

11222



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
SISTEMA NACIONAL PARA EL DESARROLLO INTEGRAL
DE LA FAMILIA
DIRECCION DE REHABILITACION
Y ASISTENCIA SOCIAL

10
3ej.

***EFECTO DEL FORTALECIMIENTO DEL VASTO
MEDIAL EN EL DESPLAZAMIENTO LATERAL
DE LA PATELA, EN PATOLOGIA TRAUMATICA
DE RODILLA, CENTRO DE REHABILITACION
ZAPATA, 1991***

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
ESPECIALISTA EN:
MEDICINA FISICA Y REHABILITACION
P R E S E N T A :
DR. CAMILO ENRIQUE FERNANDEZ AGUIRRE



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

CONTENIDO	PAGINA
I. RESUMEN	1
II. INTRODUCCION	2
III. ANTECEDENTES	5
- Anatomía funcional de la rodilla	5
- Biomecánica de la articulación de la rodilla	10
- Electromiografía aplicada a la biomecánica de la rodilla.	15
- Desplazamiento patelar lateral y su relación con patología de la rodilla.	19
- Valoración de los defectos de alineación patelar	22
- Electroestimulación y fortalecimiento muscular	28
IV. MATERIAL Y METODOS	35
V. RESULTADOS	37
VI. CONCLUSIONES	52
VII. BIBLIOGRAFIA	55

G R A F I C A S

- GRAFICA N^o 1. "DISTRIBUCION ETARIA DE PACIENTES CON DESPLAZAMIENTO PATELAR.
- GRAFICA N^o 2. "DISTRIBUCION POR SEXO DE PACIENTES CON DESPLAZAMIENTO PATELAR.
- GRAFICA N^o 3. "DIAGNOSTICO DE INGRESO EN PACIENTES CON DESPLAZAMIENTO PATELAR.
- GRAFICA N^o 4. "TIPO DE ANTECEDENTES TRAUMATICO EN PACIENTES CON DESPLAZAMIENTO PATELAR.
- GRAFICA N^o 5. "FORTALECIMIENTO DEL VASTO MEDIAL Y EVOLUCION DEL DOLOR EN RODILLA.
- GRAFICA N^o 6. "EVOLUCION DE FUERZA MUSCULAR (ESCALA AAO3) EN FORTALECIMIENTO DEL VASTO MEDIAL.
- GRAFICA N^o 7. "EVOLUCION DE LA CARGA DE FESO EN PACIENTES CON DESPLAZAMIENTO PATELAR.
- GRAFICA N^o 8. "EVOLUCION DE FUNCIONALIDAD EN FORTALECIMIENTO DE VASTO MEDIAL.
- GRAFICA N^o 9 "EVOLUCION RADIOLOGICA DEL DESPLAZAMIENTO PATELAR EN FORTALECIMIENTO DE VASTO MEDIAL.
- GRAFICA N^o 10. "REVERSION DEL DESPLAZAMIENTO PATELAR EN FORTALECIMIENTO DE VASTO MEDIAL.
- GRAFICA N^o 11. "EVOLUCION DEL ANGULO DE CONGRUENCIA EN PACIENTES CON DESPLAZAMIENTO PATELAR.

1. RESUMEN

Se efectuó un estudio prospectivo de una sola cohorte, encaminado a determinar la eficacia de un programa de fortalecimiento específico del músculo vasto medial, sobre el desplazamiento lateral de la patela o mal alineamiento patelar, asimismo se buscó en él la influencia sobre el dolor peripatelar en pacientes con patología traumática de rodilla, sometidos a tal programa de fortalecimiento. Adicionalmente se determinó la mejoría funcional posterior al tratamiento instituido. Se efectuaron tres valoraciones clínico radiológicas a 20 rodillas de 12 pacientes que cumplieron el tratamiento, la primera al inicio, la segunda a los 30 días y la tercera a los 60 días; el protocolo incluyó 40 sesiones de tratamiento a base de hidroterapia, movilizaciones activas, electroestimulaciones y ejercicio terapéutico. Se encontraron diferencias significativas, por lo que se consideró un método eficaz en el manejo de éste tipo de pacientes.

II. INTRODUCCION

Los síndromes dolorosos representan la 4ª causa más frecuente de solicitud de atención médica en el Centro de Rehabilitación Zapata, dentro de éste rubro, se encuentran comprendidos los problemas traumáticos de rodilla, que en 1990 contabilizaron el 40.5% de todos los síndromes dolorosos atendidos en el Centro, y que en el año de 1991 han presentado tendencia al incremento en la solicitud de atención.

