SISTEMA DE REHABILITACIÓN PARA MANO AFECTADA POR ARTRITIS REUMATOIDEA EN FASES TEMPRANAS, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

PAOLA ANDREA TORRES AVILA

Trabajo de Grado

FRANCISCO ESPINEL CORREAL
Diseñador Industrial

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
BUCARAMANGA
2005

AGRADECIMIENTOS

A Helman Francisco Monroy Zambrano, Ortopedista y Cirujano de Mano, por su paciencia, interés, apoyo y por todo el tiempo que dedicó al asesoramiento del proyecto.

A Juan Diego Restrepo y Ramón Gutiérrez, Dueño y Técnico, respectivamente de Líneas Hospitalarias, por su colaboración en la fabricación de las férulas.

A la señora Graciela Landinez, Paciente de Artritis, por su ayuda durante todo el proceso de desarrollo y comprobación del proyecto.

A la señorita Yudy Xiomara Flórez Gamboa, Fisioterapeuta, por su aporte en el diseño de las férulas.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. ARTRITIS REUMATOIDEA	3
1.1 DEFINICIÓN	3
1.2 INCIDENCIAS, EDAD Y SEXO	3
1.3 ETIOLOGÍA	4
1.3.1 Infección	4
1.3.2 Autoinmunidad	4
1.3.3 Herencia	5
1.3.4 Clima	5
1.3.5 Trauma	6
1.3.6 Factores Endocrinos	6
1.3.7 Factores Psicológicos	6
1.3.8 Efecto de las hepatopatías	6
1.4 PATOGENIA	7
1.4.1 Patología de las articulaciones	7
1.4.2 La Artritis Reumatoidea fuera de las articulaciones	8
1.5 MANIFESTACIONES CLÍNICAS	9
1.5.1 Típicas	9
1.5.2 Atípicas	10
1.5.3 Formas evolutivas	10
1.6 MANIFESTACIONES ARTICULARES	11
1.6.1 Primera Etapa	11
1.6.2 Segunda Etapa	11
1.6.3 Tercera Etapa	12

1.7 DEFORMIDADES
1.7.1 Muñeca reumatoidea 12
1.7.1 Articulaciones metacarpofalángicas (MCF) 15
1.7.2 Deformidades en dedos 19
1.7.3 Deformidades del pulgar 22
1.8 DIAGNÓSTICO 24
1.9 PRONÓSTICO 25
1.10 TRATAMIENTO DE LA ARTRITIS REUMATOIDEA 26
1.10.1 Educación 26
1.10.2 Dieta 27
1.10.3 Reposo 27
1.10.4 Fisioterapia 27
1.10.5 Tratamiento farmacológico 28
1.10.6 Tratamiento quirúrgico 28
2. BIOMECÁNICA DE LA MANO 29
2.1 ARTICULACIÓN METACARPOFALÁNGICAS (MCF) 29
2.2 ARTICULACIONES INTERFALÁNGICAS (IF) 32
2.3 VAINAS Y POLEAS 33
2.3.1 Vainas de los tendones flexores de los dedos 33
2.3.2. Vainas de los tendones extensores de los dedos 37
2.4 MÚSCULOS 37
2.4.1 Músculos flexores 37
2.4.2 Músculos extensores 40
2.4.3 Músculos inclinadores radiales y cubitales 41
2.4.4 Músculos abductores y aductores 42
2.5 AMPLITUD DE MOVIMIENTO 43
2.6 LA MANO COMO UNIDAD 44
2.7 ARQUITECTURA DE LA MANO 44
2.8 PRENSIÓN 46
2.9 OPOSICIÓN DEL PULGAR 52

2.10 ASPECTOS ERGONÓMICOS 56
3. FÉRULAS EXISTENTES PARA A.R. 60
3.1 ASISTENTE PARA LA EXTENSIÓN. DEROYAL MODELO 602 60
3.2 ASISTENTE PARA EXTENSIÓN DE DEDO, TIPO 504 60
3.3 MINISUJETADOR DE SEGURIDAD MODIFICADO BUNELL PARA DEDO 61
3.4 INMOVILIZADOR DACTILAR 61
3.5 TABLILLA DE TENSIÓN AJUSTABLE 62
3.6 TABLILLA TIPO STAX 62
3.7 FÉRULA PARA CUELLO DE CISNE Y BOTONERA 63
3.8 ESPIRAL DE ALAMBRE, ASISTENTE PARA EXTENSIÓN, TIPO 502 63
3.9 SUJETADOR DE SEGURIDAD BUNELL 64
3.10 FLEXIONADOR DE DEDO Y NUDILLO BUNELL 64
3.11. ORTESIS PARA MANO REUMÁTICA 65
3.12 ORTESIS POSTURAL DE MANO FUNCIONAL 66
3.13 TABLILLA UNIVERSAL DIGITAL 66
3.14 EJERCITADOR DE MANO 67
3.15 FÉRULAS DE INMOVILIZACIÓN 68
3.2 CONCLUSIONES DE LAS FERULAS EXISTENTES 68
4. DISEÑO DE LA FÉRULA 70
4.1 PRINCIPIOS BÁSICOS PARA LA FABRICACIÓN 70
4.1.1 Propósito de la confección de férulas dinámicas 70
4.1.2 Principios Médicos 71
4.1.3 Tracción direccional 72
4.1.4 Tratamiento del edema 72
4.1.5 Inmovilidad de la MCF por AR 73
4.1.6 Áreas predispuestas a la presión 73
4.1.7 Reglas generales para el posicionamiento de la mano 74
4.1.8 Consideraciones de las especificaciones 75
4.2 REQUERIMIENTOS DE DISEÑO 75
4.2.1 Requerimientos de uso 75

4.2.2 Requerimientos de función 76
4.2.3 Requerimientos Técnico-Productivo 77
4.2.4 Requerimientos Formales 77
4.3 ALTERNATIVAS 77
4.3.1 Alternativa # 1 77
4.3.2 Alternativa # 2 79
4.3.3 Alternativa # 3 80
5. ALTERNATIVA FINAL 82
5.1 MODELOS PREVIOS 82
5.1.1 Primer modelo 82
5.1.2 Segundo modelo 83
5.1.3 Elaboración de moldes para los dedos 84
5.1.4 Tercer modelo 85
5.2 FERULA FINAL 86
5.2.1 Descripción general 86
5.2.2 Proceso de Fabricación 86
5.2.3 Costos 92
5.2.4 Comercialización 92
5.2.5 Planos Técnicos 92
5.2.6 Secuencia de uso 100
5.2.7 Observaciones por parte del paciente 103
6. CONCLUSIONES 106
BIBLIOGRAFÍA

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. AR en articulaciones 7

Figura 2-3. El ligamento anular dorsal del carpo se coloca por debajo de los tendones extensores para protegerlo de posibles resaltes óseos y envuelve a su vez a el cubital posterior dorsalizándolo y evitando su luxación 15

Figura 4-5. Desviación cubital de las articulaciones MCF con subluxación anterior. Marcada sinovitis. 17

Figura 6. Articulación metacarpofalángica. En flexión, el fibrocartílago palmar puede separarse gracias a un sistema de bisagra. 29

Figura 7. Aparato capsuloligamentoso 30

Figura 8. A) Ejes de flexión de las articulaciones metacarpofalángicas e interfalángicas. B) Convergencia de los dedos sobre el tubérculo del hueso escafoides. 33

Figura 9. Vainas fibrosas 35

Figura 10. A) Aparato flexor de los dedos. B) Vinculas vasculares, con las tres zonas de vascularización más precaria. 38

Figura 11. Mecánica del aparato extensor. B) Aparato extensor de los dedos. 1, músculo interóseo; 2, músculo lumbrical; 3, ligamento intermetacarpiano; 4, fibras transversales y oblicuas de la fronda extensora; 5, cintillas central y lateral del tendón extensor; 6, cintillas central y lateral del tendón interóseo; 7, ligamentos retinaculares oblicuo y transverso. 41

Figura 12. Arcos de la mano (Flatt). A) Visión global. B) Arcos transversales, proximal y distal. 45

Figura 13. Agarre cilíndrico 47

Figura 14. Agarre esférico 48

Figura 15. Agarre digito palmar

Figura 16. Agarre de precisión 50
Figura 17 Ligamentos trapeciometacarpianos (***Zancolli)*** vistos desde el lado distal (mano izquierda). Al realizar la oposición, el fascículo intermetacarpiano se relaja y el trapeciometacarpiano se tensa. 53
Figura 18. Modelo 602 Deroyal Lmb 60
Figura 19. Modelo Tupo 504 Deroyal Lmb 60
Figura 20. Bunnell mini modificado sujetador de dedo Deroyal Lmb 61
Figura 21. Inmovilizador dactilar Deroyal Lmb 61
Figura 22. Tablilla de tensión ajustable Deroyal Lmb 62
Figura 23. Tablilla tipo Stax. Deroyal Lmb 63
Figura 24. Férula para cuello de cisne y botonera. Deroyal Lmb 63
Figura 25. Férula tipo 502. Deroyal Lmb. 64
Figura 26. Sujetador de seguridad Bunnell. Deroyal Lmb 64
Figura 27. Flexionador de dedo y nudillo Bunnell. Deroyal Lmb 65
Figura 28. Ortesis para mano reumática 65
Figura 29. Ortesis postural de mano funcional 66
Figura 30. Tablilla universal digital 67
Figura 31. Ejercitador de mano 67
Figura 32. Férulas de inmovilización 68
Figura 33. Alternativa # 1. Boceto 78
Figura 34. Alternativa # 1. Vista palmar 79
Figura 35. Alternativa # 2. Vista dorsal y palmar 80
Figura 36. Alternativa # 3. Vista radial 81
Figura 37. Primer modelo de la férula. Vista anterior 82
Figura 38. Primer modelo de la férula. Vista posterior 83
Figura 39. Segundo modelo de la férula 83
Figura 40. Detalle de la articulación 84
Figura 41. Moldes en silicona fría y yesos de los dedos 84
Figura 42. Tercer modelo 85
Figura 43. Venda de yeso 86

Figura 44. Modelo en yeso 87
Figura 45. Modelo en yeso, mano izquierda. Vista palmar 87
Figura 46. Termoconformado del Polietileno 88
Figura 47. Corte de la lámina de Polietileno 89
Figura 48. Cortado de la pieza del antebrazo 89
Figura 49. Lijado de las piezas 90
Figura 50. Apertura de los velcros 100
Figura 51. Colocación de la férula 100
Figura 52. Ajuste del velcro 101
Figura 53. Colocar los anillos en los dedos 101
Figura 54. Flexión de las articulaciones MCF 102
Figura 55. Movimiento de flexión de la muñeca 102
Figura 56. Movimiento de extensión de la muñeca 103

RESUMEN

TITULO: SISTEMA DE REHABILITACIÓN PARA MANO AFECTADA POR ARTRITIS REUMATOIDEA EN FASES TEMPRANAS, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN. [*]

AUTOR: PAOLA ANDREA TORRES AVILA [**]

PALABRAS CLAVES

Férula dinámica, Artritis reumatoidea, polímeros, termoconformado, diseño.

DESCRIPCION

Férula dinámica para prevenir y/o corregir las deformidades de miembro superior causada por Artritis Reumatoidea (AR).

Según las estadísticas de la Fundación de Ayuda al Reumático (FUNDARE), en Colombia mas de 400.000 personas están afectadas por la AR. Teniendo en cuenta las primeras articulaciones que se ven afectadas por la enfermedad (carpometacarpiana, metacarpofalángica e interfalángica), se decidió tratar de mejorar la capacidad funcional en estas articulaciones en el paciente y por ende su calidad de vida. Lo que se busca con la férula es mantener una posición funcional del miembro para poder ser utilizada durante el día sin que esto entorpezca la realización de las labores cotidianas. Para esto se realizaron varios modelos en polipropileno laminado mediante el proceso de termoconformado y con la ayuda de una paciente afectada por artritis reumatoidea se hicieron las comprobaciones y correcciones respectivas del diseño. Se trabajó con polipropileno (PP) ya que su costo es bajo y es un material de alta durabilidad y poco peso, lo que contribuye a que esta férula sea asequible a personas de diversos estratos socio-económicos.

Durante el desarrollo del proyecto se contó con la ayuda y asesoramiento de personas especializadas en diferentes áreas como: Ortopedia, cirugía de mano, fisioterapia, órtesis, prótesis y manejo de materiales. La férula debió ser personalizada, ya que cada paciente tiene una evolución variada de la enfermedad y presenta deformidades diferentes, lo que hace que cada caso sea estudiado de forma particular para lograr en lo posible la alineación de los ejes del antebrazo y la mano (este se encuentra en el tercer dedo).

[*] Trabajo de Grado

[**] Facultad de Ciencias Físico-Mecánicas, Escuela de Diseño Industrial, Diseñador Industrial Francisco Espinel Correal

SUMMARY

TITLE: SYSTEM OF REHABILITATION FOR AFFECTED HAND FOR ARTHRITIS RHEUMATOID IN EARLY PHASES, I DESIGN AND CONSTRUCTION. *

AUTHOR: PAOLA ANDREA TORRES AVILA**

KEY WORDS
Dynamic rod, Arthritis rheumatoid, polymers, thermoformed, design.

DESCRIPTION

Dynamic rod to prevent y/o to correct superior member's deformities caused by Arthritis Rheumatoid (AR).

According to the statistics of the Foundation of Help to the Rheumatic one (I will BE FOUNDED), in Colombia but of 400.000 people they are affected by the AR. Keeping in mind the first articulations that are affected by the illness (carpometacarpiana, metacarpofalángica and interfalángica), he/she decided to try to improve the functional capacity in these articulations in the patient and for ende their quality of life. What is looked for with the rod is to maintain the member's functional position to be able to be used during the day without this hinders the realization of the daily works. For this several models were carried out in laminate polypropylene by means of the thermoformed process and with the help of a patient affected by arthritis rheumatoid the confirmations and respective corrections of the design they were made. One worked with polypropylene (PP) since their cost is low and it is a material of high durability and little weight, what contributes to that this rod is affordable to people of diverse socio-economic strata.

During the development of the project he/she had the help and people's advice specialized in different areas like: Orthopaedics, hand surgery, physiotherapy, ortesis, prótesis and handling of materials. The rod should be personalized, since each patient has a varied evolution of the illness and you/he/she presents different deformities, that makes that each case is studied in a particular way to achieve the alignment of the axes of the forearm and the hand as much as possible (this it is in the third finger).

* Work of degree
** Ability of Physical-mechanical Sciences, School of Industrial Design, Industrial Designer Francisco Espinel Correal

INTRODUCCIÓN

La reumatoide es apenas uno de más de 150 tipos de artritis que se conocen. Se produce cuando el sistema inmune se vuelve contra el propio organismo, en vez de defenderlo (autoinmune). Hay causas hormonales, genéticas y otras desconocidas.

Afecta no solo las articulaciones, que se inflaman hasta deformarse, sino que también puede afectar otros órganos del cuerpo; esto hace que la calidad de vida disminuya considerablemente. El 10 por ciento de los pacientes están severamente incapacitados después de 20 años y no pueden desempeñar sus actividades cotidianas de rutina, como comer y vestirse.

Según datos de la Fundación Colombiana de Apoyo al Reumático (Fundare) la AR afecta a unas 400 mil personas en Colombia, en una relación de tres a cuatro mujeres por cada hombre.

Las Artritis y los reumatismos ocasionan grandes gastos, se calcula que el costo de los trastornos músculo esqueléticos derivados del gasto en salud, pérdida por salarios e incapacidad laboral asciende al 2.5% del PIB de un país como los Estados Unidos. Más del 30% de esas personas en edad de trabajar (18 a 64 años) con Artritis no pueden laborar o tienen que cambiar la actividad habitual por causa de su enfermedad. En los Estados Unidos, aproximadamente el 1 por ciento de la población, unos 2,1 millones de personas, padecen de AR. En otros países como España se calcula que se gastan unos 6.000 euros anuales por paciente en el tratamiento de la enfermedad.

Entre las primeras articulaciones afectadas por la enfermedad se encuentra la radio carpiana, la carpometacarpiana (CMC), cuya deformación desencadena las

deformaciones en las metacarpofalángicas (MCF) e Interfalángicas (IF). Esto se debe a la pérdida del eje del antebrazo con el eje de la mano (eje del tercer dedo) tanto en el plano medio como en el sagital. Las articulaciones Metacarpofalángicas e Interfalángicas son las de mayor importancia en la realización de agarres. Esto hace que se concentren los esfuerzos en la estabilización y alineamiento de estas articulaciones por medio de una férula dinámica, que le permita al paciente realizar sus labores cotidianas mientras previene y/o corrige deformidades.

Debido a la gran cantidad de dinero que los pacientes gastan en la rehabilitación de su enfermedad, se pensó trabajar en una férula que mejore la calidad de vida del enfermo de Artritis Reumatoidea (AR) a un bajo costo logrando llegar con este proyecto a todos los niveles socio-económicos.

1. ARTRITIS REUMATOIDEA

1.1 DEFINICIÓN

La artritis reumatoidea es una enfermedad inflamatoria crónica, de curso lento e invariablemente progresivo, poliorgánica, que comprende primordialmente las diartrosis en forma simétrica, con remisiones y exacerbaciones, y cuyas manifestaciones clínicas varían desde formas muy leves a otras muy intensas, destructivas y mutilantes.

Se afectan primero las articulaciones pequeñas de las manos: las falanges, las muñecas y los tobillos[1].

1.2 INCIDENCIA, EDAD Y SEXO

La prevalencia en la población mundial es del 1-4%, siendo en los pacientes de la tercera edad asociado con un aumento de la concentración del líquido sinovial, predomina en el sexo femenino de 3:1, y la edad de inicio se encuentra entre los 20-40 años, de donde se obtiene, confirmado por estudios epidemiológicos que este padecimiento afecta al 20% de la población a partir de los 45 años y al 30% de la población mayor de 60 años, independientemente del nivel social y económico de las personas que la padecen, existiendo mas personas con reumatismo que el conjunto de personas con cáncer, cardiopatías, diabetes mellitas y tuberculosis.

---

1 http://escuela.med.puc.cl/paginas/publicaciones/AnatomíaPatológica/11Enf_mesenquima/11artitris.html

La susceptibilidad a esta enfermedad esta determinada genéticamente y la mayoría de los pacientes presentan antígeno leucocitario humano (hla) de la clase 2 con una secuencia de 5 aminoácidos idéntica. Es más frecuente en individuos con anticuerpos HLA_DR4 y HLA-DR1 (presentes en blancos y japoneses).[2]

1.3 ETIOLOGÍA

Se desconoce la causa de la Artritis reumatoidea (AR). He aquí las tres teorías principales respecto a la causa y otros posibles factores:

1.3.1 Infección. No existe evidencia definida si no se realiza un hallazgo seguro de organismos en las articulaciones o sangre. Son muestra evidente de infección:

a) Aislamiento de bacilos difteroides de las articulaciones.
b) Aislamiento de micoplasma procedentes de las articulaciones. Los micoplasmas son formas bacterianas en L.
c) Virus: por ejemplo la rubéola.
d) El factor reumatoideo aparece en algunas infecciones bacterianas y disminuye después de un tratamiento con antibióticos.
e) Modelos animales.

1.3.2 Auto inmunidad. La demostración de una base auto inmune de la AR es la siguiente:

a) Infiltración de la membrana sinovial con linfocitos y células plasmáticas producen inmonuglobulinas; los linfocitos, inmunoglobulinas y fenómenos de hipersensibilidad retardada).

[2] www.drzurita.com/doctoralpuche/articulo02.html

b) Altos niveles de anticuerpos circulantes (inmunoglobulinas) factor reumatoide, factores antinucleares ocasionales. También se puede demostrar factor reumatoide en los ganglios linfáticos y en la misma membrana sinovial.

c) Demostración de inmunocomplejos en leucocitos del líquido sinovial: IgG + factor reumatoide + complemento = inmunocomplejo insoluble. (Nota: en la AR existe un bajo nivel de complemento en el líquido sinovial utilizado para formar inmunocomplejo). Ello es similar a los cuadros autoinmunes ya conocidos, por ejemplo, tiroides.

d) La vasculitis en la AR es similar a la enfermedad del suero.

e) La Artritis en los modelos animales inducida por manipulación inmunológica (p. ej., reacción a la fibrina implantada en la artritis adyuvante).

No obstante, la inyección de factor reumatoide en personas normales no produce AR, si bien pueden persistir durante varias semanas títulos altos; por otra parte, niños con una gammaglobulina presentan a veces una artritis reumatiforme.

1.3.3 Herencia. Es mayor la prevalencia de AR seropositiva en las familias que en los controles. La concordancia en gemelos monocigóticos es significativamente superior que en los gemelos dicigóticos, pero el índice de concordancia en los gemelos monocigóticos es solamente del 35%, por lo que el componente genético no es fuerte. Los factores ambientales pueden ser por lo menos tan importantes como la herencia en la etiología de la AR.

1.3.4 Clima. Existe mayor prevalencia de la AR en los climas templados. Y es menor la prevalencia en los climas tropicales y esquimales.

1.3.5 Trauma. El comienzo de la AR puede coincidir con el trauma de una articulación lo que haría que ésta se afecte con mayor gravedad que las otras articulaciones.

1.3.6 Factores Endocrinos. No se conocen anomalías endocrinas seguras en la AR, pero revisten importancia los siguientes hechos:

a) Mayor incidencia en las mujeres que en los hombres.
b) Son frecuentes las remisiones durante el embarazo.
c) Son frecuentes las exacerbaciones durante la menopausia.
d) En la acromegalia puede presentarse una artritis similar (pero no idéntica) a la AR.
e) Los esteroides adrenocorticales y la corticotrofina dan lugar a una notable reducción de la actividad de la enfermedad. Sin embargo, no existe una anomalía constante de la actividad adrenocortical en la AR (medida por la excreción de hidroxicorticoides y 17-cetosteroides en la orina).
f) La AR se asocia pocas veces a hipertiroidismo. Una exacerbación de la enfermedad puede producirse después de una tiroidectomía.

