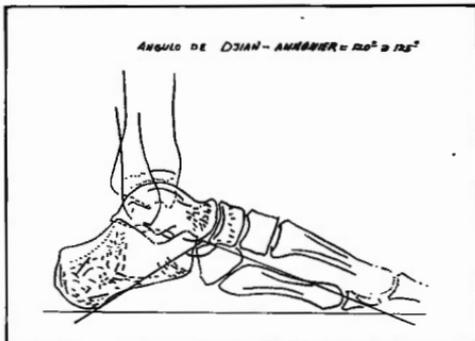


Fig. 14

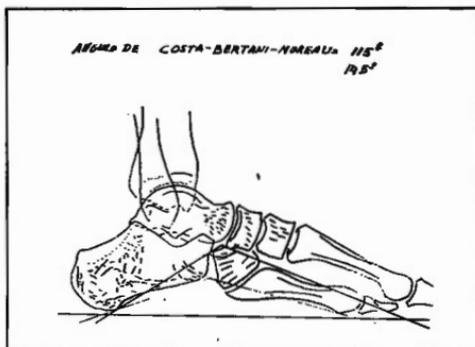


Fig. 15

la cabeza astragalina, y de la línea que une este último al punto más bajo de la tuberosidad posterior del calcáneo; cuyo valor normal es de unos 115° .

Por el arco externo, ángulo de la línea que une el punto más bajo de la cabeza del quinto metatarsiano al punto más bajo de la articulación calcáneo cuboidea, y de la línea que une este último al punto más bajo de la tuberosidad posterior del calcáneo; cuyo valor normal es de 145° .

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

1. K.C. Clark 1980: *Posiciones en radiografía*. Ed. Salvat Barcelona.
2. Felton O. Gamble; Irving Yale: *Roentología clínica del pie*. 1981. Ed. Krieger Publishing Malebar, Florida.
3. Stephen D.; Weissman, D.P.M.: *Radiology of the Foot*. 1983. Ed. Williams & Wilkins Baltimore, London.
4. A. Chevrot M. Katz 1986. *Radiología des os et des articulations*. Ed. Masson Paris.