Independientemente de su etiología, las lesiones de la articulación de la rodilla se ven con frecuencia acompañadas de defectos de la alineación patelar, que favorecen inestabilidad articular y sobrecargas en estructuras anatómicas generadas por desbalance muscular.

El mal alineamiento patelar se ha considerado como uno de los eventos primarios en la génesis de padecimientos tales como la condromalacia patelofemoral, la hiperpresión rotuliana y la artrosis de la rodilla.

El advenimiento de las técnicas de electrofisiología aplicadas al estudio de la biomecánica humana, han permitido establecer con exactitud las funciones de distintos grupos musculares, músculos y aun fascículos específicos como es el caso de vasto medial oblicuo, cuya deficiencia se ha relacionado con la presencia de desplazamiento patelar lateral anómalo.

Asimismo la aplicación de la electroterapia en patología deportiva ha abierto un camino muy amplio para la investigación de nuevos métodos de tratamiento que permitan

una reincorporación más temprana del individuo que ha sufrido una lesión.

De tal manera que si tomamos en cuenta que la patela representa una estructura primordial para la función articular de la rodilla y que su alineamiento es necesario para que ésta se lleve a cabo, y si adicionalmente consideramos al vasto medial como el principal alineador de la patela en sentido medial, entonces nos podemos cuestionar si puede el fortalecimiento específico de éste músculo revertir el desplazamiento lateral de la patela en pacientes con patología traumática de la articulación de la rodilla, punto por resolver en ésta investigación, en la que se utilizó colateralmente una de las modalidades más recientemente utilizadas para fortalecimiento muscular.

Objetivos del estudio

General: Determinar que el fortalecimiento del músculo vasto medial era eficaz en el tratamiento de la migración lateral de la patela en pacientes con patología traumática de rodilla, caracterizada por dolor peripatelar y mal alineamiento patelar.

Específicos: Cuantificar el grado de reversión de la migración lateral de la patela, en pacientes con patología traumática de rodilla sometidos a fortalecimiento específico del vasto medial.

- Cuantificar el grado de fuerza muscular obtenida en éste músculo posterior a un programa de fortalecimiento específico para el mismo.
- Correlacionar si la reversión de la migración patelar lateral disminuye el dolor en éste tipo de pacientes.

- **Categorizar la mejoría funcional de éstos pacientes al término del programa de fortalecimiento.**

III. ANTECEDENTES

Anatomía funcional de la articulación de la rodilla.

Se considera a la articulación de la rodilla, como la más grande y compleja del organismo, esto está condicionado por el hecho de que en esta región se articulan las dos palancas más largas del miembro inferior, funcionalmente, la rodilla puede soportar todo el peso del cuerpo en la posición erecta sin la participación muscular (1).

Durante la marcha, la rodilla normal reduce el gasto energético del cuerpo humano disminuyendo las oscilaciones verticales y laterales de su centro de gravedad. La rodilla normal tiene múltiples funciones como coordinar grandes fuerzas de carga postural y proveer gran estabilidad articular para alcanzar importantes rangos de movimiento lo que requiere trabajar de una manera única, de tal modo que la movilidad es favorecida primariamente por sus estructuras óseas y la estabilidad es proporcionada particularmente por sus estructuras de tejidos blandos como músculos, tendones, ligamentos y cápsula articular (2)

La rodilla está constituida por la porción distal del fémur la porción proximal de la tibia y la rótula; la superficie articular del fémur se divide en dos porciones, una se articula con la rótula y la otra con la tibia. La articulación femorrotuliana relaciona a la tróclea femoral con la cara posterior de la rótula o patela; la tróclea ocupa la parte anterior de la extremidad inferior del fémur y es recorrida centralmente por un canal anteroposterior denominado canal o surco troclear, adicionalmente, la tróclea

presenta un ángulo de abertura de 140° . La patela es un hueso sesamoideo incluido en el aparato extensor, entre el tendón del cuadriceps y el propio tendón rotuliano.

Su espesor varia entre 2 a 3 cm. sin incluir el cartilago, que en la línea media puede medir 5 mm., su superficie articular tiene forma de silla de montar, plana y asimétrica con su porción externa mayor que la interna; en su cara posterior se pueden diferenciar dos partes: una superior articular y otra inferior extraarticular y adicionalmente la patela presenta un ángulo de abertura de 130° en promedio (3).