1.3.7 Factores Psicológicos. El inicio de la AR se acompaña frecuentemente de trauma mental (por ejemplo, la muerte de un pariente). Se ha escrito mucho acerca de la constitución psicológica y del estado mental de los pacientes que padecen la enfermedad, pero no existen, en este sentido, tipos perfectamente definidos. Por lo general se plantean dificultades con la expresión de las emociones y los pacientes reaccionan de forma defensiva, o bien sentirse deprimidos o ser sobredependientes.

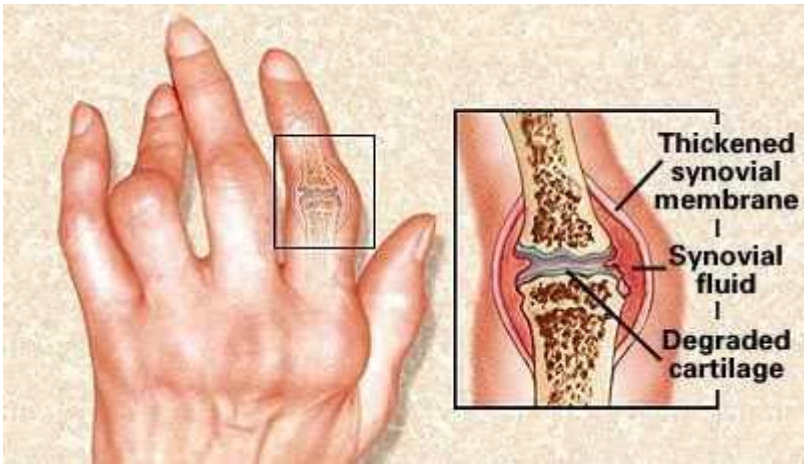
1.3.8 Efecto de las hepatopatías. Son frecuentes las remisiones de la AR coincidentes con una ictericia obstructiva o intrahepática (no hemolítica). Esto obedece posiblemente a un retardo en el desdoblamiento del cortisol

(hidroxicortisona) por el hígado con niveles correspondientemente altos de cortisol con plasma[3].

1.4 PATOGENIA

1.4.1 Patología de las articulaciones. Las articulaciones son las estructuras que unen los huesos entre sí y permiten la movilidad del cuerpo humano. Las porciones finales de los huesos están recubiertas por unas superficies lisas que son los cartílagos, lo cual permite un rozamiento suave entre dichos huesos.

Figura 1. AR en las articulaciones.



Con el fin de alimentar, proteger y cubrir estos cartílagos, las articulaciones disponen de una membrana que las recubre saltando de un hueso a otro y que es llamada membrana sinovial. La Artritis reumatoidea es una enfermedad en la que se produce la inflamación de la membrana sinovial de múltiples articulaciones. La inflamación de esta membrana va a ser la responsable del dolor, de la hinchazón que con frecuencia se observa y de la sensación de rigidez que se puede notar

[3] GOLDING, Douglas N., Enfermedades reumáticas. Barcelona, Salvat Editores S.A, 1975. p 13-65. Edición II.

por las mañanas. Unas articulaciones se afectan más que otras, y hay algunas que casi nunca se alteran. La persistencia de la inflamación de la membrana sinovial lleva consigo que ésta dañe el hueso en el lugar en que se fija al mismo, dando lugar a pequeñas muescas (erosiones). Además, la inflamación mantenida o frecuente de una articulación puede hacer que el cartílago que permite el rozamiento suave entre los huesos se adelgace y desaparezca.

1.4.2 La Artritis reumatoidea fuera de las Articulaciones. Aunque la localización fundamental de las lesiones producidas por la AR está en la membrana sinovial de las articulaciones, a veces se pueden alterar otras estructuras. En la piel pueden encontrarse los llamados nódulos reumatoides que son abultamientos duros (nódulos) que aparecen en zonas de roce, como son los codos, el dorso de los dedos de las manos y los pies, la parte posterior de la cabeza, la zona del talón, etc. También se pueden localizar en el interior del organismo, aunque raramente producen lesiones de relevancia para la salud. Estos nódulos son la consecuencia de la actividad de la enfermedad. No tienen nada que ver con el cáncer y no producen un daño irreversible.

Muchas veces se quitan solos con el tratamiento y a veces hay que operar para eliminarlos. La AR puede originar inflamación y atrofia de las glándulas que fabrican las lágrimas, la saliva, los jugos digestivos y el flujo vaginal. Cuando esto ocurre se habla del denominado Síndrome de Sjorgen asociado a AR. La artritis reumatoidea puede producir inflamación u otro tipo de lesión en diversas estructuras del organismo, así como alteraciones en los análisis de sangre y orina, que el reumatólogo vigilará y controlará de forma rutinaria.

Nuevas investigaciones tienden a relacionar la AR durante la tercera edad con la aparición de cuadros infecciosos causados por gérmenes de tipo estreptococos, micoplasma, borrelias y etrovirus, que al defenderse el organismo de estos

producen un anticuerpo que desencadenan una defensa inmune en cartílagos y tejido conjuntivo.

La tasa de discapacidad funcional es notablemente elevada, a los 10 años del diagnóstico de la enfermedad, el 50% de los pacientes están impedidos para desempeñar tareas laborales[4].

1.5 MANIFESTACIONES CLÍNICAS

Formas de inicio. Se sabe que existen formas típicas y atípicas.

1.5.1 Típicas.

– **Insidiosa.** Es la más frecuente, el 55 al 70% se caracteriza por manifestaciones generales como: astenia, fatigabilidad, dolores musculares difusos, febrícula y manifestaciones articulares con afección bilateral y simétrica de las articulaciones metacarpofalángicas, interfalángicas proximales y carpo respetando las interfalángicas distales, con duración mayor de seis semanas, siendo el compromiso de grandes articulaciones más tardío. La rigidez matinal es una de las primeras manifestaciones, posteriormente se agrega dolor, tumefacción, eritema y calor, seguido de atrofia en grupos musculares aledaños a las articulaciones afectadas.

– **Las formas de inicio agudo.** Se ven en 10% de los pacientes. La patología articular no suele ser simétrica, y se manifiesta con intensos dolores musculares y una afección del estado general de la salud del paciente.

– **Formas de comienzo intermedio.** Entre las dos anteriores, instalándose en días o semanas.

[4] www.ser.es/pacientes/art_reuma.html

1.5.2 Atípicas.

- **Enfermedad de Still en el adulto.** Es poco frecuente. Se inicia en la tercera o cuarta década con un marco clínico similar a la AR juvenil, caracterizada por fiebre acompañada de rush, adenopatías y menos frecuentemente hepato-esplenomegalia y poliserositis. Evoluciona en un 20 a un 30% con afección articular progresiva e incapacitante.

- **Formas de comienzo tardío.** Su inicio se presenta después de los 60 años, su marco clínico es parecido a la polimialgia reumática con presencia de dolor y rigidez de la cintura escapular. Estas formas cursan con factor reumatoideo negativo. En general evolucionan hasta una remisión constante del paciente al médico.

- **Reumatismo palindrómico.** Su comienzo es súbito, con inflamación de una sola articulación (rodilla, tobillo, hombro u otra articulación grande). Se caracteriza por pocas horas o días de duración, con períodos ínter críticos asintomáticos y evolución a una P.A.R clásica en un 30 a 50% de los casos.

1.5.3 Formas evolutivas.

Pueden distinguirse tres cursos evolutivos:

– **Intermitente.** Se manifiesta con empujes y remisiones parciales o completas; es la más frecuente (70 a 85%).

– **Remisión clínica prolongada.** En oportunidades con un solo brote, se ve fundamentalmente en las formas de inicio agudo.

– **Curso progresivo.** Su evolución es lenta pero sin remisiones, es la de mayor agresividad. Se ve en un 10% de los casos.

1.6 MANIFESTACIONES ARTICULARES

Cualquier articulación puede ser comprometida, siendo la participación poliarticular y simétrica prácticamente constante.

Esquemáticamente pueden distinguirse estadios clínicos que se correlacionan con las alteraciones anatomopatológicas.

1.6.1 Primera Etapa. Corresponde a la afección de la membrana sinovial, las cápsulas y vainas tendinosas. Clínicamente se manifiesta por la rigidez matinal agregando dolor y tumefacción articular, que en las articulaciones interfalángicas proximales produce los característicos dedos fusiformes, con dolor a la presión lateral de la articulación, con predominio en el dedo índice y medio. En las metacarpofálangicas es más frecuente en el dedo pulgar, índice y medio. El dolor aumenta al presionar suavemente la articulación en sentido anteroposterior. La movilidad es dolorosa y está limitada de forma variable. Con la evolución aparece una atrofia muscular relacionada con las articulaciones afectadas.

1.6.2 Segunda Etapa. Corresponde a la destrucción del cartílago, necrosis y fibrosis de la sinovial, retracción de la cápsula e invasión de tendones y vainas por tejido de granulación. Se generan alteraciones anatómicas y funcionales irreversibles. En las manos es característica la desviación cubital de las metacarpofálangicas.

1.6.3 Tercera Etapa. Es la que produce una mayor destrucción de todas las estructuras articulares, anquílosis fibrosas u óseas o laxitud articular anómala.

Las deformidades dependen de las estructuras tendinosas y articulares afectadas[5].

1.7 DEFORMIDADES

1.7.1 Muñeca Reumatoidea.

– **Anatomía.** La muñeca posee una serie de peculiaridades anatómicas que la hacen susceptible de sufrir deformidades en la enfermedad reumatoide:

- Numerosos huesecillos con sus articulaciones y sinoviales.
- Una articulación radio cubital inferior muy móvil, con pocos medios de sujeción entre ambos huesos.
- Inclinación del radio hacia delante y adentro mantenida por un sistema ligamentoso que actúa en esta dirección.

Todas estas estructuras se encuentran reforzadas por varios ligamentos: sistema radio carpiano, ligamento anular posterior y músculo cubital posterior impidiendo la luxación hacia atrás, ligamentos interóseos siendo el escafolunar posterior y radio escafolunar anterior son los más importantes, y ligamento triangular que representa un potente medio de unión entre el cúbito y el radio.

Además el equilibrio entre los músculos flexores –extensores y cubitales-radiales supone un medio de contención adicional para una región anatómica bastante inestable como se ha descrito.

[5] www.hrn.org/mundo/Archivos2001/La_Artitris.htm

– **Fisiopatología de las deformidades y sus manifestaciones clínicas.** La enfermedad comienza afectando a la sinovial que es invadida por el pannus a través de los tres grandes sistemas arteriales: radial, interósea y cubital, ésta última la más frecuentemente afectada. En una fase más evolucionada los escasos medios de sujeción entre las diferentes estructuras se verán invadidas y debilitadas, lo que desencadenará en una aparición de deformidades, hasta llegar a una fase final de destrucción ósea.

En los estadíos más iniciales de la enfermedad únicamente se observará sinovitis, tanto articulares como peritendinosas. Las articulaciones aparecerán tumefactas, dolorosas y como consecuencia de la afectación sinovial a nivel de las inserciones ligamentosas, acabará produciéndose una distensión de las mismas.

La sinovitis tendinosa afecta a extensores y a flexores. Se aprecia la típica sinovitis en alforjas, muy llamativa a nivel dorsal, que puede producir ruptura tendinosa por irritación mecánica. En la cara volar existe el riesgo de compresión del nervio mediano, a veces con largo tiempo de evolución, lo que supone importantes secuelas a pesar del tratamiento quirúrgico.

En estadios más avanzados, el ligamento triangular se romperá. También la corredera del tendón cubital posterior, con lo que este tendón se desplaza hacia delante convirtiéndose en flexor y luxándose la cabeza cubital hacia atrás.

Si se mantiene el equilibrio entre músculos radiales y cubitales, cuando ya el sistema ligamentoso interno se encuentra debilitado, el carpo sufrirá un deslizamiento cubital únicamente. Pero si se produce un desequilibrio en detrimento del cubital posterior, la tracción de los músculos radiales producirá una inclinación radial del carpo, deformidad característica de la muñeca en esta

enfermedad. La inclinación cubital es más rara. Asimismo los flexores y el cubital luxado hacia delante originarán la supinación del carpo. La subluxación anterior se explica por la afectación del sistema ligamentoso anterior, acción flexora y pérdida de extensión por parte del cubital posterior luxado. Todo esto provoca una deformidad en zig-zag y una inestabilidad, sobre todo palmar, con un semilunar flexionado y un escafoides que se horizontaliza, donde la sinovitis de la articulación escafolunar jugará un importante papel en esta inestabilidad. La sinovitis y los múltiples desplazamientos óseos explican el riesgo de rupturas tendinosas, extensores por el cubital luxado y flexores por el escafoides horizontalizado, que son indicación de tratamiento quirúrgico urgente, a la vez que se favorece la desviación cubital de las metacarpofalángicas. El colapso del carpo por destrucción ósea también será una de las causas de deformidad en cuello de cisne de los dedos, por tanto una vez más el tratamiento de la muñeca debe ser prioritario.

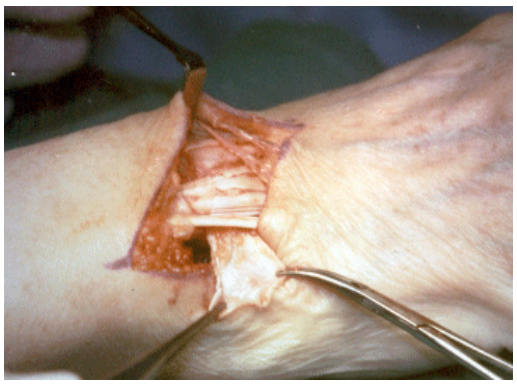
La evolución hacia artrodesis espontáneas, aunque variable, suele ser favorable (radiolunar, intracarpiana o carporradiocarpiana), de ahí que las indicaciones quirúrgicas sean raras.

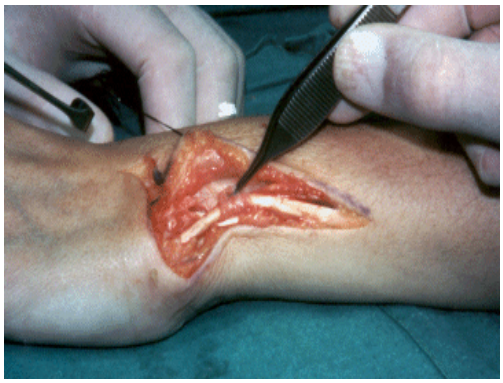
Tratamiento. En estadíos iniciales de sinovitis están indicadas las sinovectomías precoces, tanto dorsales como palmares, prolongándose estas últimas hacia el canal del carpo con apertura de dicho canal para obviar el compromiso del nervio mediano. A nivel de la articulación radio cubital inferior las sinovectomías nunca son aisladas sino que se asocian a procesos de estabilización articular mediante resección de la cabeza cubital, con o sin implante, realineación con dorsalización del músculo cubital posterior mantenido en esta posición con el ligamento anular dorsal que, a su vez, se sitúa por debajo de los tendones extensores para separarlos de las articulaciones y evitar su rotura (Figuras 2 y 3). La sinovectomía en el carpo también se acompaña de estabilización mediante agujas o bien

artrodesis radiolunar en caso de deslizamiento cubital importante. Se puede reforzar el lado cubital en caso de inclinación radial severa a través de transferencias tendinosas del primer radial sobre el músculo cubital posterior. Otro gesto que atenúa el dolor en casos severos y avanzados es la resección del nervio interóseo posterior a nivel de la muñeca.

Si las destrucciones articulares son muy invalidantes debe recurrirse a artrodesis (***Mannerfelt***) o artroplastias metálicas o con implante de ***Swanson***. Las artrodesis se harán rectas y no en flexión dorsal, excepto casos de afectación bilateral en los que una muñeca se fijará en ligera flexión.

Figuras. 2 y 3. El ligamento anular dorsal del carpo se coloca por debajo de los tendones extensores para protegerlos de posibles resaltes óseos y envuelve a su vez al cubital posterior dorsalizándolo y evitando su luxación.





1.7.2 Articulaciones Metacarpofalángicas (MCF).

- **Anatomía y fisiopatología.** La deformidad típica de esta articulación es la desviación cubital con subluxación anterior. La propia anatomía articular acentúa esta tendencia fisiológica a la desviación cubital:

- Asimetría de los cóndilos metacarpianos: el cartílago se extiende más por el lado cubital.
- Asimetría de los ligamentos laterales: el externo es más largo que el interno, por lo que la tracción será mayor en el lado cubital.
- Musculatura intrínseca: los interóseos ejercen su acción estabilizadora en extensión, en flexión su papel disminuye en favor de la cintilla dorsal. Los lumbricales únicamente se oponen a la supinación. El que sí juega un papel muy importante de tracción en sentido cubital es el abductor del 5º dedo.
- Musculatura extrínseca: Los extensores convergen hacia la base del 4º MC y se mantienen en el eje del dedo a través de su inserción en la 1ª falange. La fuerza resultante de los flexores se orienta hacia el lado cubital también, aunque la inserción de la polea en la cabeza del MC los mantiene en el eje del dedo.
- En el movimiento de agarre la dirección de las fuerzas del pulgar y del resto de la mano se orientan hacia el lado cubital.

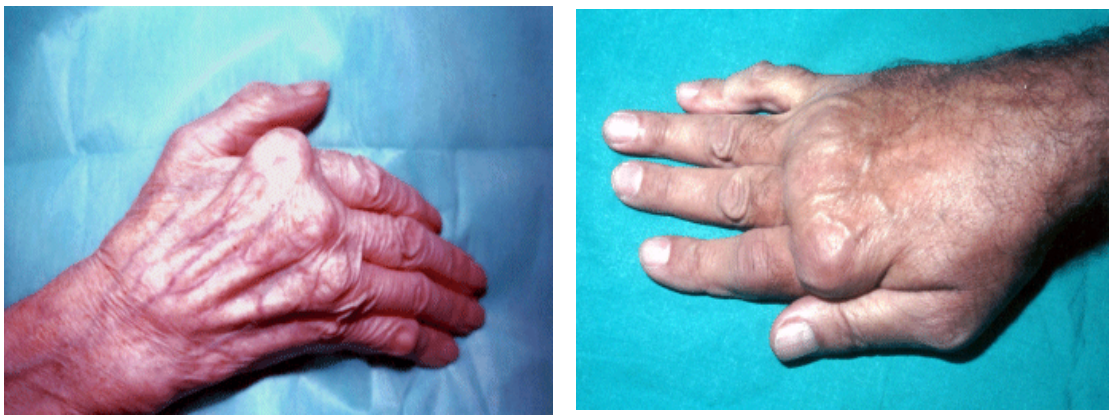
Todos estos factores se verán precipitados por la evolución de la enfermedad, ya que la invasión por el pannus sinovial provocará una distensión capsular con destrucción ligamentosa y erosiones subcondrales; así las inserciones que mantenían a los extensores y flexores en el eje del dedo se rompen y se produce la inclinación cubital al no haber nada que los retenga, con luxación en las depresiones intermetacarpianas de los extensores.

La inclinación radial del carpo da lugar a las manos en zig-zag, con inclinación cubital de las MCF. No todos los autores coinciden en afirmar la contractura de los interóseos cubitales, pero sí le conceden un papel importante a la retracción del abductor del 5º dedo como factor agravante de la desviación cubital. Conjuntamente la falange se luxa hacia delante y secundariamente se produce retracción capsular que a largo plazo hará irreductible la luxación.

– **Clínica.** Evoluciona en tres estadíos:

- Estadío I: sinovitis con desviación cubital únicamente en flexión, contrarrestada por los intrínsecos en extensión.
- Estadío II: desviación cubital avanzada en extensión y flexión, con subluxación anterior pero ausencia de lesiones osteoarticulares (Figs. 4 y 5).
- Estadío III: desviación cubital avanzada, fijada con destrucción articular.

Figuras 4 y 5. Desviación cubital de las articulaciones MCF con subluxación anterior. Marcada sinovitis



– **Tratamiento.** Siempre la muñeca deberá tratarse en primer lugar. En las MC en estadíos iniciales se realizarán sinovectomías precoces, aunque este gesto aislado proporciona escasos resultados. Algunos practican sinoviortesis químicas o con isótopos radiactivos que, además de pobres resultados evolucionan al desastre en manos inexpertas.

Casi siempre es necesario asociar técnicas de reequilibrio cápsuloligamentoso actuando sobre tendones extensores e intrínsecos además de cápsula y ligamentos.

En estadíos muy avanzados la artroplastia es la indicación, ya que en esta articulación así como en la trapeciometacarpiana la artrodesis no se contempla por el déficit funcional que supone.

Centrándonos en las técnicas de reequilibrio existen numerosos procedimientos que contribuyen a reforzar el lado radial y relajar el cubital:

- Reinserción o acortamiento del ligamento colateral radial.
- Reforzamiento del ligamento colateral radial a partir del extensor.
- Reinserción del extensor en la falange proximal.
- Transferencia del extensor propio del índice.
- Plastia de la lengüeta anastomótica intertendinosa
- Sección de los intrínsecos cubitales.
- Transferencia de los intrínsecos.
- Tenotomía del abductor del 5º dedo.

Las técnicas que aparecen subrayadas están ampliamente aceptadas, en el resto existe discrepancia de opinión. Se emplean conjuntamente varias de ellas.

En cuanto a las artroplastias son el último escalón y conllevan la asociación de las técnicas anteriores para conseguir buenos resultados. Pueden ser:

- No protésicas (sinovectomía, resección de la cabeza del MC e interposición de partes blandas)
- Protésicas: con implante (***Swanson***), que se mantienen en su posición por encapsulación fibrosa, o articuladas, más modernas.

1.7.3 Deformidades en dedos.

– **Clasificación y fisiopatología.** Los dedos, al igual que el resto de regiones anatómicas, poseen estructuras de contención y estabilización: ligamentos laterales, placa volar y tendones extensores y flexores. A nivel lateral existen sistemas adicionales: sistema oblicuo de los intrínsecos en la metacarpofalángica y ligamento retinacular y bandeletas laterales en la interfalángica proximal.