Los cóndilos femorales ocupan la parte baja y posterior de la porción distal del fémur, están separados por la escotadura intercondilea y divergen hacia atrás, el cóndilo externo se diferencia del interno por tener una superficie mayor y por una divergencia media global hacia atrás en el plano sagital. Las mesetas tibiales o glenoides están constituidas por las superficies articulares externas, convexa de delante atrás y la interna cóncava, separadas entre si por la eminencia intercondilea, que presenta dos crestas o espinas, una interna y otra externa. El cartilago articular tiene a su nivel medio un espesor de 3 a 4. mm., en suma, el cóndilo interno convexo y la glenoide interna cóncava se prestan a un encaje recíproco, por el contrario la oposicion de las dos superficies convexas del cóndilo externo y la glenoide externa no pueden prestarse a la congruencia (4).

La cápsula articular es bastante amplia y delgada, se inserta en el fémur cerca de los limites del cartilago articular en la unión de los cóndilos y sus epicóndilos, mientras que en la tibia se inserta distalmente a la de los ligamentos colaterales. En su parte posterior esta reforzada por los ligamentos, asimismo, en las caras lateral y medial se

encuentra en la profundidad de los ligamentos cruzados y lateralmente se engruesa formando el retináculo.

Membrana sinovial: Cubre en su cara interna a la cápsula articular y tiene sus mismas inserciones en el fémur, la tibia y la patela, sufre varios repliegues, entre ellos el de la bursa subcuadricepsal y los correspondientes a las inserciones del cuádriceps, los isquiotibiales, el popliteo y los gemelos o gastrocnemios; forma una tienda anterior entre el borde rotuliano y el reborde anterior de las tuberosidades tibiales.

Meniscos: Son formaciones fibrocartilaginosas situadas sobre las cavidades glenoideas de forma circular o semilunares, cuya función es remediar la incongruencia de las superficies articulares femorotibiales, actuando como amortiguadores móviles que disminuyen la presión del fémur sobre la tibia y aumentan la elasticidad de la rodilla. El externo tiene una forma semicircular casi cerrada y un espesor de 12 a 13 mm., mientras que el interno presenta una forma semilunar casi abierta y un espesor máximo de 10 mm. Ambos cuentan con un cuerpo y dos cuernos, uno anterior y otro posterior, cuentan igualmente con una inserción ósea anterior y otra posterior, ambas en la línea intercondilea y además presentan conexiones laxas con la cápsula (5).

A los lados de la articulación se encuentran los ligamentos colaterales, que se extienden perpendicularmente al plano frontal. El medial desde el epicondilo lateral a la cabeza fibular, cuya función se caracteriza por estabilizar la articulación contra desplazamientos en sentido lateral y medial respectivamente. En su cara anterior, la rodilla cuenta con un ligamento constituido en su porción inferior por el tendón rotuliano que se inserta proximalmente en la

patela y distalmente en la tuberosidad anterior de la tibia, en su porción superior constituido por el cuádriceps crural.

En su cara posterior se encuentra el ligamento posterior o poplíteo cuya inserción proximal está en el cóndilo medial, la distal en la cara posterior de la tibia, cuyas fibras convergen en sentido longitudinal y reafirman la articulación, asimismo corresponden igualmente a uno de los tres fascículos terminales del semimembranoso.

Además de los ligamentos extraarticulares descritos, la articulación de la rodilla cuenta con dos ligamentos intraarticulares llamados cruzados, que incrementan la estabilidad articular en el sentido anterior y posterior de la rodilla, el cruzado anterior une la cara medial del cóndilo lateral de el fémur con el área intercóndilar de la tibia. Ambos ligamentos son extrasinoviales y colaboran con la estabilización rotacional de la rodilla, en caso del anterior sobre rotación lateral, y el posterior sobre la rotación medial.

Cabe mencionar que adicionalmente a las estructuras ligamentarias, mencionadas, se añade un sistema ligamentario adiposo, y sus prolongaciones incorporadas a la sinovial, que permiten incrementar la estabilidad articular al llenar el vacío delimitado por las estructuras articulares propiamente dichas; asimismo, la articulación requiere para su adecuado funcionamiento de la participación de las bursas, quienes se encuentran en regiones donde un músculo o un tendón se desliza sobre una prominencia ósea y cuya función es evitar fricción de las estructuras blandas sobre las protuberancias óseas; las más importantes en ésta región son la prepatelar, la suprapatelar, la infrarotuliana y la poplíteo (6).