La sinovitis articular provocará tumefacción con rigidez, erosiones subcondrales y destrucción de las inserciones ligamentosas. La zona dorsal será la más precozmente afectada. Esta sinovitis también se extenderá a los tendones, con la aparición de nódulos intratendinosos que impiden su deslizamiento por las poleas (dedo en resorte). Poco a poco destruirá vainas e inserciones tendinosas provocando las deformidades características: cuello de cisne, boutonnière y dedo en martillo.

– **Dedo en cuello de cisne.** Se caracteriza por la hiperextensión de la IFP y la flexión de la IFD. Están descritos varios tipos en base al grado de reductibilidad:

§ Tipo I: IFP flexible en todas las posiciones. El origen puede ser la ruptura de la inserción del extensor terminal por sinovitis, con flexión de la IFD y secundariamente extensión de la IFP. Pero es posible que sea en la IFP donde se origine por ruptura del flexor superficial, con hiperextensión de esta articulación y flexión secundaria de la IFD. En cualquier caso las deformidades son reductibles.

§ Tipo II: Flexión IFP limitada en ciertas posiciones. La MC y la musculatura intrínseca están implicados en la deformidad. Si la MC está extendida o desviada radialmente la flexión de IFP se limita.

§ Tipo III: Flexión de IFP limitada en todas las posiciones.

§ Tipo IV: Rigidez IFP con cambios óseos radiográficos. Evidencia de lesiones intraarticulares.

Tratamiento

§ Tipo I: Se propone artrodesis en la IFD y reparación del flexor superficial mediante tenodesis. También ***Littler*** describe su técnica de reconstrucción del ligamento retinacular que restringe la hiperextensión de la IFP.

§ Tipo II: Se combinan los procedimientos anteriores con la tenotomía de intrínsecos a nivel de MC.

§ Tipo III: La tenosinovitis de los flexores origina rigidez en la IFP que puede mejorar con tenolisis y tenosinovectomías como procedimiento asociado a los anteriores.

§ Tipo IV: Las alternativas son la artrodesis o artroplastia de la IFP. Se prefiere la artroplastia para mantener cierto grado de movilidad, aunque en esta articulación la artrodesis no es tan limitante como en la MC o TMC. Las partes blandas marcarán la pauta, ya que si no disponemos de medios de sujeción articular una prótesis articulada sufrirá luxación con relativa facilidad, al igual que un implante de ***Swanson*** aunque éste se mantenga en su posición por encapsulación fibrosa.

– **Deformidad en *Boutonnière*.** La causa principal es la rotura de la inserción de la bandeleta media del extensor a nivel de la falange media por sinovitis. Esto provoca la flexión de la IFP con un desplazamiento lateral de las bandeletas laterales del extensor. Éstas y el ligamento retinacular hiperextienden la IFD. En estadíos avanzados, debido a la retracción de la placa volar y del ligamento retinacular, se pasará a un estado de irreductibilidad, con hiperextensión marcada de la MC. Se diferencian tres estadíos: leve, moderado y severo, donde la

reductibilidad de la IFP ya no es posible. Esta deformidad es menos incapacitante que la de cuello de cisne porque permite el movimiento de agarre durante mucho tiempo.

Tratamiento

Los estadíos precoces y moderados requieren reparación del aparato extensor mediante reinserción de la bandeleta central (aprovechando pequeños restos fibrosos en la falange media antes que recurrir a plastias tendinosas que presentan mala evolución), dorsalización de las bandeletas laterales que suelen presentar cierto grado de elongación y tendencia a la luxación de nuevo, por lo que es conveniente aproximar las dos bandas a nivel del triángulo de ***Stack,*** y artrodesis temporal de la IFP en extensión mediante agujas de ***Kirschner.***

Cuando la enfermedad presenta estadíos más evolucionados se valorará la artrodesis o artroplastias, en función de la movilidad, conservada o no, en las articulaciones vecinas valorando cada caso individualmente, y teniendo en cuenta la integridad o destrucción de partes blandas. Si es posible se dará prioridad a la artroplastia en 4º y 5º dedos, más móviles, para facilitar un buen agarre.

– **Dedo en martillo.** Flexión de la IFD provocada por la rotura subcutánea del tendón extensor en su inserción en la falange distal. Evoluciona a irreductible por retracción de la placa palmar. Puede ocasionar secundariamente un cuello de cisne por hiperextensión de la IFP.

Tratamiento

La alternativa que se contempla es la artrodesis de la IFD.

1.7.4 Deformidades del pulgar.

– **Clasificación (*Nalebuff*).**

- **Tipo I: Pulgar en *Boutonnière* o en Z:** Es el más frecuente. Se caracteriza por la flexión de la MC y la hiperextensión IF. La proliferación de la sinovitis dorsal acaba destruyendo la inserción del extensor corto del pulgar, responsable de la flexión de la MC. El extensor largo se luxa hacia volar y cubital y junto a los intrínsecos es el responsable de la hiperextensión de la IF. La pérdida de soporte dorsal agrava la subluxación hacia delante de la MC.

Si se trata de estadíos precoces se practicarán sinovectomías y realineación del extensor largo del pulgar. En un segundo estadío, cuando todavía la IF es corregible pasivamente, se recomienda artrodesis de la MC si presenta cambios importantes de destrucción y las articulaciones vecinas mantienen cierto grado de movilidad, en caso contrario debe plantearse una artroplastia con realineación del extensor. Si la deformidad está fijada sin posibilidad de reducción pasiva la mejor indicación es la artrodesis IF y artroplastia MC. Sin embargo, los cambios destructivos son tan importantes en ocasiones que sólo cabe la posibilidad de una doble artrodesis IF y MC que estabilicen el pulgar.

- **Tipo III: Deformidad en cuello de cisne o pulgar adductus:** La segunda en frecuencia. En este caso se presenta la MC en hiperextensión con flexión de IF y aducción del 1º MC. La alteración surge en la TMC donde la distensión capsular y erosión de la superficie articular provoca subluxación de la misma. La aducción se fija rápidamente y, aunque hay discrepancia de opiniones parece que se debe a una retracción de la fascia más que a la de la propia musculatura.

El tratamiento va dirigido a corregir la TMC mediante artroplastias y evitando las artrodesis, puesto que la movilidad del pulgar depende en gran medida de esta articulación. Las artroplastias pueden ser con implante, con mal resultado a largo plazo porque tienden a luxarse, o realizando técnicas de suspensión-interposición con partes blandas tras trapecectomías, que permiten eliminar el dolor, mantener la longitud de la columna del pulgar y conservar cierto movimiento.

La hiperextensión de la MC deberá ser corregida por una capsulodesis anterior o artrodesis, y puede ser necesario liberar la primera comisura abordando la fascia del aductor.

- **Tipo IV:** Poco frecuente. Se caracteriza por una desviación radial de la MC con una aducción secundaria del metacarpiano. La causa se encuentra en la destrucción del ligamento colateral cubital de la MC por sinovitis. No existe alteración primaria en la TMC. El tratamiento va enfocado a restaurar la MC (artrodesis o artroplastia) y el ligamento colateral, así como a liberar la primera comisura.
- **Tipo II y V:** Muy poco frecuentes.

Todas las deformidades anteriores pueden verse complicadas con inestabilidades y lateralizaciones de la columna del pulgar, producidas por el debilitamiento de los sistemas cápsuloligamentosos internos de la MC e IF, que se agravan por la repetición de los movimientos de agarre.

Hay otras articulaciones que se ven afectadas por la AR como son los codos, los hombros, la cadera, rodillas, tobillos y pies, además la columna vertebral. La articulación temporomandibular y cricoaritenoidea son afectadas con menos frecuencia[6].

6

1.8 DIAGNÓSTICO

Está basado en la clínica, exámenes de laboratorio y hallazgos radiológicos. La ***American Rheumatism Association*** ha propuesto en 1988 los siguientes criterios:

1. Rigidez matutina de más de una hora de duración en las articulaciones afectadas durante al menos seis semanas.

2. Artritis de 3 o más articulaciones.

3. Artritis de las articulaciones de la mano afectada al menos de las siguientes áreas: carpo, metacarpofalángicas e interfalángicas proximales.

4. Artritis simétrica.

5. Presencia de nódulos reumatoideos.

6. Presencia de factor reumatoideo sérico, niveles anormales cuyo resultado haya sido positivo en menos de 5% de controles sanos.

7. Hallazgos radiográficos típicos de artritis reumatoideo en la radiografía posteroanterior de manos que incluyan erosiones u osteopenia yuxtaarticularen las zonas afectadas.

Se plantea el diagnóstico de AR si se cumplen al menos cuatro de los siete criterios.

Los criterios uno a cuatro deben estar presentes por lo menos seis semanas.

La evaluación del grado de capacidad funcional se realiza con la clasificación de ***Steinbroker*****,** que divide la AR en cuatro estadios:

Estadio 1. Paciente con capacidad funcional completa que puede realizar cualquier tipo de tarea habitual.

Estadio 2. Paciente que es capaz de realizar sus labores habituales a pesar de presentar dolor o limitación de movilidad en una o más articulaciones.

Estadio 3. Paciente cuya capacidad funcional le impide realizar algunas o todas las labores de su trabajo habitual o su aseo personal.

Estadio 4. Paciente con gran incapacidad que le mantiene confinado en cama o silla de ruedas.

1.9 PRONÓSTICO

La AR además de ser una enfermedad potencialmente incapacitante, es causa de muerte. Estudios epidemiológicos muestran que la expectativa de vida de los pacientes portadores de AR no ha aumentado de la misma forma que en la población general y que la edad media de fallecimiento en mujeres con AR sobrevenía en promedio diez años antes que en mujeres de la población general. Las causas primarias de muerte (enfermedades cardiovasculares y cáncer) no difieren en forma significativa con la de la población general. La mortalidad está aumentada por los compromisos multisistémicos de la propia enfermedad como a su vez de complicaciones inherentes a la AR o también las dependientes del tratamiento como infecciones, hemorragias digestivas y perforaciones gastrointestinales. Las complicaciones, en buena parte, están vinculadas al uso de fármacos como AINEs, y glucocorticoides y drogas inductoras de la remisión. Dentro de las AR son de peor pronóstico las formas agudas, las de curso evolutivo progresivo, las que presentan compromisos extraarticulares y las seropositivas desde el inicio de la enfermedad. A la fecha, 50% de los pacientes con AR han recibido toda la línea de fármacos de segunda línea después de 10 o 15 años de evolución y muchos de ellos tienen todavía enfermedad activa. Se debe por tanto, disponer de nuevas drogas para inducir la remisión parcial o total en cualquier

momento de la evolución. Los nuevos fármacos deberán intentar demostrar que es posible alterar el curso de la enfermedad en cualquier momento de su larga evolución.

1.10 TRATAMIENTO DE LA ARTRITIS REUMATOIDE

El tratamiento de la AR requiere un enfoque amplio con participación de un equipo multidisciplinario. Es preferible hablar de manejo del paciente que de tratamiento ya que en sentido estricto no existe curación de la AR y ninguna forma de terapia es aplicable a todos los pacientes sino que esta debe ser individualizada para cada caso. Es importante considerar el grado de actividad de la enfermedad, su severidad, impacto psicológico que ha producido, el estado funcional articular, la presencia de manifestaciones extraarticulares (en especial vasculitis, edad, sexo, ocupación, estado socioeconómico y resultado de los tratamientos previos).

Los objetivos del tratamiento son: reducir la inflamación y el dolor; preservar y mejorar la función; lograr la adaptación personal; prevenir las deformaciones.

1.10.1 Educación. Es de importancia en el logro de los objetivos para lo cual es necesaria la cooperación del paciente y también de los familiares. Se explicarán cabalmente las características, curso evolutivo de la enfermedad, posibilidad de exacerbaciones y remisiones espontáneas, informando de las posibilidades terapéuticas y posibles efectos secundarios de la medicación. Se deben sugerir cambios de hábitos y conductas que permitan convivir lo más satisfactoriamente posible con la enfermedad, y brindar adecuado soporte emocional.

1.10.2 Dieta. No existe nada concluyente sobre la dieta, pero en ciertos individuos ciertas restricciones dietéticas tal vez tengan ciertos efectos modificadores de la respuesta inmune y un efecto beneficioso. En general, la dieta debe ser balanceada adecuadamente, sobre todo cuando existe una deficiencia proteica

severa. Además es aconsejable evitar la obesidad con el objeto de disminuir la carga a las articulaciones que soportan peso.

1.10.3 Reposo. El reposo tanto físico como psíquico es particularmente importante en las fases activas de la enfermedad. Si bien es cierto que el reposo total puede no ser necesario, tampoco se debe llegar a la fatiga. En los casos graves, con empuje articular dolorosos, el reposo tiene por fin disminuir el proceso inflamatorio y prevenir las deformaciones. El reposo en cama durante los empujes severos debe cumplir con las siguientes condiciones: colocar una tabla debajo del colchón, utilizar una almohada baja y dura, mantener los miembros en extensión para evitar las contracturas en flexión y en los casos indicados utilizar férulas nocturnas.

1.10.4 Fisioterapia. Un balance adecuado entre ejercicio, reposo y el mantenimiento de la función articular, es el aspecto más importante de la fisioterapia. Poca actividad es nociva para los músculos mientras que los excesos de ejercicio aumentan el dolor y la fatiga y a nivel articular se exacerba el proceso inflamatorio por lo que aumenta el daño del cartílago articular. El calor local, los baños de parafina y los ejercicios controlados son útiles par aliviar el dolor y el espasmo muscular. Con la mejoría del empuje articular se debe proceder a un aumento de la actividad física, al inicio con ejercicios que deben ser isométricos y en caso de mejoría, movilización pasiva y luego activa realizada por fisioterapeuta. El uso de férulas ligeras para inmovilizar las muñecas y los tobillos con el fin de aliviar el espasmo muscular y permitir una correcta posición, especialmente durante la noche, o el uso de muletas o bastón, se justifica cuando las articulaciones que soportan peso están seriamente comprometidas.

1.10.5 Tratamiento farmacológico. El mejor medicamento varía de individuo en individuo y se debe escoger aquel que proporcione mayor beneficio con menores

efectos adversos. El tratamiento farmacológico se basa en dos grupos de drogas: medicación sintomática y medicación específica.

1.10.6 Tratamiento quirúrgico. Las posibilidades quirúrgicas son amplias. Esquemáticamente pueden dividirse en:

Cirugía preventiva: sinovectomía artroscópica en fases tempranas.

Cirugía reconstructiva: artoplastia de rodilla con resultado comparable a reemplazo de cadera.

Cirugía paliativa: recepciones parciales, artrodesis en AR avanzadas con tratamiento de secuelas[7].

[7] www,hrn.org/mundo/Archivos2001/La_Artritis.html

2. BIOMECÁNICA DE LA MANO

2.1 ARTICULACIONES METACARPOFALÁNGICAS (MCF)

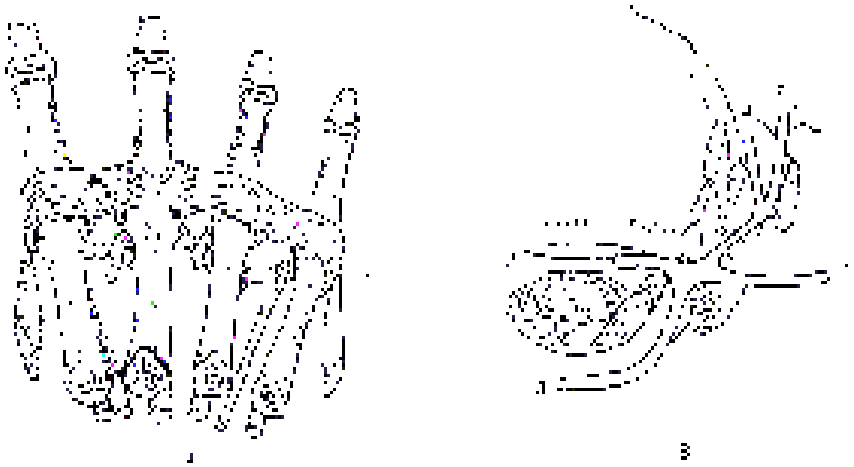
Las articulaciones metacarpofalángicas de los dedos son unas articulaciones de tipo condíleo entre las cabezas de los metacarpianos (II, III, IV y V) y la base de las falanges proximales.

Las cabezas de los metacarpianos son esféricas, pero más prolongadas en sentido anteroposterior que transversal, y también más amplia hacia la cara palmar que hacia la dorsal. La cavidad glenoidea de la falange es una superficie cóncava de eje mayor transversal. Hay una desproporción de medidas entre superficies articulares, ya que la cabeza es mayor que la cavidad glenoidea. Un fibrocartílago glenoideo prolonga hacia delante la cavidad en forma de lengüeta fibrosa que se inserta en el borde anterior de la base de la falange con una pequeña incisura que sirve de charnela. Durante la extensión la cara profunda del fibrocartílago está en contacto con la cabeza del metacarpiano, mientras que durante la flexión el cartílago sobrepasa la cabeza y gira alrededor de la charnela.

Figura 6. Articulación metacarpofalángica. En flexión, el fibrocartílago palmar puede separarse gracias a un sistema de bisagra.

La cápsula es delgada, laxa y más gruesa en la cara palmar. Forma unos fondos de saco, anterior y posterior, que actúan junto al fibrocartílago en la biomecánica de la articulación evitando obstáculos en su movimiento. En esta articulación debemos hablar de un sistema capsuloligamentoso, ya que tanto los ligamentos como la cápsula se integran en una estructura que centra, contiene y sostiene los tendones flexores y extensores de la mano.

Figura 7. Aparato capsuloligamentoso de la articulación metacarpofalángica (***Zancolli***). A) Visión palmar del ligamento transverso del carpo. B) Nudo fibroso de la articulación visto desde la base de la falange. 1, ligamento transverso; 2, placa palmar; 3, vaina fibrosa de los flexores; 4, ligamento lateral; 5, cintillas sagitales.



La cápsula articular está forzada por los ligamentos laterales, los palmares y el transverso del metacarpo. Los ligamentos laterales (interno y externo) son unos cordones muy resistentes, empiezan en el tubérculo lateral del I metacarpiano y tienen tres fascículos: fascículo metacarpofalángico (dirección descendente y oblicua hasta la base de la primera falange), fascículo metacarpoglenoide (se dirige hacia delante y se inserta en las bandas del cartílago glenoideo: proporciona estabilidad) y el fascículo falangoglenoideo.

Los ligamentos palmares son inconstantes, fibrocartilaginosos, adheridos al ligamento transverso del metacarpo y situados en los intervalos libres que quedan en la cara volar entre los ligamentos laterales.

El ligamento transverso del metacarpo tiene la forma de una larga cinta que transcurre transversal del II al V metacarpiano, insertándose en los bordes de los fibrocartílagos glenoideos. Este ligamento, además de reforzar la cápsula, delimita unos túneles osteofibrosos por donde pasan músculos, tendones, vasos y nervios.

La asimetría de las cabezas de los metacarpianos y la longitud y dirección de sus ligamentos condicionan la flexión oblicua de los dedos, con su convergencia sobre el tubérculo del hueso escafoides.

Estas articulaciones permiten movimiento de flexoextensión (que determinan el grado de ahuecamiento palmar) y abducción-aducción. La estructura de los ligamentos laterales permite que los grados de abducción y aducción sean mayores con la articulación en extensión que en flexión. La movilidad, aumenta en dirección cubital desde 90° de flexión de la articulación del segundo radio se llega al 110° del quinto.

La cabeza del I metacarpiano es más achatada que la de los restantes y tiene forma de trapecio de ángulos redondos. La parte anterior de la cabeza articular se proyecta hacia delante en forma de dos eminencias laterales separadas por una escotadura. La superficie articular de la falange es cóncava, con el fibrocartílago glenoideo insertado en su borde anterior. Este fibrocartílago palmar está conformado de modo similar a los otros dedos, pero en su espesor contiene dos huesos sesamoideos, que se mantienen adheridos a la cápsula por los ligamentos metacarpoglenoideos y falangosesamoideos.

La articulación metacarpofalángica del pulgar realiza dos tipos de movimiento: flexión pura o movimientos de flexión-inclinación (radial-cubital) y rotación longitudinal (pronación-supinación). En la flexión primero se tensa el ligamento lateral interno (que es más corto), que, junto a la irregularidad de la cabeza de su metacarpiano, condiciona una rotación longitudinal en pronación de la base de la falange. En la extensión los ligamentos laterales están relajados, pero está tenso el sistema de la placa palmar. Los movimientos de flexión-inclinación radial-pronación serán responsables, junto con la acción de los músculos, de la oposición del pulgar.

2.2 ARTICULACIONES INTERFALÁNGICAS (IF)

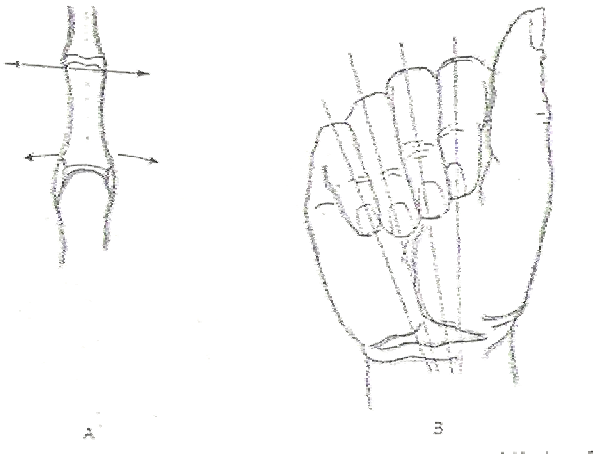
Son articulaciones trocleares (de funcionamiento similar a una bisagra) que se establecen entre las falanges. Hay dos articulaciones interfalángicas en los cuatro últimos dedos. La superficie de la articulación interfalángica proximal (IFP) es una tróclea más ancha por delante que por detrás. La superficie articular distal (IFD) es de menor extensión que la proximal. Ambas presentan un fibrocartílago glenoideo, igual que la articulación MCF, que se desplaza por la cara anterior de la falange durante la flexión.

Las articulaciones interfalángicas tienen una cápsula fibrosa reforzada por un ligamento palmar y dos laterales (internos y externos) que van por la cara lateral de los tubérculos de las falanges. Durante la flexión y la extensión completa están tensos y durante la extensión intermedia están distendidos. Otros elementos que procuran resistencia a la cápsula son una expansión del tendón extensor y el ligamento falangoglenoideo.

La amplitud de flexión es superior a 90° en las articulaciones IFP e inferior a 90° en las IFD. Esta amplitud aumenta del segundo al quinto dedo en las dos articulaciones. Del mismo modo que en las articulaciones MCF, los ejes de flexión

de las IF no son fijos, sino que durante la flexión se van haciendo oblicuos con el fin de asegurar la convergencia de los ejes de los dedos en un punto.

Figura 8. A) Ejes de flexión de las articulaciones metacarpofalángicas e interfalángicas. B) Convergencia de los dedos sobre el tubérculo del hueso escafoides.



2.3 VAINAS Y POLEAS

Estas estructuras no son exclusivas de la mano, pero en esta zona son las más típicas. Tienen una función primordial para la movilidad de los dedos, sobre todo para la flexión.

2.3.1 Vainas de los tendones Flexores de los dedos. Representa un sistema de poleas destinado a retener estos tendones en su recorrido por las correderas osteofibrosas palmares que forma el esqueleto de la mano. Las poleas impiden el desplazamiento en cuerda de arco de estos tendones durante la contracción de la musculatura flexora de los dedos y son imprescindibles para la mecánica de la flexión digital.

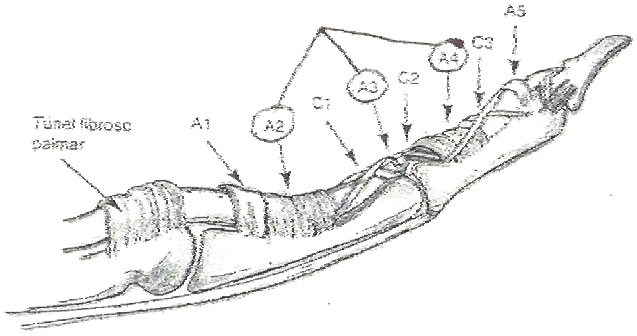
Las vainas constan de tres partes: vaina fibrosa, vaina sinovial y mesotendón. A nivel de los cuatro últimos dedos los tendones están dirigidos por tres vainas fibrosas o sistemas de poleas. A nivel proximal se encuentra el carpiano, limitado por la cara dorsal por la concavidad que forman los huesos del carpo y ventralmente por el ligamento anular anterior y que contiene los tendones de los músculos flexor común profundo, flexor común superficial, flexor largo del pulgar y palmar mayor, aunque este último tiene su propia vaina. Estos tendones se abren en forma de abanico al salir del canal carpiano para ir a insertarse en los respectivos dedos.

La apófisis unciforme del hueso ganchoso retiene estos tendones impidiendo su desplazamiento cubital durante la flexión digital o la flexión con desviación cubital de la muñeca.

Más dístales están los túneles fibrosos palmares de los tendones flexores, uno para cada tendón flexor. Se trata de túneles limitados centralmente por la aponeurosis palmar, dorsalmente por la aponeurosis interósea y la placa volar de las articulaciones MCF, y lateralmente por los tabiques paratendinosos verticales. La sección de la polea aponeurótica palmar no altera la eficacia y la fuerza de los flexores.

Las últimas poleas son las vainas fibrosas de los tendones flexores. Se extienden desde la cabeza de los cuatro últimos metacarpianos hasta la base de las falanges dístales de cada dedo.

Figura 9. Vainas fibrosas de los tendones flexores (***Zancolli***).



Estas vainas están formadas por las poleas anulares, situadas por delante de la diáfisis de las falanges proximal y media (a las que se fijan), formadas por fibras transversales y más gruesas (ligamentos anulares de los dedos), y por las poleas cruciformes, situadas por delante de las articulaciones IF, formadas por fibras oblicuas y más finas que se fijan a las placas volares de estas articulaciones (ligamentos cruciformes de los dedos). Su funcionalidad está tan bien establecida que es preciso diferenciarlas por su localización. En los cuatro últimos dedos las poleas con indicativo impar están localizadas sobre las articulaciones MCF (A1), IFP (A3) e IFD (A5), y son lógicamente estrechas, mucho más la A3 que la A5. Las localizadas sobre las diáfisis de las falanges tienen indicativo par, A2 sobre la primera falange y A4 sobre la segunda falange, y son mucho más anchas. A nivel del pulgar sólo existe la A1 sobre la MCF y la A2 sobre la IF.

Las poleas cruciformes están formadas por bandas fibrosas oblicuas que se entrecruzan proximales a la IFP (C1), dístales a ella (C2) y proximales a la IFD (C3). La C2 es inconstante. En el pulgar sólo existe la C1 entre la A1 y la A2. Constituyendo refuerzos de las poleas circulares y se deslizan sobre ellas durante la flexión gracias a lo que ***Zancolli*** denomina “estructura enrejada plegable”. En la extensión el enrejado se abre aproximando el tendón a la superficie articular y durante la flexión se cierra, con lo que se alarga y permite que se distancie de la

articulación y no obstaculice su movilidad. Un entrecruzamiento similar se observa en las fibras colágenas del anillo discal.

La finalidad de las vainas fibrosas digitales es lograr la flexión digital completa de 260°, para lo cual los tendones largos deben ser capaces de realizar la totalidad de su excursión. Las poleas retienen los tendones flexores sobre el plano esquelético y distribuyen armónicamente la excursión tendinosa sobre cada articulación digital mediante un mecanismo de cuerda de arco. Es decir, las poleas pares, proximales a las articulaciones, permiten que el tendón arrastre la falange siguiente.

Cuando se secciona una de las poleas pequeñas (A1 o A5), no existe disminución algunas de la potencia flexora del dedo. Si se seccionan las tres poleas menores (A1, A3 y A5), se produce una disminución significativa de las excursión de los flexores. Cuando se corta la A2, sólo existe una pérdida de la excursión del 94%, pero, cuando se corta la A4, hay una pérdida de fuerza y de excursión del 85%. La ausencia de la polea A4 provoca el mayor déficit biomecánico en el desplazamiento y la fuerza del sistema flexor, siendo la combinación de las poleas A2, A3 y A4 la más útil para mantener la funcionalidad flexora. A nivel del pulgar, la reparación o reconstrucción de la polea anular A1 o de la cruciforme C1 después de una lesión restaura la cinemática normal.

Desde un punto de vista topográfico se definen tres grandes vainas sinoviales. En el lado radial la vaina sinovial del tendón flexor largo del pulgar se extiende independiente desde el canal carpiano hasta la base de la falange distal del pulgar. En la parte media, para los dedos 2°, 3° y 4°, la vaina ocupa el interior del canal carpiano, al que sobrepasa aproximadamente unos 2 o 3 cm. Ya en los dedos, la vaina sinovial discurre en el interior de las vainas fibrosas de los dedos. En el lado cubital la vaina del 5° dedo no se interrumpe y se prolonga desde el canal carpiano hasta la base de la falange distal de este dedo.

Las vainas sinoviales están formadas por dos capas, una parietal o externa, que recubre la pared interna de la vaina fibrosa, y una visceral o interna, que envuelve el tendón. Ambas capas se continúan mutuamente, delimitando entre ellas una cavidad virtual ocupada por una finísima capa de líquido que segregan (líquido sinovial). La función del líquido sinovial es lubricar esta cavidad y facilitar así el recorrido del tendón que contiene.

A medida que los tendones flexores se acercan a su inserción quedan unidos a sus vainas sinoviales por unas vainas de mesotendón. Estas son de dos clases, cortas y largas, y aportan al tendón pequeños vasos a la vez que lo unen a las articulaciones IF y a las falanges proximal y media.

2.3.2 Vainas de los tendones Extensores de los dedos. A nivel del carpo, por debajo del ligamento anular posterior, existen seis túneles osteofibrosos para el paso de los tendones extensores, y cada uno de los cuales posee su propia vaina sinovial.

En los tendones de los lados radial (extensor corto y largo del pulgar, abductor largo del pulgar y radiales) y cubital (cubital posterior) estas vainas acaban proximales a las bases de los metacarpianos. En los tendones de la parte media (extensor común de los dedos, extensor propio del 2° y del 5° dedos), esas vainas acaban a la altura del tercio proximal de los metacarpianos.

2.4 MÚSCULOS

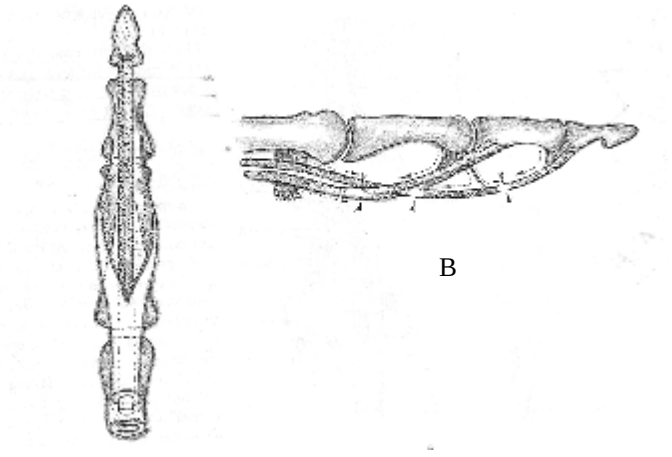
2.4.1 Músculos flexores. La musculatura flexora extrínseca de la muñeca y los dedos tiene origen en la cara anterior del antebrazo. Podemos dividirla en dos grupos. Por un lado, están los músculos flexores de la muñeca, que son el palmar mayor, el cubital anterior y el palmar menor (cuando está presente). Estos tienen

un origen común en la epitróclea y se insertan en las bases del II (palmar mayor), IV y V (cubital anterior) metacarpianos y en la aponeurosis palmar (palmar menor).

Por otro lado, tenemos los músculos: flexor común profundo, flexor común superficial de los dedos y flexor largo del pulgar, que realizan la flexión de los dedos e indirectamente de la muñeca. El flexor común profundo parte del tercio proximal de la diáfisis cubital y la porción contigua de la membrana interósea. Tras su paso por el canal carpiano se divide en cuatro tendones que van a insertarse en la cara palmar de las falanges distales de los dedos 2º, 3º, 4º y 5º. Con el flexor común superficial ocurre lo mismo, y aunque su origen es más amplio (epitróclea, apófisis coronoides del cubito y diáfisis radial), se inserta mediante dos lengüetas tendinosas en las caras laterales de la falange media de cada dedo.

Así ambos tendones deben cruzarse en el espacio (pues el superficial se inserta antes que el profundo) y de forma simétrica para evitar el componente de lateralidad que podría alterar la flexión.

Figura 10. A) Aparato flexor de los dedos. B) Vinculas vasculares, con las tres zonas de vascularización más precaria.



B

A

El flexor largo del pulgar se origina en la parte proximal de la cara anterior de la diáfisis radial y la porción adyacente de la membrana interósea. Tras pasar por el canal carpiano se inserta en la cara palmar de la base de la falange distal del pulgar.

La musculatura flexora intrínseca de la mano está formada por el oponente y el flexor corto del pulgar (eminencia tenar), el oponente y el flexor corto del 5º dedo (eminencia hipotecar) y los lumbricales e interóseos (músculos palmares centrales). El oponente del pulgar está en un plano profundo, tiene su origen en el carpo (trapecio y ligamento anular anterior) y se inserta a lo largo del borde anteroexterno del I metacarpiano. Su contracción flexiona este metacarpiano a la vez que rota medialmente; esta combinación se llama oposición.

El flexor corto del pulgar se origina en el ligamento anular anterior, el trapecio y el hueso grande del carpo, y se inserta en un sesamoideo a la altura de la base de la falange, y continuando con esta acción, asiste la oposición.

El oponente del 5º dedo nace en la apófisis unciforme del hueso ganchoso y se inserta en el borde cubital del V metacarpiano. Su acción es flexionar y rotar el 5º dedo lateralmente para asistir a la oposición de este dedo con el pulgar. El flexor corto del 5º dedo comparte su origen con el oponente, pero se inserta en la base de la falange proximal, a la que flexiona sobre la articulación MCF.

Los lumbricales son cuatro pequeños músculos que se originan en cada uno de los tendones del flexor común profundo de los dedos: desde aquí se dirigen por el lado radial hacia la cara dorsal, donde se insertan en los tendones del extensor común de los dedos. Su acción flexora es débil y actúa sobre las articulaciones MCF, a la vez que extiende las IF. Esta acción de los lumbricales se ve reforzada cuando actúan junto con los interóseos. Este curioso músculo que se inserta en

dos tendones, tiene por misión ajustar los movimientos de flexoextensión de los dedos, haciéndolos armónicos y suaves.

El deslizamiento del tendón flexor superficial al cerrar los dedos, con el carpo en posición neutra, es de 24 mm y la del flexor profundo de 32 mm. La excursión del flexor largo es de 27mm. Si se moviliza el carpo, la excursión prácticamente se duplica: 49 mm para el flexor superficial, 50mm para el flexor profundo y 35 mm para el flexor largo del pulgar. Este dato, asociado a la propia contracción muscular, explica la gran separación que se produce al seccionarse un tendón flexor, sobre todo cuando la sección sucede con el dedo flexionado.

Las propiedades mecánicas de los tendones no se alteran con la edad en ausencia de enfermedades sistémicas o locales.

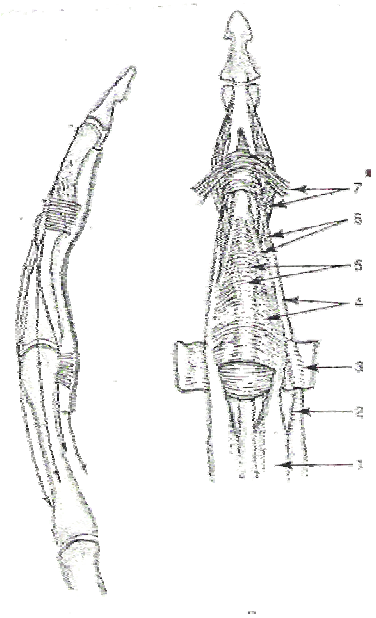
2.4.2 Músculos Extensores. La musculatura extensora de los dedos es básicamente extrínseca, si bien los lumbricales, en asociación con los interóseos, extienden las articulaciones IF a la vez que flexionan las MCF. Estos músculos se originan en la casa dorsal del antebrazo. Se dividen también en dos grupos, los extensores de la muñeca (primero y segundo radiales, cubital posterior) y los extensores de los dedos (extensor común de los dedos, extensor propio del 2º dedo, extensor propio del 5º dedo, extensor corto del pulgar y extensor largo del pulgar).

Los extensores de la muñeca tiene su origen común en el epicóndilo y se insertan en las bases del II (primer radial), III (segundo radial) y V (cubital posterior) metacarpianos, todos ellos inervados por el nervio radial.

El extensor común de los dedos se origina en el epicóndilo y se divide en cuatro tendones tras su paso bajo el ligamento anular posterior, para insertarse en las falanges medias y distales del 2º, 3º, 4º y 5º dedos. El extensor propio del 2º dedo

se origina en la cara dorsal del tercio distal de la diáfisis cubital y se inserta sobre el tendón del extensor común que va al 2º dedo. El extensor propio del 5º dedo parte del epicóndilo y se inserta en el tendón del extensor común que va al 5º dedo.

Figura 11. A) Mecánica del aparato extensor. B) Aparato extensor de los dedos. 1, músculo interóseo; 2, músculo lumbrical; 3, ligamento intermetacarpiano; 4, fibras transversales y oblicuas de la fronda extensora; 5, cintillas central y lateral del tendón extensor; 6, cintillas central y lateral del tendón interóseo; 7, ligamentos retinaculares oblicuo y transverso.



El pulgar tiene dos extensores propios, uno largo (que se origina en la diáfisis cubital y membrana interósea continua, y se inserta en la base de la falange distal) y otro corto (que se origina ligeramente más proximal que el anterior y se inserta en la base de la falange proximal).

2.4.3 Músculos inclinadores Radiales y Cubitales. La inclinación radial de la muñeca corre a cargo de los músculos palmar mayor, extensor corto del pulgar, primer radial (descritos anteriormente) y abductor largo del pulgar, que se origina

en la cara posterior media de la diáfisis radial y se inserta en la cara externa de la base del I metacarpiano. Este músculo realiza la abducción del pulgar y actúa indirectamente como inclinador radial de la muñeca. La inclinación cubital la realiza la acción combinada de los músculos cubitales anteriores y cubitales posteriores, inervados por los nervios cubital y radial, respectivamente.

2.4.4 Músculos abductores y aductores. La musculatura intrínseca de la mano es la encargada de realizar los movimientos de aproximación y separación de los dedos. El pulgar cuenta con músculos propios que lo aproximan y separan de la mano. Éstos son el abductor largo del pulgar (descrito antes), el abductor corto del pulgar (en la eminencia tenar, que se origina en el ligamento anular anterior y se inserta en el lado radial de la base de la falange proximal del primer dedo), inervados por los nervios radial y el mediano, respectivamente, y que separan el pulgar, y el aductor corto del pulgar, que se inserta en el borde cubital de la falange proximal y lo acerca a la mano, siendo más eficaz durante la oposición del pulgar.

El 5º dedo cuenta también con un músculo abductor propio, el abductor del 5º dedo, que se origina en el hueso pisiforme y el tendón del músculo cubital anterior y se inserta en el borde cubital de la falange proximal.

Los músculos interóseos realizan los movimientos de aproximación y separación de los dedos y se dividen en dorsales y palmares. Los dorsales nacen en los metacarpianos y se insertan en las bases de las falanges proximales. Su acción consiste en la separación de los dedos (abducción). Los interóseos palmares son más pequeños y se hallan en las superficies anteriores de los metacarpianos. Estos aproximan los dedos (aducción).

2.5 AMPLITUD DE MOVIMIENTO

El eje de flexoextensión de la articulación CMC del pulgar se localiza dentro del trapecio y durante este movimiento la base y la cabeza del metacarpiano se desplazan en la misma dirección. El eje de abducción –aducción se localiza en la base del I metacarpiano, pero la base y la cabeza del metacarpiano se desplazan en direcciones opuestas. Son ejes fijos, no son perpendiculares entre sí o con respecto al hueso y no tienen intersecciones.

Las extensiones pasivas pueden aproximarse a los 90º a nivel de la articulación MCF, siendo nula en las articulaciones IFP y solo de 5º en las IFD.

La flexoextensión del pulgar es variable. A nivel de la articulación CMC el 85% de los varones adultos jóvenes tiene 56º de flexión y un 15% no sobrepasa los 27º, no existiendo normalmente la extensión. La articulación IF presenta una flexión de 73º y una extensión de 5º, pero otros estudios, que toman una muestra entre los 16 y los 86 años, señalan que puede ser de 65+ o – 12,1º.

La movilidad activa de los cuatro últimos dedos en los adultos jóvenes, según Greene se muestra en la tabla a continuación.

	Índice	Medio	Anular	Meñique
MCF Extensión Flexión	 22º 86º	 18º 91º	 23º 99º	 19º 105º
IFP Extensión Flexión	 7º 102º	 7º 105º	 6º 108º	 9º 106º
IFD Extensión Flexión	 8º 72º	 8º 71º	 8º 63º	 8º 65º

La abducción-aducción de los dedos se realiza referida al dedo medio y es de 30º, pero también se puede medir en centímetros entre los extremos de los dedos. Separación del pulgar en el plano frontal (abducción radial) es de 80º y la abducción palmar o antepulsión es de 70º. Este movimiento es mucho más difícil de realizar con la articulación MCF en extensión. El máximo rango de oposición del pulgar es de 90 a 120º.

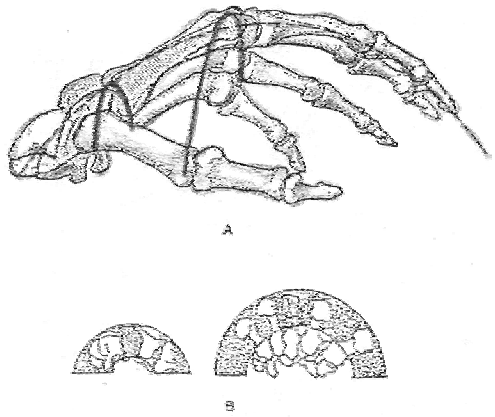
2.6 LA MANO COMO UNIDAD

La funcionalidad de la mano se basa en su capacidad de prensión matizada por su cualidad de transmitir y recibir información. La mano con estabilidad y movimiento no es suficientemente útil sin la información táctil o sin su tropismo, proporcionado por la integridad, imprescindible en cualquier elemento corporal, se hace tan manifiesto en la mano que su pérdida aunque parcial, acarrea un déficit mucho más marcado que en cualquier otro sitio. Recordemos que toda extremidad superior está en función de la mano. Sin segmento prensil completo la extremidad pierde prácticamente todo su valor.

2.7 ARQUITECTURA DE LA MANO

La mano debe adaptar su forma al objeto que pretende tomar, desde una superficie plana a una cilíndrica o esférica. Para ello su arquitectura dispone de arcos de tres tipos: transversales, longitudinales y oblicuos. Desde el punto de vista transversal existe un arco a nivel carpiano que corresponde a la concavidad formada por los huesos del carpo y otro arco metacarpiano formado por las cabezas de los metacarpianos. El centro del desfiladero carpiano se prolonga por el semilunar, hueso grande y III metacarpiano.

Figura 12. Arcos de la mano (Flatt). A) Visión global. B) Arcos transversales, proximal y distal.



El II y III metacarpianos tienen una sólida fijación por su base al carpo y apenas tienen movilidad (pilar fijo). El IV y sobre todo el V tienen una gran movilidad, por lo que pueden abarquillar la palma de la mano en sentido transversal.