Músculos: Los flexores primarios de la rodilla son el semitendinoso, semimembranoso y el bíceps crural, mientras que los flexores accesorios o secundarios son el sartorio, el recto interno o grácilis, el popliteo y los gemelos o gastrocnemios. Los músculos extensores primarios están integrados por los cuatro componentes del cuádriceps femoral a saber: el recto anterior, el crural, el vato lateral y el vato medial, y son extensores secundarios el glúteo mayor y el tensor de la fascia lata (7, 8).

Bio mecánica de la articulación de la rodilla.

La articulación de la rodilla pertenece al género de las diartrodiales, el tipo de articulación de que se trata es una troclear, sin embargo cuando se aprecia como un todo también se debe considerar como una articulación trocoide. Presenta dos grados de libertad, el primero representado por los movimientos de flexoextensión y el segundo por los movimientos de rotación que solo son posibles de efectuar cuando se encuentra la rodilla flexionada y gracias a la existencia de elementos articulares incongruentes. El arco de movilidad de la flexión es de 135° en promedio y para la extensión es de 0° .

El movimiento de flexión de la rodilla se acompaña de un movimiento de traslación de los cóndilos femorales sobre las mesetas tibiales, lo que permite tan amplio rango de movimiento. La articulación patelo femoral también es considerada como una tróclea, dado que la patela actúa como una polea recibiendo fuerzas provenientes del tendón del cuádriceps y del tendón patelar, situando al cuádriceps en una condición más favorable para movilizar la pierna en extensión sobre el muslo y aumentando evidentemente el brazo de palanca de este músculo separando la dirección de la fuerza del centro de movimiento de fuerza rotacional alrededor del eje de flexoextensión.

La patela mantiene al tendón del cuádriceps a la distancia máxima del centro de rotación de la articulación, actuando como brazo de palanca, por lo cual es básico valorar el nivel en el que se relaciona con los cóndilos femorales a través del surco intercondileo (9).

La patela actúa en la transmisión de la potencia del cuádriceps y de los músculos de la cara posterior del muslo en el acto de retardo de movimiento hacia adelante durante la marcha. Asimismo, en el descenso de escaleras se requiere relajar al cuádriceps de un miembro inferior, mientras que el del otro lado necesita soportar todo el peso del cuerpo, y es por lo que se requiere contar con un mecanismo extensor de la rodilla eficaz ya que se crean fuerzas equivalentes a 3.3 veces del peso corporal.

En relación a la patela de acuerdo con Haxton, se ha escrito más acerca de ella que de ningún otro hueso del cuerpo humano tomando en cuenta su tamaño. En el siglo pasado y a principios de éste, se consideraba a la patela como un hueso inútil, a grado tal que sus fracturas eran tratadas mediante la extirpación radical. Posteriormente y mediante evidencias clínicas y experimentales convincentes, se ha demostrado la importancia de la patela como un componente integral en el mecanismo extensor de la rodilla (10). Asimismo en las investigaciones mencionadas, se enfatiza que solo el 5% de 101 pacientes sometidos a patelectomias totales presentan una funcionalidad normal de la rodilla operada. Por otro lado también se demostró claramente que la patela disminuye la fuerza de comprensión patelofemoral mediante el alargamiento del brazo de palanca del mecanismo del cuádriceps; y se determinó adicionalmente una disminución sustancial (49%) de la fuerza de éste músculo después de patelectomía, y una disminución del 18% en promedio en cuanto al arco de movimiento (11).

Se han efectuado incontables estudios para conocer la biomecánica de la articulación de la rodilla y poder aplicarla en el diagnóstico y manejo de las alteraciones propias de ésta articulación (12, 13, 14, 15).

De éstos intentos han resultado diversas variables clínicas y de gabinete que se han utilizado para comprender la funcionalidad de éstas estructuras, siendo una de ellas la determinación del ángulo Q, que de acuerdo con Olerud, se define como el ángulo entre el músculo recto anterior y el ligamento patelar, otras más son las determinaciones de los ejes mecánico y anatómico del miembro inferior (16).