En sentido longitudinal podemos hablar de un radio por cada dedo, formado por el carpo, el metacarpiano y las falanges. En la clínica estas unidades se denominan radios. El centro del arco se encuentra en la articulación MCF.

En sentido oblicuo podemos observar los arcos de oposición del pulgar entre éste y cada uno de los dedos.

En resumen, la palma de la mano puede adoptar una concavidad franqueada por los dedos 1º, 2º y 3º. Cuando un objeto cilíndrico se coloca en ella adquiere la dirección entre la eminencia tenar y la cabeza del II metacarpiano, siguiendo el pliegue de oposición del pulgar.

2.8 PRENSIÓN

La forma de coger, sujetar o agarrar se divide en dos grandes tipos: Una sujeción de fuerza o garra que se realiza con toda la mano y una sujeción de precisión o pinza que se realiza con algunos dedos. Ambas se efectúan de forma continua y sucesiva en una misma mano o simultánea entre las dos manos.

Tanta es la capacidad de movimiento que no sólo se realiza con objetivo de utilidad funcional; también se ha convertido en un factor imprescindible de expresión corporal.

La garra se caracteriza por ser una presa de fuerza en la que la sensibilidad tiene una utilidad menor. En cualquier garra hay siempre cuatro momentos sucesivos:

1. **Apertura de la mano:** Se utilizan los músculos extensores del carpo para colocar la mano en posición adecuada, ajustada por una prono supinación conveniente. Los músculos lumbricales extienden la articulación MCF y los extensores ajustan su tono.

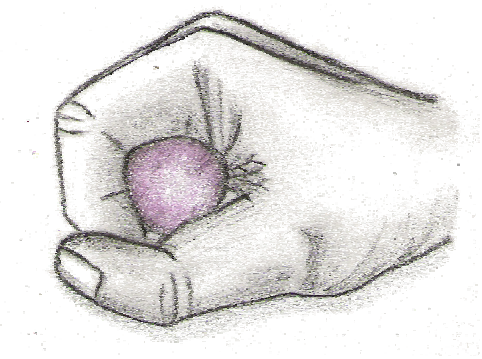
2. **Posición de los dedos:** El pulgar y el 5˚dedo se separan, como los demás dedos, en función del tamaño y la forma del objeto que hay que sujetar.

3. **Cierre de los dedos:** Se activan los músculos flexores, aductores y oponente. En este momento la sensibilidad y la visión son imprescindibles para ajustar la presión a las características de resistencia y peso del objeto. En esta fase y la anterior se requiere una cinética digital completa.

4. **Mantenimiento de la presa:** Una vez cerrada la mano, es necesaria una actividad muscular estática para no soltar la presa.

Hay tres presas de fuerza principales (cilíndrica, esférica y de gancho) y dos accesorias (digitopalmar e interdigital lateral).

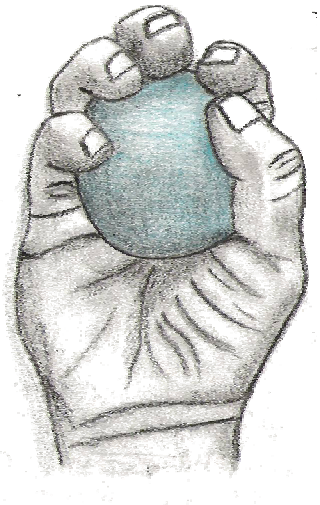
Figura 13. Agarre cilíndrico.



En la presa cilíndrica los dedos están flexionados, incluido el pulgar, que se dirige al 2˚ y 3˚ dedos. Está activado el músculo flexor profundo de los dedos y se añaden el flexor superficial de los dedos y los interóseos cuando se necesita fuerza para mantener la garra.

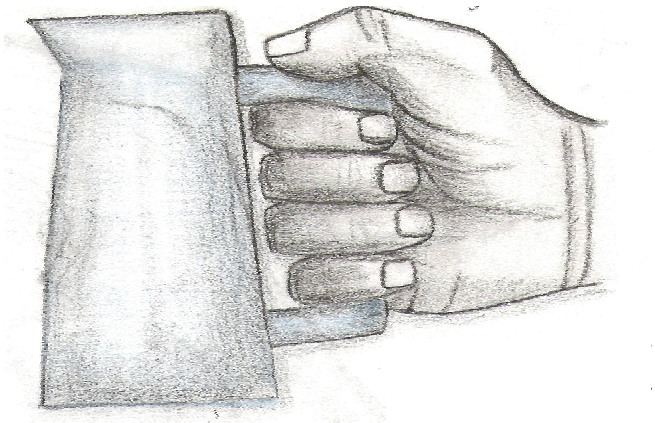
Los músculos interóseos permiten acomodarse al objeto mediante la flexión de la articulación MCF y la abducción y rotación de la falange. El flexor largo del pulgar y los músculos tenares están activos manteniendo la presa. Asimismo, los músculos hipotecares no sólo cierran el 5˚ dedo, sino que también pueden bloquear el objeto para impedir el deslizamiento hacia abajo, actuando el abductor del meñique. Hay presas cilíndricas en las que se usa el pulgar para empujar el instrumento (destornillador).

Figura 14. Agarre esférico.



La presa esférica es parecida a la cilíndrica, pero separando los dedos. Las articulaciones MCF están más abducidas y con mayor actividad de los músculos interóseos.

Figura 15. Agarre digitopalmar.



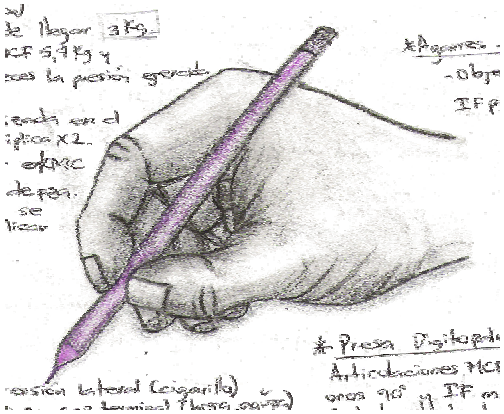
La garra en gancho consiste fundamentalmente en una flexión de las articulaciones IF proximales a 90˚ con las MCF casi extendidas y quedando excluido el pulgar. Actúan los músculos flexores profundo y superficial de los dedos. Es un tipo de presa que se puede mantener durante largos períodos de tiempo. Permite principalmente sujetar asas o anillas.

La presa digitopalmar sería una variedad de la anterior, pero con las articulaciones MCF flexionadas unos 90˚ y las IF más extendidas. No sólo agarra el objeto, sino que también lo controla mediante el cierre de la articulación MCF, impidiendo que se escape.

La garra de prensión lateral es mucho menos potente porque no están activados los músculos flexores. Mantiene unidos dos dedos entre sí para sujetar algún objeto, por ejemplo un cigarrillo. Las articulaciones MCF e IF están extendidas. Existe una actividad de los aductores o abductores de las MCF adyacentes mientras los músculos extensores mantienen la postura.

Las garras utilizan la musculatura extrínseca en proporción al esfuerzo que se desee realizar. Los interóseos son flexores, abductores-aductores de la articulación MCF y rotadores de las falanges para terminar de ajustar el movimiento. Los lumbricales no actúan y la musculatura tenar actúa en todas las garras menos en la de gancho.

Figura 16. Agarre de precisión.



Las pinzas de precisión permiten un control fino de los objetos, generalmente pequeños y utilizan con preferencia los dedos radiales. Aquí los músculos interóseos funcionan recíprocamente para la abducción-aducción según el dedo que esté actuando, los lumbricales están activos y los músculos extrínsecos se utilizan para transmitir fuerza a los objetos asidos.

La pinza por oposición terminal es aquella en la que entran en contacto las puntas de los dedos y, aunque la más usada es la del 1˚ y 2˚ dedos, la del 1˚ con los demás dedos también es frecuente. Como se trata de la pinza más precisa, se utiliza para manipular objetos pequeños empleando muchas veces las uñas para ello (coger un alfiler). Requiere de una flexión de la articulación MCF y la IFP cercana a los 90˚ y de la IFD a 45˚. Están activados los músculos flexor profundo de los dedos y flexor largo del pulgar, así como los interóseos. Se utiliza en el 10% de los casos.

En la pinza por oposición subterminal son los pulpejos los que están en contacto, resultando más funcional con la articulación IFP en una flexión de 10˚. Existe una oposición del pulpejo del pulgar al de los otros dedos, se puede utilizar de forma bidigital o tridigital (coger un lápiz) y es la pinza de precisión más utilizada (80%).
El 2˚ dedo flexiona la articulación MCF, se abduce y supina para mejora el contacto con el pulgar. Los músculos interóseos palmar y dorsal se mueven

recíprocamente para manipular los objetos (trenzar hilos). Cuando se requiere hacer fuerza se contraen de manera simultánea.

La pinza subterminal coloca el pulpejo del pulgar en contacto con la cara lateral de los demás dedos. Se llama la pinza de la llave, ya que entre los dos dedos se coloca la llave para introducirla en la cerradura. Se activan los músculos aductor y extensor del pulgar para oponerse al lado radial del índice. Es más fuerte que la subterminal, pero menos precisa. Se utiliza en el 2% de los casos.

Una pinza especial es la tridigital, que se utiliza para coger instrumentos más o menos cilíndricos, como se puede ser un lápiz. En las garras de fuerza que se puede llegar a realizar en la mano es de unos 50-53 Kg en el hombre y de 25-30 Kg en la mujer. La fuerza realizada con la mano no dominante es un 20% menos que con la dominante. En los individuos zurdos la diferencia entre las dos manos es menor o insignificante debido a que casi todos los instrumentos se diseñan para la mano derecha y están entrenados para utilizar las dos.

En una pinza de precisión las fuerzas que se ejercen en la articulación IF del pulgar pueden llegar a ser de 3 Kg, pero se transmiten a la MCF 5,4 Kg y a la CMC 12 Kg, llegando a ser 24 veces la presión ejercida por el pulpejo. Si se trata de una garra de fuerza, estas presiones se pueden multiplicar por diez. Esta transmisión y esta multiplicación de fuerzas pueden justificar el deterioro de la articulación CMC del pulgar en la rizartrosis o la artrosis interfalángica de los dedos. El aductor del pulgar refuerza la pinza en algunas presas, produciéndose un cizallamiento a nivel de la articulación; este es el principal mecanismo de deterioro de la articulación.

Realizar una pinza de precisión sostenida significa que la mano realiza la fuerza de cuatro a cinco veces mayor que si realizara una presa con toda la mano. En la

pinza tridigital se puede realizar una fuerza de 8 Kg por el hombre y unos 5 Kg por la mujer.

Desde un punto de vista global, al asir un objeto el 77% de la flexión de los dedos se realiza a nivel de las articulaciones MCF y el 23% a nivel de las IF, pero de ellos el 85% es a nivel de la IFP y sólo el 15% es a expensas de la IFD. Por lo tanto, las dos articulaciones importantes en cualquier dedos son la MCF y la IFP.

En el pulgar la articulación CMC y la IF dan movilidad y la MCF da estabilidad.

2.9 OPOSICIÓN DEL PULGAR

El desarrollo del cerebro junto con la capacidad de oposición fina (pinza de precisión) empieza a considerarse como las características evolutivas que marcan la gran diferencia entre los prehomínidos y los homínidos y, en consecuencia, el uso de herramientas.

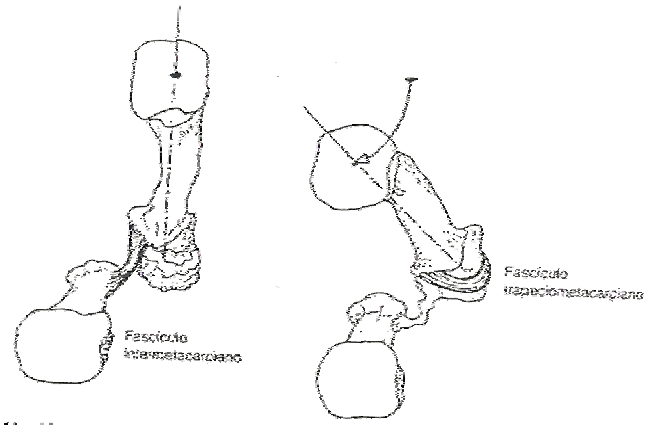
Los grandes monos tienen los pulgares relativamente cortos con metacarpiano corto, diámetro de la base pequeño y cabeza también pequeña. Estos dos detalles pueden influir fundamentalmente en la capacidad de una oposición precisa. Por otra parte, los metacarpianos de los monos no tienen incurvación, la extremidad de la última falange es estrecha y sin depresión volar para la inserción del flexor largo del pulgar, y tienen menos músculos.

La capacidad de oposición del pulgar comienza ya en el hueso escafoides debido a su inclinación de 45° palmares y por la especial anatomía y orientación de su articulación CMC. En el plano sagital el trapecio tiene una inclinación de 20° hacia fuera y 35° palmares en el plano transversal. Esto hace que la posición de comienzo sea la que coloca al pulgar con su uña perpendicular a la palma de la

mano, es decir, a 30° de abducción y 20° de extensión. Es la llamada también posición de reposo.

Existen diferencias anatómicas en el trapecio según el sexo. En la mujer el trapecio es más pequeño que el metacarpiano, con una articulación globalmente menos congruente que el hombre. Los ligamentos de la articulación trapeciometacarpiana son los siguientes: anterior oblicuo, colateral cubital, intermetacarpiano, posterior oblicuo y dorsorradial. El ligamento anterior oblicuo es el primer estabilizador de la articulación CMC y se tensa en la abducción, extensión y pronación. Los ligamentos intermetacarpiano, colateral cubital y posterior oblicuo son estabilizadores secundarios. Según ***Zancolli*** y ***Cozzi***, sólo hay tres ligamentos trapeciometacarpianos principales: el radiodorsal, el radiovolar y el complejo cubitovolar. El ligamento radiodorsal se extiende desde el tubérculo dorsorradial del trapecio hasta la base del I metacarpiano en su zona dorsal. En la aducción se tensa y en la abducción se relaja. Es el primer ligamento que se elonga en la rizartrosis del pulgar.

Figura 17. Ligamentos trapeciometacarpianos (***Zancolli)*** vistos desde el lado distal (mano izquierda). Al realizar la oposición, el fascículo intermetacarpiano se relaja y el trapeciometacarpiano se tensa.



El ligamento radiovolar corresponde al ligamento oblicuo anterior de Haines (ligamento cubital de ***Kaplan*** o trepeciometacarpiano interno de ***Arnold***). Se localiza en la porción radiopalmar de la articulación como una ancha banda desde la cara radial del trapecio hasta el tubérculo volar de la base del I metacarpiano. En flexión se relaja y se tensa en extensión y reproposición.

El complejo cubitovolar incluye dos ligamentos, el trapeciometacarpiano cubitovolar y el ligamento intermetacarpiano. El fascículo cubitovolar es una larga banda que va desde el tubérculo dorsocubital del trapecio hasta el tubérculo volar del metacarpiano. Tiene dirección distal y volar. Se tensa en oposición y es el ligamento más resistente. El ligamento intermetacarpiano une el I y II metacarpianos por su cara volar. Forma una V con el trapeciometacarpiano. Limita el movimiento de abducción y se relaja parcialmente en oposición completa. El complejo cubitovolar estabiliza el pulgar en la pinza de oposición.

En los individuos sanos los ligamentos permiten desplazamiento de 3,32 mm hacia el lado radial (máximo 7 mm) y de 0,32 mm hacia el lado dorsal (máximo 3 mm). Por encima de estos valores se acepta que el desplazamiento es patológico. Un desequilibrio muscular provocará subluxaciones, por ejemplo la inserción inusual del abductor largo del pulgar, que es distal y palmar a la articulación CMC.

Los movimientos de oposición y reproposición del pulgar son movimientos de rotación sobre su eje longitudinal y se producen durante la circundación (combinación entre flexión y aducción). La reproposición coloca al I metacarpiano paralelo al II, con la uña a 45° del plano de la palma. La oposición enfrenta el pulpejo del pulgar al de los demás dedos.

Para que esta oposición entre pulpejos se pueda producir, es necesario que el I metacarpiano rote sobre el trapecio. En sentido estricto la doble articulación en silla de montar no podría permitirlo, ya que sólo dispondría de dos grados de

movimiento (flexión-extensión y aducción-abducción). Como se ha visto antes, en la superficie dorsorradial del trapecio existe una superficie esferoidal que permite esta función al deslizarse sobre ella la pendiente esferoidal radial de la base del metacarpiano. Esas superficies planas permiten el giro del metacarpiano móvil sobre el trapecio fijo. Por lo tanto, es preciso que el metacarpiano se desplace hacia dorsorradial y, por lo tanto se subluxe para hacer la oposición.

Existen varias teorías que intentan explicar la rotación del metacarpiano. Por un lado, un grupo de autores que comprende desde ***Bois-Reymond*** en 1905 a ***Kapandji*** en 1981 piensan que se debe a la laxitud ligamentosa, que permite una relativa incongruencia articular (teoría de la laxitud mecánica). Algunos autores piensan que es consecuencia propiamente de la geometría de la articulación en silla de montar (teoría de la geometría intrínseca). En 1944 Haines hablaba de una rotación automática por efecto ligamentoso. Nos parece que la más acertada es la teoría expuesta por ***Zancolli,*** que no sólo reúne lo más adecuado de cada una de ellas, sino que también añade datos de exploración clínica y quirúrgica.

La rotación del primer metacarpiano durante la oposición (pronación o retroposición (supinación) depende de tres factores: actividad muscular, la tensión de los ligamentos y la congruencia de la zona esférica de la articulación CMC. Por tracción de los músculos aductor largo del pulgar y extensor corto del pulgar el metacarpiano se subluxa hacia dorsal y radial, los ligamentos del complejo volar lo retienen y es cuando los músculos actúan primero estabilizando la articulación y después girando el metacarpiano.

Además, el pulgar, una vez instalado delante del dedo al que se opone, tiene tres posibilidades de pronación. En la oposición del tipo I el pulgar adquiere una rotación axial de 45°. En este momento se puede realizar la pinza terminolateral con el segundo y tercer dedos. En la oposición del tipo II el pulgar ha pronado hasta los 90° y se puede enfrentar al pulpejo del IV y V metacarpianos. La

máxima oposición, la de tipo III, además de la pronación de 90° añade una inclinación radial de la articulación MCF. Este complemento de la MCF puede a veces ser importante en casos de rigidez de la CMC del pulgar.

A nivel de las articulaciones IFP e IFD del segundo y tercer dedos existe supinación automática debido a la asimetría de los cóndilos de las falanges, con lo que se mejora el contacto del pulpejo. Asimismo, en la articulación IF del pulgar se produce una pronación automática por la misma característica anatómica.

En la pinza terminolateral, la zona volar de la articulación CMC es la primera que entra en contacto y la zona dorsal se separa. La lesión de los ligamentos palmares traslada a la parte dorsal de la articulación el contacto máximo.

La integridad de la primera comisura es fundamental para la oposición y las garras. Esta capacidad de apertura depende de la articulación CMC (lesión del cartílago, osteofitos, contractura de los ligamentos), del primer músculo interóseo dorsal, el aductor del pulgar y la fascia que los envuelve (contractura isquémica).

En la rizartrosis los cambios degenerativos se localizan en el lado radial, volar y cubital del trapecio y en el lado cubital del metacarpiano. Con el pulgar en oposición el contacto es máximo en estos puntos. También el dedo en resorte provoca fuerzas de cizallamiento en la articulación CMC y favorece la rizartrosis, ya que, al no poder realizar la flexión del dedo, éste se subluxa hacia atrás.

2.10 ASPECTOS ERGONÓMICOS

Coger un objeto representa aproximar el brazo al objeto, orientar la mano y finalmente agarrarlo. Este movimiento en apariencia sencillo requiere una información y una coordinación visual y motora en lo que se ha dado en llamar “hipótesis de los canales visuomotores” por ***Desmurget.*** El transporte del brazo y

la orientación de la mano están planeados y controlados de forma totalmente dependiente. La visión y la propioceptividad se integran para realizar un movimiento concreto. La experiencia previa puede modificar algún parámetro. Por ejemplo, si se ha levantado una botella llena y posteriormente, sin saberlo el individuo, esa botella se ha vaciado, se levantará con insospechada violencia debido a que se aplica una fuerza inadecuada a ese caso específico. No han actuado sólo unos visuomotores (CVM), sino que han influido aprendizajes previos e intentos de automatismos que han superado los CVM. Esta podría ser la base de la fatiga en los movimientos repetitivos, el no atender a la información visual y propioceptiva. La visión de la extremidad en movimiento suple parcialmente la propioceptividad.

Las herramientas no deben tener los mangos demasiado largos para no entorpecer los movimientos normales de los dedos. Su diámetro debe ser entre 25 y 40 mm para los trabajos de fuerza y no inferior a los 6 mm para los de precisión.

Debido a que al coger cualquier objeto éste se alinea con el antebrazo, las herramientas deben contemplar este hecho y tener el punto de sujeción inclinado 10-20° con su eje. La presa de la mano es superior con la mano en desviación cubital.

La potencia de una garra está en función de la posición del carpo. Partiendo de la posición neutra, la pronación disminuye en un 12%, la flexión o la extensión en un 25% y la desviación radial o cubital en un 15%. De todas formas, durante el uso de un teclado las manos se colocan automáticamente en una inclinación cubital de 13-15° y se recomienda que tengan una pendiente de 12°.

La utilización de guantes de abrigo y sobre todo los guantes de seguridad interfiere en la habilidad de la mano y la potencia de las presas. El espesor de un

guante varía entre 5 mm los de cuero y 25 mm los de seguridad. Esta prenda reduce la efectividad de la garra entre el 10 y el 20%, y la habilidad entre el 12 y el 64%. Los guantes de neopreno disminuyen el rendimiento un 12,5%, los de algodón un 36%, los de cuero un 45% y los de PVC un 64%. Sin embargo, hay que ser conscientes de que disminuyen la producción, pero aumentan la seguridad.