En cuanto al estudio de la actividad motora de los músculos que actúan a través de la rodilla, se han mencionado que la extensión de ella requiere de la actividad sincrónica de los cuatro fascículos que componen al cuádriceps femoral. En cuanto al recto anterior, el más superficial y que ocupa la cara anterior del muslo, actúa adicionalmente como flexor de cadera por su doble inserción y su actividad como extensor de rodilla aparece en los primeros grados de éste movimiento, partiendo de flexión completa, y completando su acción a través de todo el arco de extensión de la rodilla. Anteriormente se creía que cada uno de los fascículos del cuádriceps actuaba en una etapa específica del arco de la extensión de la rodilla, sin embargo en diversos estudios de biomecánica se ha determinado que la actividad motora de todos los fascículos ocurre durante todo el arco de extensión, pero también se reconoce que dicha actividad motora se incrementa durante cierta etapa del rango de movimiento. En relación al crural o vasto intermedio, el más profundo de los cuatro fascículos, tiene una función aditiva a la realizada por el recto anterior, mientras que los dos vastos se han caracterizado por su papel estabilizador.

La capacidad funcional del cuádriceps en total llega a alcanzar las 1000 lbs/fza. y hasta 4450 Newtons; tal fuerza es necesaria para cerrar la cadena motriz para elevar y descender el cuerpo, levantarse de un asiento, agacharse, subir escaleras o brincar. (17).

Anatómica y funcionalmente, se han dividido al vasto medial de acuerdo a la disposición de sus fibras en vasto medial largo y vasto medial oblicuo; las fibras longitudinales superiores del vasto medial largo están divididas de 15 a 18° medialmente hacia su inserción en la patela en el plano frontal. Las fibras prominentes del vasto medial oblicuo están dirigidas en forma más oblicua propiamente, para formar un ángulo de 50 a 55°. Se ha determinado que es extremadamente difícil completar la extensión de la rodilla en presencia de un vasto medial oblicuo deficiente, por lo que se cree que el vasto medial juega un papel imprescindible en mantener a la patela alineada durante su deslizamiento sobre los condilos femorales en el surco troclear, de tal manera que las fuerzas dirigidas medialmente por el vasto medial oblicuo contrarrestan a las fuerzas laterales dirigidas por el vasto lateral, evitando el desplazamiento lateral de la patela del surco troclear (2, 7, 9, 16, 17).

En cuanto a los flexores de rodilla como los isquiotibiales el sartorio y el recto interno, tienen acciones rotatorias que se incrementan en actividades como el correr, girar o mantener el equilibrio sobre una base inestable de apoyo, situaciones en que los requerimientos mecánicos a éstos músculos son intensos, por el contrario su consumo energético es mínimo en las fases de la marcha, pues no tienen que contrarrestar la fuerza gravitacional, lesionándose con poca frecuencia al actuar como flexores, contrariamente como cuando actúan como rotadores y desaceleradores del movimiento de los miembros inferiores.

Por último, se ha estudiado el torque de los flexores y extensores de la rodilla, encontrándose mucho mayor a través de todo el arco de movimiento para los extensores que para sus antagonistas flexores. Los valores torque más altos se encontraron de los 50° a los 80°, lo que favorece y explica

la posibilidad de subir escaleras y levantarse de la posición sedente (18, 19).

En cuanto a la flexión, el torque máximo ocurre al inicio de la flexión en que los músculos están acortados.

Electromiografía aplicada a la biomecánica de la rodilla.

Aunque la electromiografía ha existido por cuatro décadas, sólo el desarrollo de la electrónica e instrumentaciones sofisticadas han permitido la implementación de técnicas precisas para el estudio de la función y disfunción musculares. Asimismo la electromiografía ha podido ser utilizada para estudios kinesiológicos y biomecánicos, para determinar la funcionalidad de un músculo o registrar la magnitud de tensión ejercida en un músculo como método de bioretroalimentación (20).

En relación a la articulación de la rodilla se han hecho varios intentos por conocer la actividad eléctrica de los músculos que actúan a través de ella, entre los que se encuentran los trabajos de Hanten y Schukties (21), en que se estudió la actividad eléctrica del vasto medial oblicuo, comparándola contra la del vasto lateral, con la finalidad de determinar a posteriori la posibilidad de diseñar programas de entrenamiento encaminados al fortalecimiento específico de alguno de los fascículos del cuádriceps femoral.