La utilización de guantes tiene efecto de fatiga fisiológica y una percepción subjetiva de la fatiga. La capacidad para realizar un esfuerzo aumenta con los guantes de protección, pero la magnitud es variable según el tipo de guantes. Los guantes quirúrgicos de látex tienen normalmente un espesor de 0,5 mm y sufren frecuentes roturas durante los movimientos normales, sobre todo en la cirugía del aparato locomotor. Un espesor de 0,83 mm no hace perder la habilidad ni el tacto y protege de las roturas en los movimientos rutinarios.

La fuerza ejercida sobre un objeto depende de su superficie. Una superficie resbaladiza requiere una presa de un 40% más potente. Asimismo, la proporción de fuerza en los cuatro últimos dedos en una presa estática es del 42% en el dedo índice, el 27,4% en el medio, el 17,6% en el anular y el 12,9% en el meñique. En una pinza de cuatro dedos el índice ejerce el 42,7% de la fuerza, el medio el 32,5% y el anular el 24,7%. Pero en una pinza de tres dedos el índice mantiene la misma fuerza y el medio ejerce el 56,9%. Es decir, parece que la proporción de fuerza que ejerce el dedo índice es siempre la misma y que el dedo medio es que se adapta, probablemente debido al mejor brazo de palanca que representa su longitud.

El cuerpo puede absorber energía vibratoria y la extremidad superior en concreto puede compensar los desplazamientos provocados aumentando la presa sobre el objeto. Una vibración vertical sobre el cuerpo entre 4 y 8 Hz (pasajeros de

vehículos de motor o aviones) impide controlar los movimientos de las manos, verter agua en un jarro y escribir de forma inteligible.

La tendinitis del carpo y la mano son la patología más frecuente en el mundo laboral y las que requieren un mayor número de compensaciones. Los trabajos repetitivos provocan 29 veces más tendinitis que los que no lo son a causa probablemente de la deformación viscoelástica de los tendones y los tejidos adyacentes.

3. FÉRULAS EXISTENTES PARA AR

3.1 ASISTENTE PARA LA EXTENSIÓN. DEROYAL MODELO 602

Asistente para la extensión de las articulaciones IFP e IFD. Usado para pacientes con dedo en botonera. Usar en una articulación flexible que no se pueda extender sin asistencia.

Figura 18. Férula Modelo 602 Deroyal Lmb.

* Fuente: www.deroyal.com

3.2 ASISTENTE PARA EXTENSIÓN DE DEDO, TIPO 504

Corrige la deformidad en botonera y trata la tensión en la IFP.

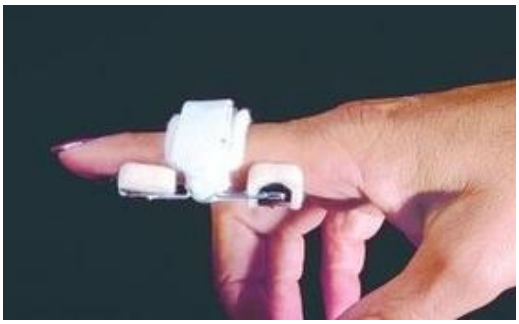
Figura 19. Férula modelo 504 Deroyal Lmb.

* Fuente: www.deroyal.com

3.3 MINI SUJETADOR DE SEGURIDAD MODIFICADO BUNNELL PARA DEDO

Reduce las contracturas en flexión de la articulación IFP.

Figura 20. Bunnell mini-modificado sujetador de dedo. Deroyal Lmb.



* Fuente: www.deroyal.com

3.4 INMOVILIZADOR DACTILAR

Inmoviliza confortablemente el dedo lesionado. Protege el pulpejo y el borde distal de la uña. Se ajusta para acomodarse al edema. Bandas incluidas.

Figura 21. Inmovilizador dactilar Deroyal Lmb.

* Fuente: www.deroyal.com

3.5 TABLILLA DE TENSIÓN AJUSTABLE

Reduce contracturas en flexión de la articulación IFP. Fácil colocación. El dedo no esta forzado contra la tablilla, lo que podría producir una lesión por hiperextensión de la IFP. Efectivo para contracturas hasta de 60°. Célula cerrada espuma-aluminio. Fácil de colocar.

Figura 22. Tablilla de tensión ajustable. Deroyal Lmb.

* Fuente: www.deroyal.com

3.6 TABLILLA TIPO-STAX

Protector de lesiones del pulpejo y el nacimiento de la uña, es también usado para dedo en martillo. Durable, plástico transparente o beige. Se coloca por medio de una correa o cinta (velcro).

Figura 23. Tablilla tipo-stax. Deroyal Lmb.

* Fuente: www.deroyal.com

3.7 FERULA PARA CUELLO DE CISNE Y BOTONERA

Se coloca en el dedo, flexionando la articulación media (IFP), hiperextendiendo la distal. Para botonera, aplicando extrema flexión de las IFP e IFD. Debe ajustarse a cada paciente.

Figura 24. Férula para cuello de cisne y botonera. Deroyal Lmb

* Fuente: www.deroyal.com

3.8 ESPIRAL DE ALAMBRE, ASISTENTE PARA EXTENSIÓN, TIPO 502

Asistente para la extensión. Espiral de alambre flexible. Usado para colocar el dedo en posición extendida. Tensión ajustable. También llamado ***Capener*** o tablilla ***Wynn Parry***. Fuerza: extensión completa 2.75 libras.

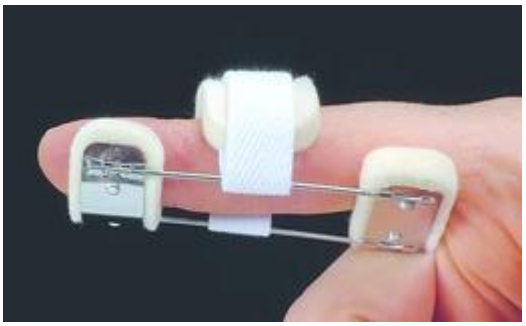
Figura 25. Férula tipo 502. Deroyal Lmb.

* Fuente: www.deroyal.com

3.9 SUJETADOR DE SEGURIDAD BUNNELL

Reduce contracturas en flexión.

Figura 26. Sujetador de seguridad Bunnell. Deroyal Lmb.

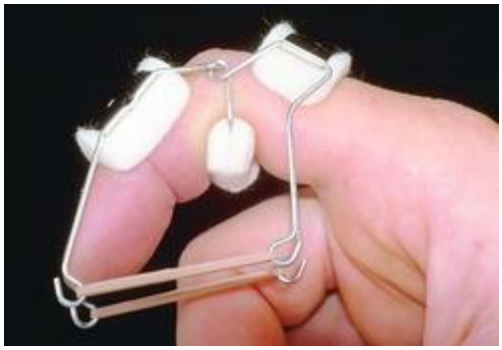


* Fuente: www.deroyal.com.

3.10 FLEXIONADOR DE DEDO Y NUDILLO BUNNELL

Para flexión de la articulación IFP.

Figura 27. Flexionador de dedo y nudillo Bunnell. Deroyal Lmb.



* Fuente: www.deroyal.com

3.11 ORTESIS PARA MANO REUMÁTICA

Las bandas correctoras de la posición de los dedos se adhieren unas a otras en su extremo distal, mediante velcro.

La zona palmar contiene un refuerzo interno que proporciona soporte suave y flexible.

Lavable a máquina.

Aplicaciones: Mejora el alineamiento y ayuda a las funciones de mano y muñeca. Soporte artrítico y post-quirúrgico.

Retiene el calor corporal reduciendo el dolor y la inflamación.

Figura 28. Ortesis para mano reumática.

* Fuente: www.ortoweb.com

3.12 ORTESIS POSTURAL DE MANO FUNCIONAL

Características técnicas: Construida en polietileno beige de alta densidad. Posición funcional de la mano, con el pulgar en oposición y muñeca en posición neutra.

Sujeta por 3 velcros sobre antebrazo, carpo y articulación Metacarpo-falángica.

Almohadillado de espuma de polietileno en las bandas de sujeción del carpo y metacarpo.

Indicaciones:

Lesiones neurológicas de origen central o periférico (Parálisis flácidas, parálisis espásticas). Prevención y tratamiento de las deformidades de origen reumático. Síndrome del Túnel Carpiano.

Figura 29. Ortesis postural de mano funcional.

* Fuente: www.ortoweb.com

3.13 TABLILLA UNIVERSAL DIGITAL

Con alma de aluminio. Se ajusta a cualquier dedo. Talla única. Aluminio flexible. Gris claro.

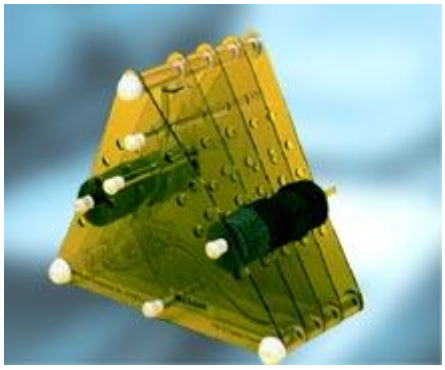
Figura 30. Tablilla universal digital.

* Fuente: www.deroyal.com

3.14 EJERCITADOR DE MANO

Diseñado para gente con artritis, parálisis cerebral, esclerosis múltiple, lesiones medulares o post operados de la mano. Incluye manual de ejercicios con ilustraciones. Los dedos pueden actuar juntos o por separado, o incluso se puede sumergir el aparato en agua tibia para reducir el dolor que algunos pacientes experimentan al ejercitar la mano.

Figura 31. Ejercitador de mano.



* Fuente: www.orto-christian.com

3.15 FÉRULAS DE INMOVILIZACIÓN

Tienen como función conseguir una limitación de la movilidad lo mas completa posible.

Indicaciones: como tratamiento del dolor, proceso reumático, artritis reumatoidea postoperatorio de intervenciones practicadas a este nivel.

Construcción: el material empleado generalmente para este tipo de férulas es un termoplástico.

Figura 32. Férulas de inmovilización.

* Fuente:http://personal.redestb.es/orto_tecnic/oms.htm

3.2 CONCLUSIONES DE LAS FÉRULAS EXISTENTES

- Los materiales más utilizados en la fabricación de estas férulas son los polímeros termoplásticos, ya que son muy fáciles de manejar, son económicos, durables, lavables y resistentes.

- El velcro es también ampliamente usado como elemento de sujeción en las correas de las férulas.

- La función de las férulas es generar fuerzas opuestas a las que se presentan por las deformidades, por ejemplo: si tienen un cuello de cisne (hiperextensión de la IFP y flexión de la IFD) se coloca el dedo en flexión de la IFP y se extiende la IFD.

- Otra función que cumplen estos elementos ortesicos es tratar de reposicionar los huesos de los dedos y alinear el eje del antebrazo con el del tercer dedo de la mano.

- Se debe colocar la muñeca en una posición neutra, alineando el eje del antebrazo con el de la mano y dejando el pulgar en abducción, ésta es la posición ideal para el moldeo de la férula.

- Las férulas estáticas son las más recomendadas para brindar reposo a las articulaciones doloridas durante la noche.

4. DISEÑO DE LA FERULA

4.1 PRINCIPIOS BÁSICOS PARA LA FABRICACIÓN DE FÉRULAS DINAMICAS

4.1.1 Propósito de la confección de férulas dinámicas. La movilidad de la férula da a las articulaciones del paciente con controles direccionales específicos un aporte de fuerza que sustituye el poder muscular ausente. Las férulas dinámicas deben ser diseñadas y construidas cuidadosamente para proveer tracción específica con buen control direccional.

Las férulas dinámicas son usadas frecuentemente para sustituir el poder muscular ausente, para asistir a los músculos débiles, prevenir contracturas, para mantener el balance, promover reposo o movilizar articulaciones específicas.

Son necesarias para:
1. Sustituir el esqueleto
a. Alinear los huesos.
b. Brindar soporte.

2. Dar balance muscular.
a. Para músculos paralizados.
b. Para músculos o tendones divididos.

3. Para ofrecer movimiento articular
a. Preservar el movimiento articular.
b. Aumentar el movimiento articular.

4. Brindar reposo

a. Durante la cicatrización de heridas en un postoperatorio o accidente.

b. Tratar algún tipo de infección.

c. Para aliviar el dolor (en caso de AR).

Ocho horas de leve tensión mantenida, son más exitosos que 20 minutos de vigoroso ejercicio pasivo, especialmente cuando existen contracturas. Las férulas dinámicas tienen un efecto fisiológico ya que cuando los músculos se contraen, bombean líquido detenido que elimina consigo toxinas; los tendones mantienen su deslizamiento y las articulaciones su movimiento. Todo eso hace prevenir la formación de adhesiones manteniendo así, una buena movilidad articular.

4.1.2 Principios médicos.

1. Los músculos activos deben tener una fuerza balanceada opuesta, con el fin de mantener movilidad articular y un libre deslizamiento de los tendones.

2. El movimiento previene atrofia muscular y articular y limita deformidades tales como anquilosis.

3. Las articulaciones nunca deben ser inmovilizadas innecesariamente.

4. Cuando las lesiones están ubicadas en la superficie flexora, la muñeca y los dedos deben ser colocados en flexión.

5. Cuando las lesiones están ubicadas en la superficie extensora, la muñeca y los dedos deben ser colocados en posición neutra o de reposo.

6. Siempre y cuando sea posible, la posición funcional debe ser mantenida previo a la aplicación de cualquier unidad dinámica.

7. La elevación de la mano debe ser considerada seriamente en presencia de edema con el fin de obtener una mano funcional. El edema debe ser reducido lo más pronto posible, de modo que se brinde una pronta movilidad a las partes involucradas y se mantenga el movimiento en las articulaciones que no se encuentran afectadas.

8. Debe asegurarse el fabricante que ningún elemento dentro de la férula disminuya el retorno venoso. La excesiva tensión de las correas circulares produce edema y peligro de contracturas isquémicas.

El paciente debe ser visto al menos una vez por semana por el fisioterapeuta, para medir el rango de movimiento de las articulaciones de las manos.

4.1.3 Tracción direccional. La tracción en los dedos debe hacerse en forma oblicua apuntando al hueso escafoides o a la base del tercer dedo.

Si la férula es diseñada incorrectamente con el dedo traccionado derecho y en flexión, aparecerá una seria desviación con rotación cubital cuando el paciente trate de extender los dedos. Más aún si se ha formado callo óseo el enfermo puede entonces necesitar intervención quirúrgica.

4.1.4 Tratamiento del Edema. Los dedos edematosos tienden a la hiperextensión mientras que el pulgar tiende a la posición de aducción. Cuando hay edema del dorso de la mano, la mano tiende a producir un aplanamiento de los arcos longitudinal y transversal, haciendo difícil el cerrarla. Es recomendable que las férulas sean removidas cada dos horas.

La flexión de las MCF puede estar limitada en caso de:

1. Adhesiones de los tendones extensores en el dorso de la mano o adhesiones de la cubierta del mecanismo extensor.
2. Engrosamiento de la cápsula dorsal de la MCF, aparente.
3. Presencia de contractura de los ligamentos laterales.
4. Cuando hay suficiente cubrimiento de piel o cicatriz de la piel sobre el dorso de la mano, como sucede con los quemados.
5. Bloqueo óseo dentro de la articulación.

4.1.5 Inmovilidad de la MCF por AR.

1. Para evitarla se debe movilizar las articulaciones con prontitud.
2. Se debe elevar la extremidad lesionada para prevenir el edema.
3. Se debe aplicar tracción con bandas elásticas y aros de cuero alrededor de las falanges proximales traccionándolas en flexión, montando los elásticos en una férula palmar.

4.1.6 Áreas predispuestas a la presión.

1. Dorso de las articulaciones MCF con férulas dorsales.
2. Superficie palmar de la articulación MCF del pulgar e índice con la barra de oposición en C.
3. Superficie palmar de las falanges distales de los dedos con férulas tipo palmeta, especialmente con contracturas flexoras o espasticidad.
4. Superficie dorsal de las falanges proximales de los dedos con la barra lumbrical.
5. Apófisis estiloides del cubito con correas y/o la sección del antebrazo, en cualquier férula de posición para la muñeca.
6. Metacarpo del pulgar inmediatamente distal a la cabeza del cubito, con la barra de oposición.
7. Centro de la palma con la superficie palmar de una férula de extensión de muñeca especialmente cuando existe una contractura flexora.
8. Superficie dorsal o palmar del antebrazo con el borde proximal de la férula.
9. Cualquier superficie palmar o dorsal de la mano en la cual un aro colocado en un dedo o una barra de tracción, ejerce una fuerza.

4.1.7 Reglas generales para el posicionamiento de la mano.

1. Si los flexores de los dedos presentan debilidad, la muñeca debe colocarse en 10° a 20° de extensión, con el fin de alongarlos.
2. Si los extensores de los dedos presentan debilidad, la muñeca debe colocarse en posición neutra o leve flexión, para asistirlos.
3. Para prevenir flexión de los dedos, ubique la muñeca en posición neutra o de leve flexión palmar.
4. Si los dedos deben flectarse, la posición de la muñeca debe ser en flexión dorsal.
5. La posición funcional, produce semiflexión de los dedos.
6. La principal ventaja de aplicación de férulas por dorsal, es que se aprovecha la sensibilidad de la palma.
7. La aplicación de férulas por dorsal, dificulta el soporte o mantención del arco palmar transverso.
8. Todas las palmetas o canaletas de antebrazo, deben ser aproximadamente 2/3 del largo total de este.
9. Flexión de muñeca debe producirse en el punto ½ de esta, correspondiente a la ubicación de la línea carpiana proximal.
10. Al aplicar tracción dinámica a una articulación, la base estática de la férula debe estar proximal a esta y el aro dinámico, distal.
11. Al intentar la corrección de una contractura presente, la férula debe ser levemente no ajustada para traccionar o presionar la articulación.
12. Incluso si solo un dedo ha sido afectado, es ventajoso aplicar la férula a los dedos adyacentes también. Estos deben mantenerse en tracción para permitir cierta excursión de las articulaciones.
13. Férulas con plataformas para dedos, son indicadas al existir una contractura flexora de muñeca o dedos como en el caso de los hemipléjicos. Colocando la muñeca 30° en flexión dorsal y flectando las articulaciones MCF, los dedos estarán más cómodos en extensión.

14. Al aplicar fuerza de tracción flexora a un dedo, esta fuerza debe ser oblicua hacia la base del pulgar.

4.1.8 Consideraciones de las especificaciones.

1. Determine donde será afectado el movimiento de la articulación.
2. Distinga las articulaciones, músculos y tendones adyacentes y relacionados, que afectan el movimiento de la articulación en cuestión.
3. Determine donde se necesita mayor soporte.
4. Mantenga la base de soporte estático en su mínimo. La extensión de esta es determinada por la estabilidad requerida y la comodidad del paciente.
5. Diseñe la base estática con suficiente superficie para un refuerzo adecuado, para la colocación de una barra de tracción dinámica.
6. Coloque las correas de la férula en la mano para prevenir deslizamiento y proporcionar mayor estabilidad.
7. Recuerde, la férula debe ser fácilmente lavable, y debe ser posible de colocar y retirar sin dificultad.
8. Use principios mecánicos de tracción y siga la ruta más sencilla.
9. Determinar si la muñeca necesita ser estabilizada para afectar los requisitos de la férula.
10. Decida si la aplicación dorsal o palmar es la más ventajosa para el diseño de la férula.

4.2 REQUERIMIENTOS DE DISEÑO

4.2.1 Requerimientos de uso.

- La férula debe proveer la máxima seguridad para evitar que ésta cause algún daño al usuario.

- Por medio de los materiales utilizados en la fabricación de la férula se debe lograr un fácil mantenimiento de la misma.

- Los elementos constitutivos de la férula deben ser reparables y/o reemplazables.

- La férula debe ser diseñada y fabricada teniendo en cuenta las dimensiones y deformidades particulares de cada paciente afectado por AR.

- Se debe garantizar una buena ventilación del antebrazo y la mano durante la utilización de la férula.

- El rango de movimiento en la articulación de la férula debe ser de 50° en flexión y 50° en extensión.

- El sistema debe ser claro en su lectura, existiendo una forma única de uso.

4.2.2 Requerimientos de Función.

- Esta férula debe cumplir 2 funciones: brindar soporte a las estructuras óseas del antebrazo y la mano; y, la corrección gradual mediante su uso de las deformidades en las articulaciones CMC, MCF e IF.

- El material a utilizar en la fabricación del producto debe ser resistente a los posibles choques, la tensión y compresión ya sea por la acción de fuerzas externas o por la interacción de sus elementos constitutivos.

- Los elementos de unión deben guardar relación tanto en la función que cumplen como en la coherencia formal del producto final.

4.2.3 Requerimientos Técnico-productivos.

- Se debe garantizar en la fabricación de ese tipo de productos la utilización de la maquinaria y las herramientas necesarias para que el resultado final sea el óptimo.

- Los ortesistas son las personas idóneas para la fabricación de las férulas, con el asesoramiento del médico ortopedista, el reumatólogo y el fisioterapeuta.

- La norma que rige la fabricación de artículos ortopédicos es el ISO 9000. En cuanto a la utilización específica de materiales no existe ninguna regla o norma, solo que el fabricante debe tener la aprobación del INVIMA.

4.2.4 Requerimientos Formales.

- Se debe lograr la unidad entre todos los elementos que constituyen la férula, para esto se trabajan las formas y las texturas, en este caso se deben usar esquinas redondeadas para evitar rasguños o raspaduras; texturas suaves al tacto para brindar confort al paciente.

- Por medio del contraste de colores lograr la diferenciación de los elementos y así facilitar su lectura.

4.3 ALTERNATIVAS

4.3.1 Alternativa #1. En esta alternativa se pensó en el soporte de la zona de la muñeca, el radio, el cubito y las articulaciones metacarpofalángicas que son las primeras en ser afectadas por la Artritis Reumatoidea. Se fabricaría en material termoplástico y una malla elástica para darle el ajuste de la pieza al miembro superior del paciente.

Ventajas

– La principal ventaja de esta alternativa radica en que le permite al paciente cierto grado de movimiento en la articulación CMC gracias al pivote de la férula.

– Le brinda soporte radio-cubital al antebrazo y a la cara dorsal de la articulación CMC.

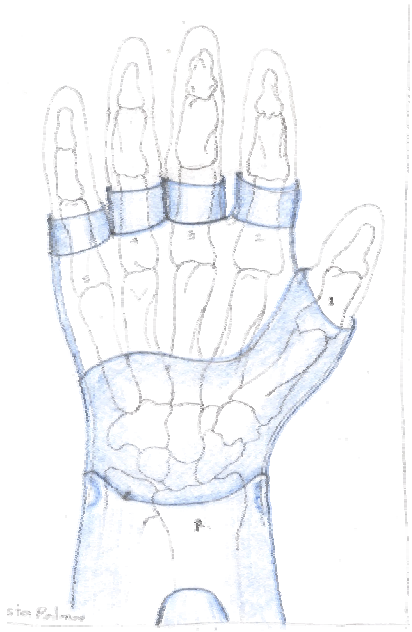
Desventajas

– El proceso de fabricación seria muy complejo, teniendo en cuenta que la malla elástica debería ir adherida al PP o PE entre una capa y otra.

– Se desperdicia mucho material y se eleva el costo de producción del producto.

Figura 33. Alternativa # 1. Boceto. Vista dorsal.

Figura 34. Alternativa #1. Vista palmar.



4.3.2 Alternativa # 2. En esta se pensó en reemplazar el material termoplástico por el neopreno, el producto seria como un guante con refuerzos en las zonas radio-cubital, muñeca y articulaciones MCF. Para estabilizar la muñeca se diseño una especie de brazalete que se colocaría para inmovilizarla y retirado para posibilitar el movimiento.

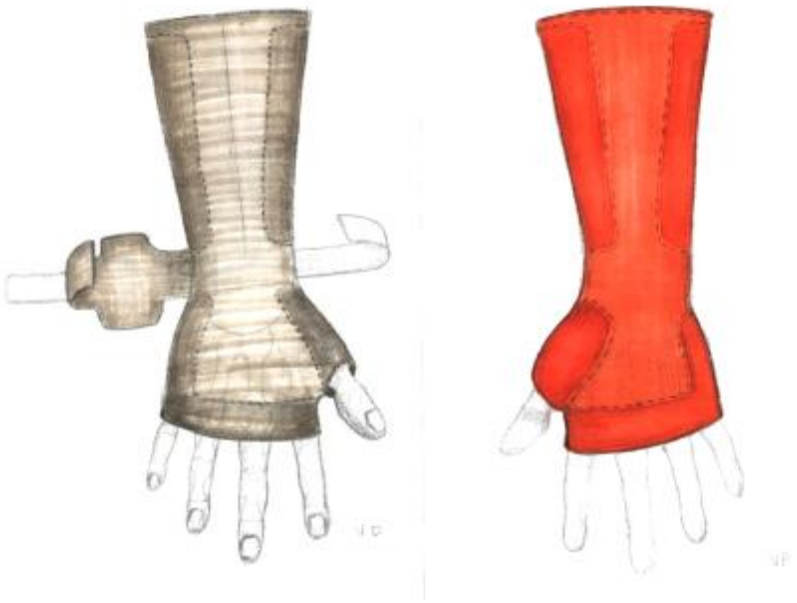
Ventajas

– La comodidad al reemplazar el material rígido por el neopreno que es mucho más suave.
– El ajuste perfecto de la férula a la piel.

Desventaja

– La forma de colocación de la férula no es la mejor para una persona que tiene las articulaciones doloridas e inflamadas y debe hacer bastante fuerza para colocarla en su lugar.

Figura 35. Boceto #2. Vista dorsal y palmar.



4.3.3 Alternativa # 3. En esta alternativa se tomo el principio de la #1 pero con un mecanismo de articulación diferente. Es un fuelle que se pliega y repliega para permitir la flexo-extensión de la muñeca.

Ventajas

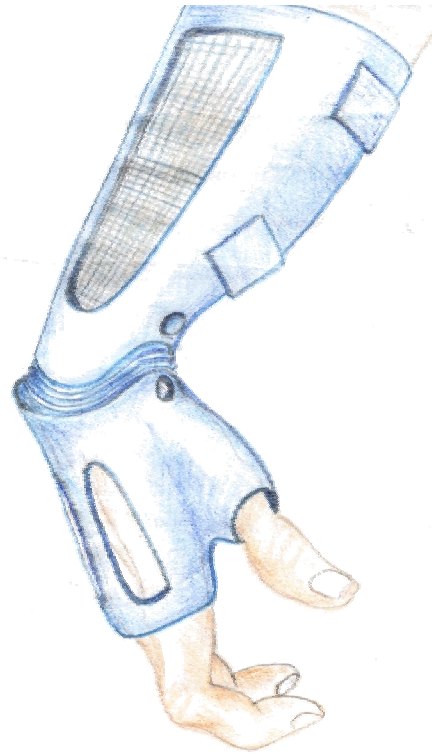
– Presenta las mismas ventajas de soporte que las dos anteriores.

– Una mejor ventilación de la mano al retirar material de la mano y el antebrazo.

Desventaja

– El proceso de fabricación se volvería demasiado complejo y costoso, al fabricar el fuelle unido con las dos partes, el proceso de termoconformado seria reemplazado por una matriz y un proceso de inyección de material.

Figura 36. Alternativa # 3. Férula dinámica articulada con fuelle. Vista radial.



5. ALTERNATIVA FINAL

El diseño de esta alternativa esta basado en la evolución de la primera alternativa, se tomo lo bueno de esta y se desarrollaron varios modelos para realizar comprobaciones, mejorar el proceso productivo y el aspecto ergonómico del producto final.

5.1 MODELOS PREVIOS

5.1.1 Primer modelo. Fue fabricado por medio del proceso de termoconformado en PP de 3mm de espesor. Se tomaron las impresiones, pero se detectaron errores en el posicionamiento de la mano y también en el corte de las piezas, por lo que no se pudo ni siquiera utilizar.

Figura 37. Primer modelo de la férula, elaborado en polipropileno laminado mediante el proceso de termoconformado. Vista anterior.

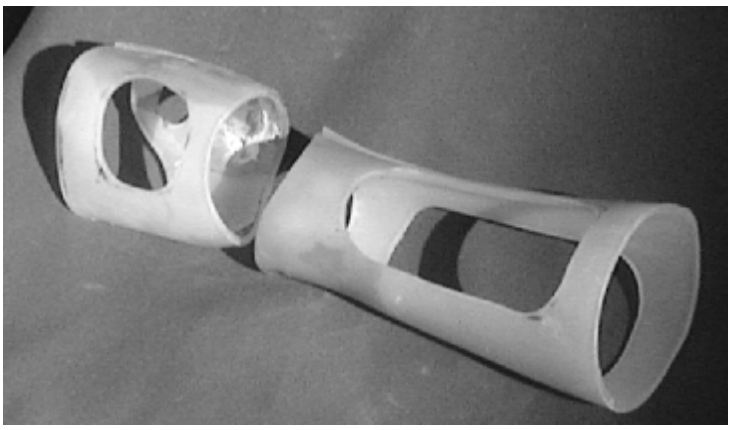
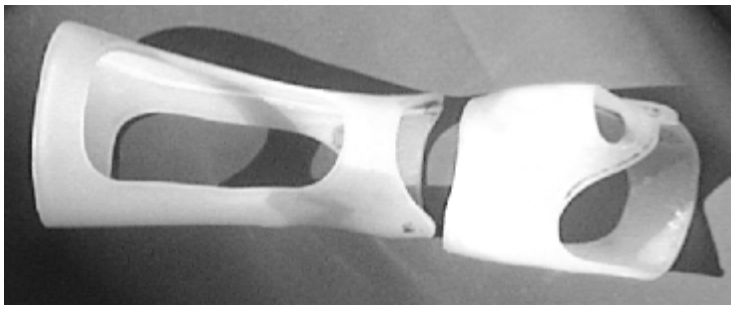


Figura 38. Primer modelo de la férula, elaborado en polipropileno laminado mediante el proceso de termoconformado. Vista posterior.



5.1.2 Segundo modelo. A este modelo se le hicieron las correcciones del modelo anterior. Se elaboró en PP termoconformado, está seccionado en 4 partes para facilitar su postura. La pieza del antebrazo está articulada con la de la mano, este es el punto móvil que le permite al paciente realizar flexo-extensión (50° flexión- 50° extensión). Se le retiro material en la parte central de las piezas para mejorar la ventilación.

Figura 39. Segundo modelo de la férula. Elaborado en PP laminado mediante el proceso de termoconformado.

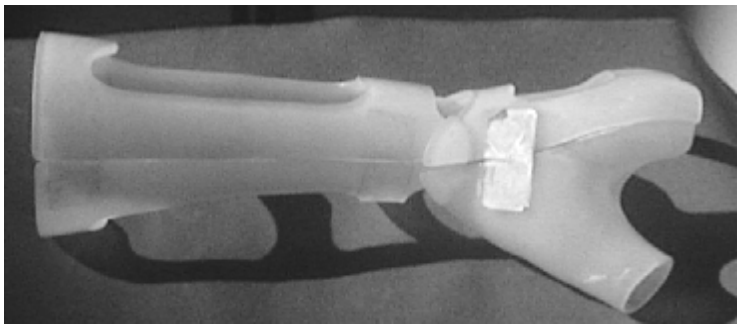
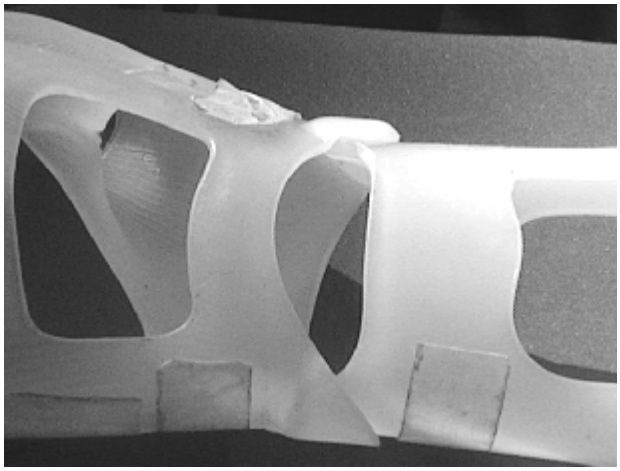
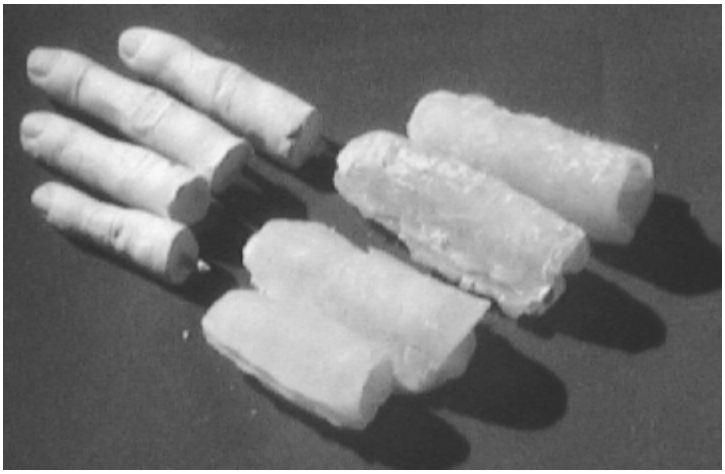


Figura 40. Detalle de la articulación. Permite solo movimiento de flexo-extensión. Restringe los movimientos de desviación radio-cubital y prono-supinación.



5.1.3 Elaboración de moldes para los dedos. Se utilizó silicona fría para recubrir los dedos, se fabricó en dos partes para facilitar el desmoldeo. El desmoldante utilizado para este tipo de material es agua jabonosa. Después de 24 horas de secado, el molde puede ser usado para reproducir los dedos en yeso.

Figura 41. Moldes en silicona fría y yesos de los dedos.



5.1.4 Fabricación de un tercer modelo. En este caso se completo la férula al agregarle a esta unas ranuras en la pieza dorsal de la mano, cuya finalidad es albergar unos elásticos que harían las veces de tendones extensores y los anillos que se colocan en la falange media de los dedos índice, medio, anular y meñique.

La función que cumplen los elásticos es la de redireccionar los dedos para contrarrestar las deformaciones presentes en las articulaciones CMC, MCF e IF. Por ejemplo si presentan deformidad de cuello de cisne el cruce del elástico se efectúa en la cara palmar del dedo, y si tiene desviación cubital de las articulaciones MCF se tensa el elástico del lado radial de los dedos.

Para aumentar la comodidad del usuario se forro el modelo en espuma EVA de 2 mm de espesor para suavizar todos los bordes y para que esta quedara acolchonada en su interior. Este material es ampliamente utilizado en la fabricación de artículos ortopédicos ya que es económico, lavable, suave, fácil de moldear con calor y sirve como amortiguador de golpes.

Figura 42. Tercer modelo. Fabricado en PP termoconformado y forrado en EVA de 2 mm.

5.2 FERULA FINAL

5.2.1 Descripción general. Férula dinámica articulada para mano. Consta de 4 piezas (2 en el antebrazo y 2 en la mano) articuladas en la muñeca para permitir movimiento de flexo-extensión, restringe la prono-supinación y desviación radio-cubital. Está fabricada en PE laminado de 5mm de espesor por el proceso de termoconformado con succión de aire. Forrada en EVA (etil vinil acetato) de 2 mm de espesor; con elementos metálicos para articularla, asegurar los velcros, colocar la bisagra y enrollar los elásticos.

5.2.2 Proceso de fabricación.

- Toma de impresiones con venda de yeso. El primer paso en el diseño de la férula fue tomarle a la paciente afectada por AR las impresiones de su brazo y mano para poder determinar el estado de su deformidad, corregirla con la venda de yeso y obtener así el molde para el posterior vaciado del yeso.

Figura 43. Venda de yeso. Antebrazo y mano, pulgar en posición de abducción.

- Vaciado del yeso. Se corrigieron sobre el yeso las deformidades presentadas por la paciente, para volver a alinear el antebrazo con el tercer dedo de la mano, y a su vez reposicionar los dedos. El material utilizado para tomar la impresión fue venda de yeso de 3*5, la mano se colocó en posición neutral, y el pulgar en abducción. Esta es la posición ideal para evitar contracturas por flexión o extensión.

Figura 44. Modelo en yeso, mano izquierda. Vista lateral.

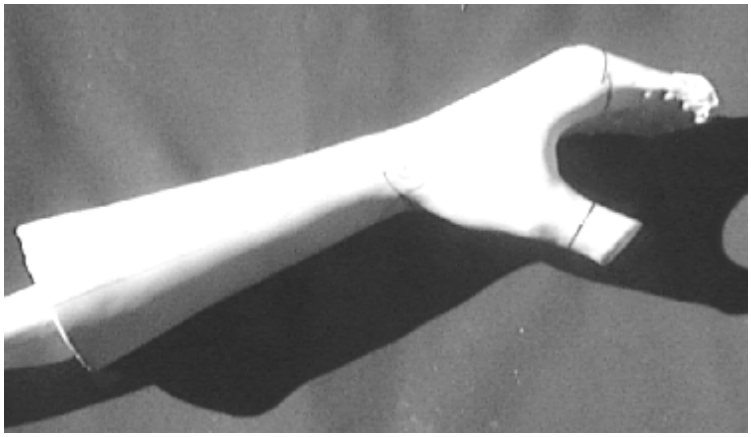
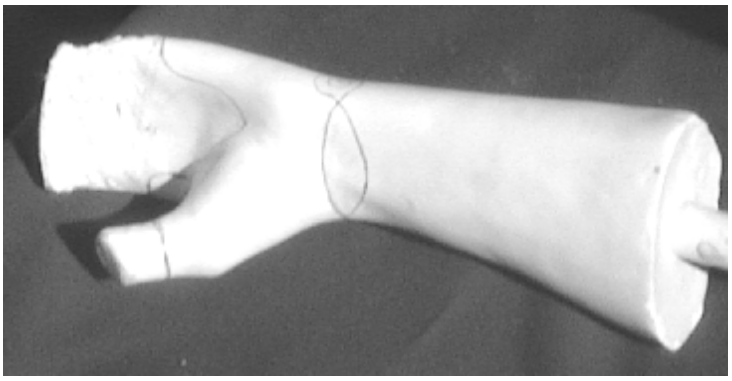


Figura 45. Modelo en yeso, mano izquierda. Vista palmar.



- **Termoconformado del Polietileno.** Se trabajo el PE laminado de 5 mm, se corta una pieza de 30*25 y se coloca en el horno a unos 200°C durante 15 minutos, se saca la lámina cuando se vuelve transparente y se coloca sobre el molde de yeso. El yeso debe recubrirse con media velada para que la lámina no se peque al yeso.

Figura 46. Termoconformado de la lámina de PE.

Se cierran los bordes de la lámina y se abre la llave de la máquina de vacío, para que esta chupe el aire que queda entre la lámina y el yeso. Luego se corta el exceso de material con las tijeras y se le hecha aire al PE para que este comience a enfriarse. Se realizan los cortes de las aberturas del antebrazo, el pulgar y los otros dedos con una cuchilla.

Figura 47. Corte de la lámina de Polietileno.

El paso que sigue es dibujar sobre esa primera plastificada la forma de la pieza del antebrazo, en la parte de la muñeca se realiza el corte, se debe tener especial cuidado en no hacer los cortes laterales antes de la segunda plastificada, ya que el material tiende a reducirse un poco al enfriarse por completo.

Figura 48. Cortado de la pieza del antebrazo.

Para fabricar la pieza de la mano se sigue el mismo proceso descrito anteriormente, cuando el polietileno esta completamente frío, se realizan los cortes laterales, y se pasa al lijado de las partes.

Figura 49. Lijado de las piezas.

Este proceso también se requiere para reforzar la pieza de la mano en la cara dorsal sobre las articulaciones MCF.

Este proceso se utilizo para la elaboración de todos los modelos previos y el final, ya que en el mercado es el ideal para las férulas de este tipo porque el material (en este caso PE) me brinda el grado de rigidez necesario para lograr el objetivo del proyecto.

- **Ranurado.** Para realizar el ranurado que es el lugar donde se alojará el elástico, se debe primero medir la pieza al paciente y marcar las comisuras de los dedos, luego hallar el punto de convergencia de los tendones extensores de la mano, los cuales se encuentran en la cara dorsal de la mano, entre el hueso escafoides y el semilunar. En este caso particular para corregir la desviación de

los dedos hacia el lado cubital, este punto de convergencia se desplazó 1 cm hacia el lado radial. Después de unir las comisuras con este punto, se retira con una cuchilla el material.

- Taladrado. En el inicio de las ranuras (de la pieza dorsal de la mano) y en forma intercalada (a diferentes distancias) se hacen agujeros pasantes con una broca de 7/32".

Este proceso también se utiliza para perforar los agujeros de los remaches que sostienen el trozo de cuero que sirve de bisagra (broca de 1/8"), y para fijar los velcros en su lugar.

Por último se realizan los agujeros para colocar la articulación de la férula con una broca de 7/32". Después de forrada la férula algunas perforaciones deben ser repasadas.

- Forrado. El proceso de forrado es el siguiente: primero se forran las 4 piezas por el exterior, se colocan los velcros, los pasadores plásticos en su lugar y las clavijas en donde se enrollan los elásticos. Y luego se procede a forrar las piezas en su interior para cubrir con el foamy todos los remaches, evitando así que estos puedan tallarle al paciente.

Para el forrado se utiliza boxer como adhesivo, la superficie del PE se lija para que el foamy se pegue bien. En algunos casos para que el forro tome la forma de la férula se usa una pistola para calentarlo un poco, y luego se presiona para que éste se adhiera bien.

Los dedales también se forran, pero solo en el exterior. Otros elementos que se forran son las cabezas de los tornillos que sirven de clavijas y de articulación de la férula.

- Lijado. Después de cada una de las operaciones se deben lijar los bordes de las piezas para que su acabado sea óptimo.

5.2.3 Costos.

FERULA DE MANO DINAMICA					15% MP	8 HORAS
MATERIA PRIMA	**CANTIDAD**	**COSTO**	**# DE PIEZAS POR LAMINA**	**VR TOTAL**	**CIF**	**MO**
POLIETILENO (120 cm*200 cm) 5mm	30 cm*50 cm	70000	16	4375	2351,25	26160
POLIETILENO (120 cm*200 cm) 3mm	10 cm*8 cm	45000	300	150		6500
LAMINA EVA DE 2mm (90 cm*70 cm)	60 cm* 35 cm	3000	1,5	2000		
HILO CAUCHO	80 cm	150 c/mt		150		
PASADORES PLASTICOS	3	80		240		
VENDA DE YESO (3*5)	1	4200		4200		
BULTO DE YESO (25 kg)	2 kg	16000		1280		
REMACHES	14	20		280		
VELCRO HEMBRA Y MACHO	1 mt	500		500		
TORNILLO DE ALUMINIO	10	100		1000		
MEDIA VELADA	1	1500		1500		
TOTAL				15675		**50686.25**

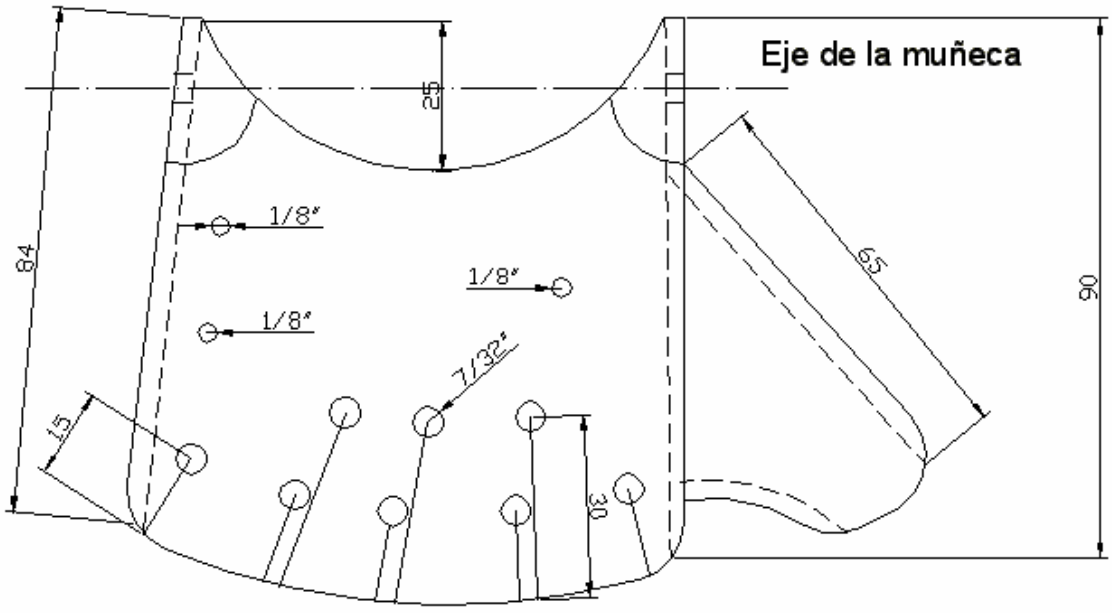
En este tipo de productos se busca obtener una ganancia del 100%, por lo cual el precio de venta al público no sería menor a $110.000 por cada férula.

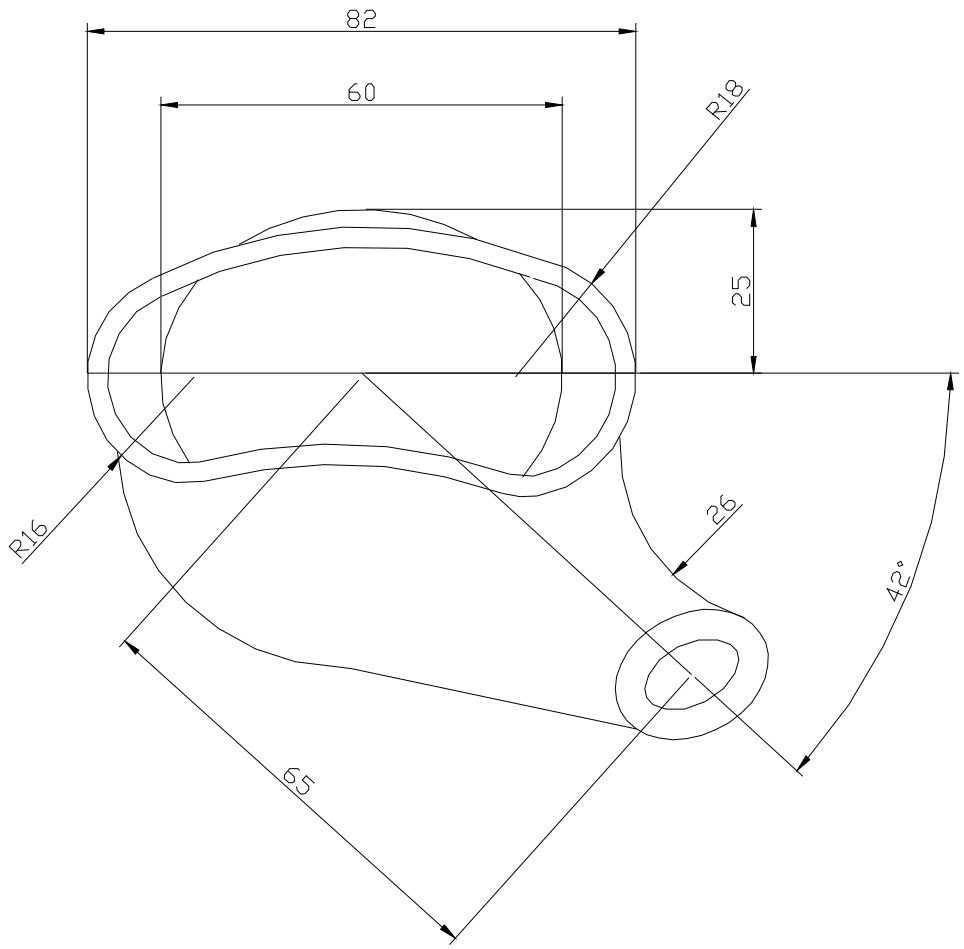
5.2.4 Comercialización. La forma de comercializar este tipo de productos es a través de los fabricantes de artículos ortopédicos (en Bucaramanga solo Líneas Hospitalarias y CICOP tienen la maquina succionadora de aire, requerida para la fabricación), quienes solo hacen este tipo de férulas especiales por petición del médico o del fisioterapeuta, y se hacen sobre medidas.

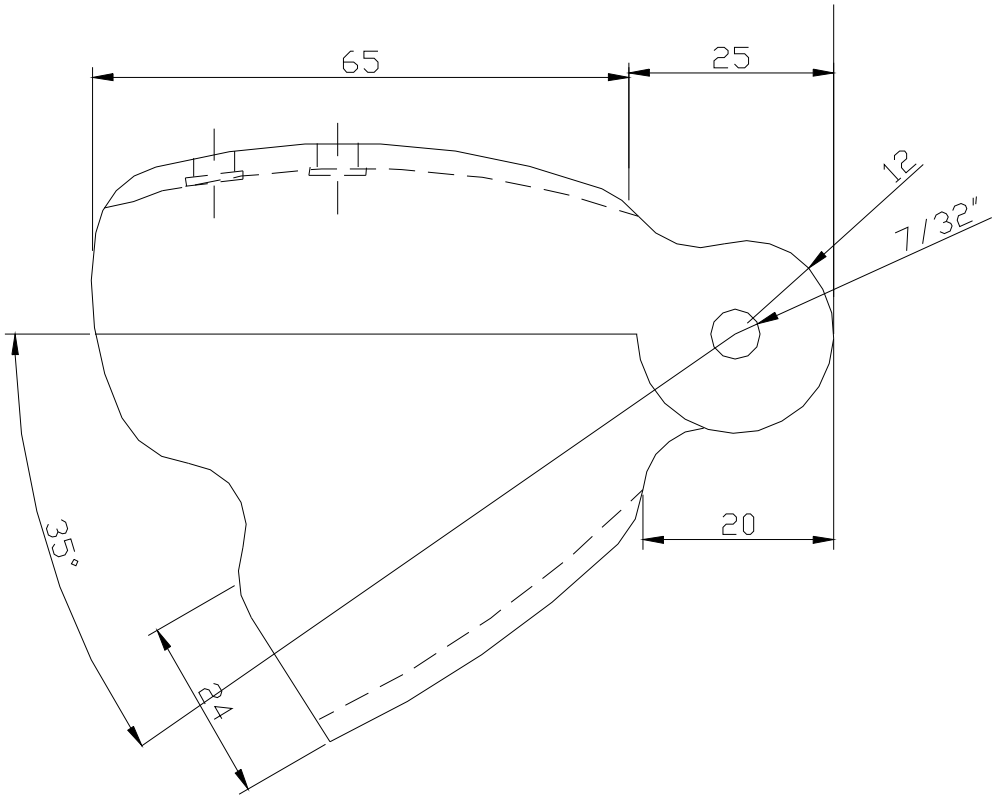
La manera de dar la información acerca de la férula es a través de un catalogo de productos ortopédicos y por publicaciones en la web.

Ya que el producto se fabrica y se entrega directamente al paciente, cuando está terminado no se utiliza el diseño de un empaque particular.

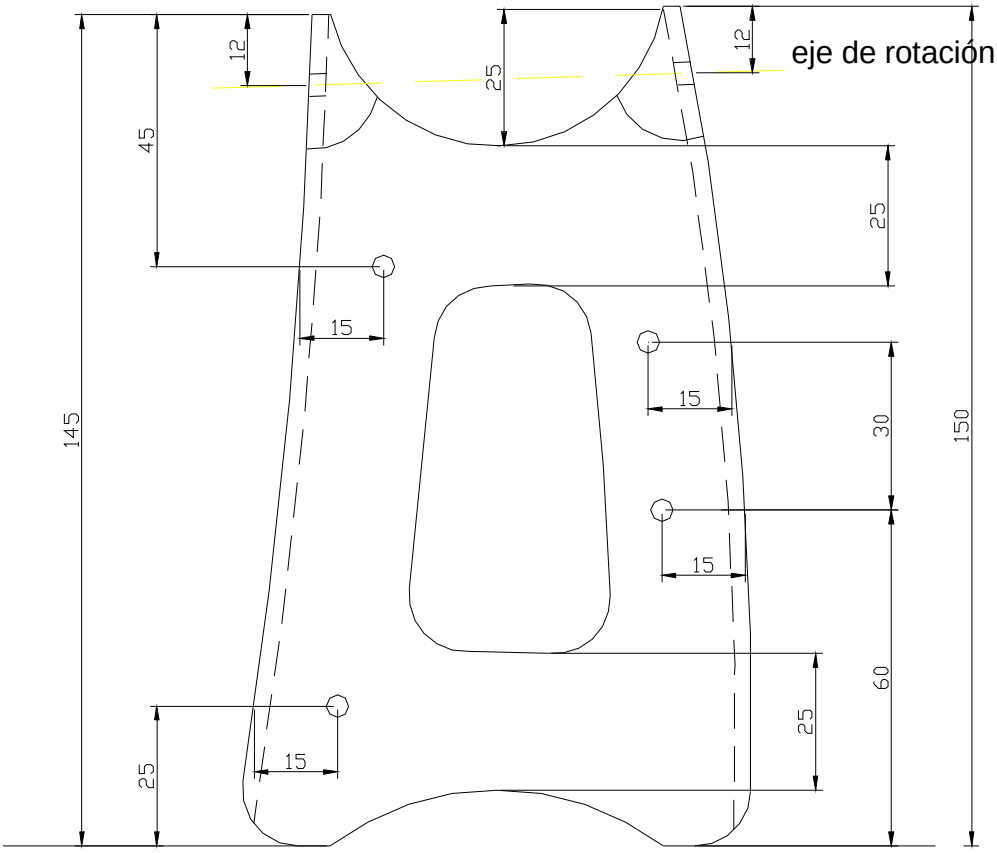
5.2.5 Planos técnicos. Estos planos son de tipo constructivo, todas las dimensiones están tomadas sobre el PE sin forrar, el forro aumenta las dimensiones en el exterior y reduce las internas.

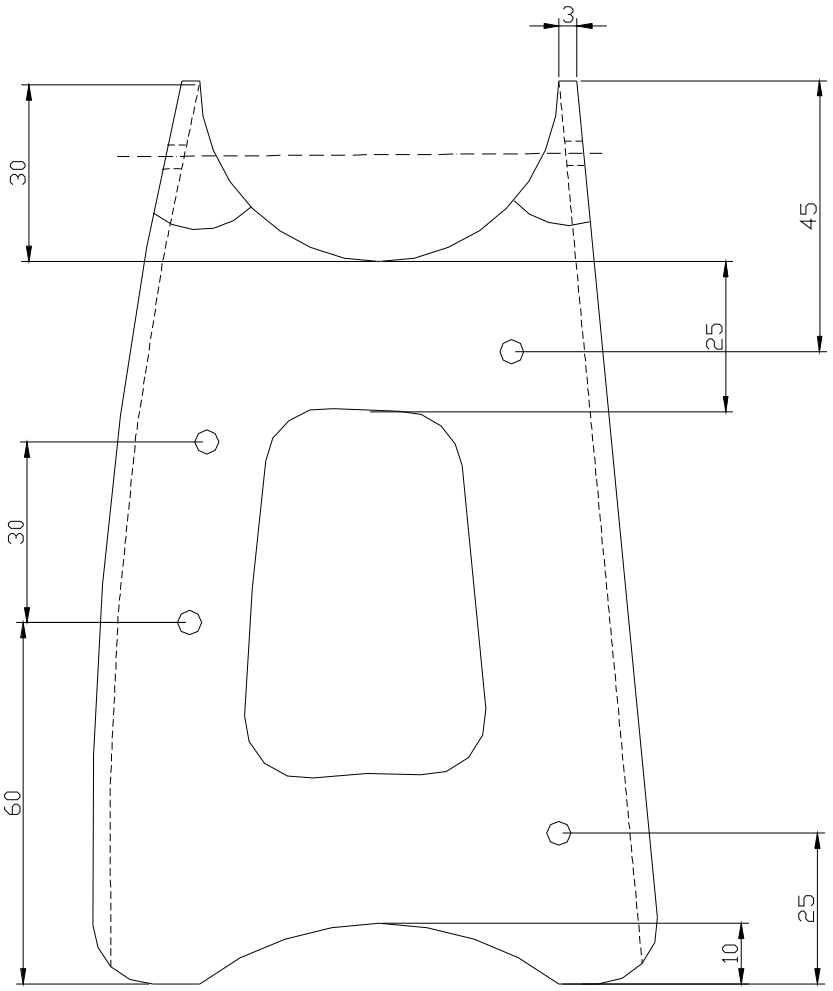

Eje de la muñeca
25
84
90
65
1/8"
1/8"
1/8"
7/32"
15
30


82
60
R18
25
R16
26
42°
65


65
25
12
7/32"
35°
24
20

R12
1/8"
1/8"
1/8"
25
25
1/8"
1/8"


eje de rotación de la muñeca
12
12
25
45
25
15
15
15
145
30
150
60
25
15
25


3
30
45
25
30
60
25
10

R12
1/8"
1/8"
1/8"
25
25
1/8"
1/8"

5.2.6 Secuencia de Uso.

Figura 50. Apertura de los velcros.

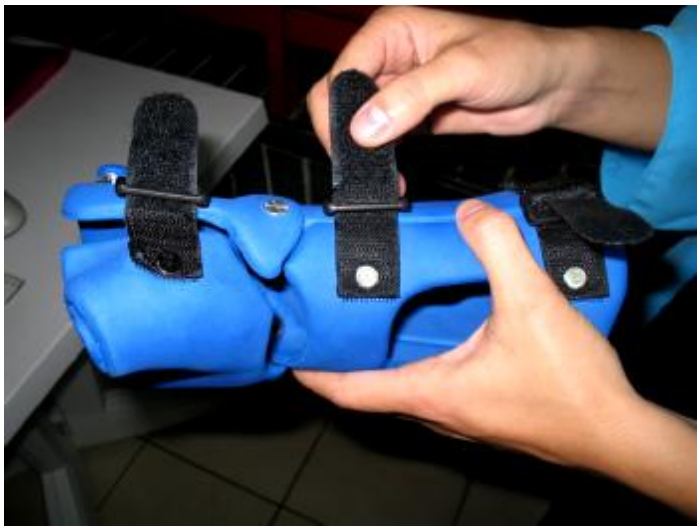


Figura 51. Colocación de la férula.

Figura 52. Ajuste del velcro.

Figura 53. Colocar los anillos en la falange media.

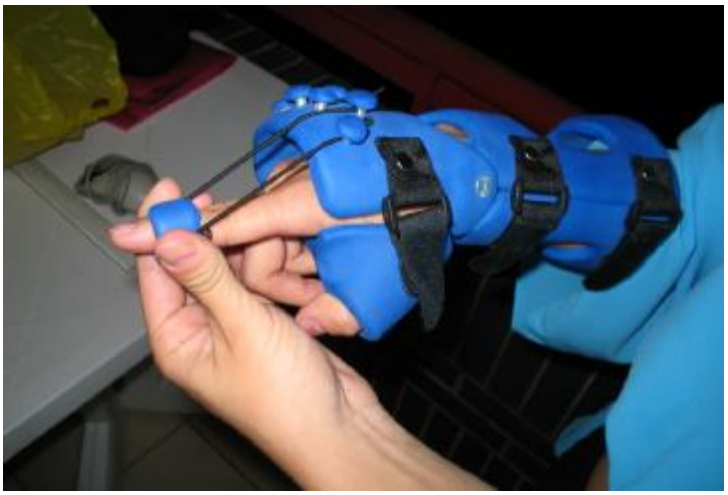
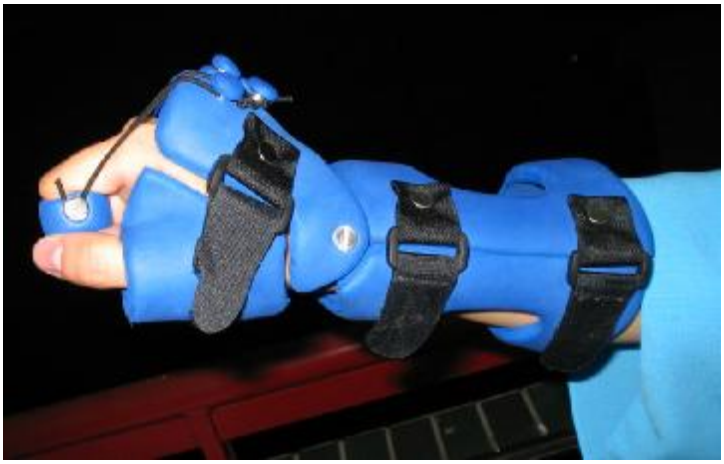


Figura 54. Flexión de la articulación MCF.

Figura 55. Movimiento de flexión de la muñeca.

Figura 56. Movimiento de extensión de la muñeca.



El ajuste de los elásticos debe estar de acuerdo con las indicaciones del médico y del fisioterapeuta que estén tratando al paciente. Por tanto las clavijas no serán operadas por el usuario sino que periódicamente alguien lo hará de acuerdo con los resultados que se vayan teniendo durante la utilización continua de esta férula.

5.2.7 Observaciones por parte del paciente.

Nombre: Graciela Landinez
Sexo: Femenino
Edad: 55 años
Estadio de la enfermedad: 2 (según clasificación ***Steinbroker,*** ver página 25)
Síntomas: Presenta los síntomas propios de la enfermedad.
Estado de las articulaciones a tratar (CMC, MCF e IF): tiene ángulos normales de movilidad en las articulaciones CMC, MCF y IFP, con una leve disminución en los ángulos de movimiento en las IFD (ver tabla de ángulos de movimiento en la página 43)
Duración de la prueba: 4 horas

Al paciente se le realizó un test de funcionalidad para determinar que actividades se le dificulta realizar durante el día teniendo en uso la férula. A continuación se dan los resultados:

Test de funcionalidad		
Alimentación	**Sin la férula**	**Con la férula**
se lleva alimentos a la boca	si	si
come con cuchara	si	si
come con tenedor y cuchillo	si cd	no
bebe de un vaso	si	no
Vestido		
se coloca prendas superiores	si cd	si
se coloca prendas inferiores	si cd	si cd
se quita prendas superiores	si cd	si
se quita prendas inferiores	si cd	si cd
se abotona-desabotona	si cd	no
sube y baja cremalleras	si cd	no
coloca y quita medias	si cd	si cd
se amarra los zapatos	si cd	si cd
Higiene mayor y menor		
lavar-secar cara y manos	si cd	
lavar dientes	si cd	si cd
aseo genitales	si cd	
lavar cabello	si cd	
bañarse el cuerpo	si cd	

A.V.D	Sin la férula	Con la férula
destapar paquetes	si cd	si cd
abrir y cerrar cajones	si cd	si
transportar objetos	si cd	si
abrir y cerrar recipientes	si cd	si cd
abrir y cerrar grifos	si cd	si cd
abrir y cerrar puertas-ventanas	si cd	si cd
accionar llaves	si cd	no
usar tijeras	si cd	si cd
marcar teléfono	si cd	si cd
peinarse	si cd	si cd
coger lápiz	si	si cd
coger transporte	si	si
cd: con dificultad		
0% - 25%: dependiente		
25.1% - 50%: semidependiente		
50.1% - 75%: semiindependiente		
75.1% - 100%: independiente	**X**	**X**

Observaciones:

En el momento de realizar los agarres finos el grosor de los anillos le molesta.

La textura interna de la férula resulta ser muy cómoda y suave al tacto, aunque después de un tiempo acalora un poco, pero es soportable. También el forro ayuda a suavizar los bordes de la férula, lo que permite que se pueda doblar el brazo cómodamente sin que el borde talle el antebrazo.

En cuanto a la colocación de la férula, lo encuentra fácil de realizar, porque no tiene que hacer fuerza para ajustarse los velcros.

6. CONCLUSIONES

- Este tipo de productos deben estar fabricados a la medida del paciente, y sobre pedido explicito de un especialista, para aplicarle las especificaciones requeridas.

- El objetivo principal del producto es prevenir las deformidades en las articulaciones de la mano y /o corregir las ya existentes, pero teniendo en cuenta que no se debe tomar un paciente que ya este en estadios tardíos de la enfermedad, a quien no le resultaría efectivo el uso de la férula.

- El producto no es definitivo, por lo tanto no estaría exento de mejoras.

- La persona idónea para fabricar el producto es un ortesista, quien cuenta con el conocimiento para su correcta fabricación.

BIBLIOGRAFÍA

ALLIEU, Y y BRAHIN, B. Las deformidades de la mano reumatoide y sus tratamientos.

GOLDING, Douglas N. Enfermedades reumáticas. Barcelona: Salvat Editores S.A, 1975. p 13-65. Segunda edición.

GREENWOOD, Maud E. Física médica. Editorial Universitaria de Buenos Aires, 1973. p 46-68.

McCARTHY, Daniel J. Artritis y enfermedades conexas. Editorial Médica Panamericana, 1983. Novena edición.

MIRALLES MARRERO, Rodrigo C. Biomecánica Clínica del Aparato Locomotor. Barcelona: Editorial Masson S.A, 1998. p 147-169.

NETTER, Frank. Atlas interactivo de anatomía. Laboratorio CIBA Y GEIGY, 2004.

www.aircast.com

www.arthritis.org/AFStore/ArtritisReumatoidea.

www.deroyal.com

www.jnjgateway.com

www.medline.com

www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/esp_imagepages.

www.orto-christian.com

www.ortoweb.com