Inicialmente se encontró que al efectuar contracciones isotónicas del músculo se registró el torque máximo alrededor de los 50° faltantes para completar el arco de la extensión de la rodilla y la actividad de los cuatro fascículos del cuádriceps se encontró presente y sostenida durante todo el rango de movimiento; los componentes recto anterior y vasto intermedio se encontraron con niveles continuos y similares de actividad contráctil comparativamente, el vasto lateral se caracterizó por ser el músculo más potente de los cuatro y en el último término se encontró al vasto medial oblicuo, determinándose de ésta manera a éste músculo como el menos potente de los cuatro (22).

Al encontrarse tales resultados, éstos investigadores tomando en cuenta que el vasto medial oblicuo es el más importante estabilizador de la patela contra la excursión lateral, favorecida a su vez por un vasto lateral potente, se encaminaron a realizar pruebas para determinar en que tipo de actividad física se podría generar actividad eléctrica importante para el vasto medial oblicuo, sin tener la presencia de ésta sobre el vasto lateral, dando por hecho que la acción de los dos componentes restantes del cuádriceps no son antagónicos del propio vasto medial, sino que su función se concreta al llevar a la rodilla hacia la extensión. De tal manera, se retomó el concepto de que la acción principal de éste músculo podría estar relacionada con la extensión de la rodilla en sus últimos 30°, y adicionalmente se efectuó una revisión de la ubicación de las fibras oblicuas del vasto medial, para entonces determinar que actividades físicas podrían favorecer a la acción específica de éste músculo.

Boss en 1980 (23), demostró que las fibras oblicuas del vasto medial surgen principalmente del tendón del músculo adductor mayor, y en menor cuantía del adductor largo de la cadera, se encontraron también alteraciones en el origen de éstas fibras oblicuas en pacientes con inestabilidad patelar y trataron de relacionar fisiológicamente el vasto medial oblicuo con los adductores.

Posteriormente se efectuaron estudios de la actividad eléctrica del vasto medial oblicuo y del vasto lateral en distintas series de ejercicios entre los que se incluían los de extensión de rodilla en sus últimos grados, aducción de cadera y también en la de extensión de rodilla combinados con rotación tibial interna, encontrándose que existía un incremento en los potenciales registrados en el vasto medial

solamente cuando se efectuaban ejercicios de adducción y en menor cuantía en los de extensión en los últimos 15°. (24)

En relación a los ejercicios de rotación tibial interna resultaron eficaces en generar una contracción selectiva del vasto medial, aún cuando se ha sugerido que las fibras oblicuas de éste músculo trabajan como un rotador medial de la tibia dentro de los primeros 80° de extensión de rodilla y que el músculo se inserta en la cara anteriomedial de la tibia vía la aponeurosis extensora medial, adicionalmente a su inserción conjunta con las fibras longitudinales en el tendón cuadricepsital (25).

En los estudios iniciales existió un espíritu especial por sugerir la posibilidad de fortalecer específicamente al vasto medial sin interacción del vasto lateral y que aún cuando solamente se estudiaron sujetos sanos, indican la pauta a seguir en éste sentido. La diferencia de actividad encontrada al comparar a ambos músculos antagonistas fue la siguiente cuando se realizaron ejercicios de adducción de caderas: vasto medial contó con un 81.75% de actividad, contra un 47% de actividad registrada para el vasto lateral; en el resto de los ejercicios las cifras para el primero se encontraron alrededor de 47.12% contra un 45.32% del vasto lateral. Se efectuaron asimismo una serie de determinaciones eléctricas cuando se aplicaba además cierta alineación en adducción de la extremidad con semiflexión de la rodilla a 30°, pero los resultados fueron inconsistentes al momento de añadir la flexión.

Los intentos por fortalecer selectivamente al vasto medial oblicuo han utilizado los fundamentos de biomecánica, como hemos visto para éste propósito y tomando en cuenta que para reducir la tracción lateral de la patela, los componentes mediales del cuádriceps, específicamente el vasto medial oblicuo, deben ser fortalecidos específicamente, mientras que

los componentes laterales del músculo femoral, en especial el vasto lateral debe ser significativamente más activo, se deduce entonces que si se prescriben ejercicios para la extensión completa de la rodilla para el tratamiento del dolor patelofemoral o bien para contrarrestar el desplazamiento lateral de la patela o mal alineamiento, con frecuencia fracasará, y cualquier mejoría en el paciente debe ser atribuible a otra fuente del manejo.

De tal manera que consideramos como un reto la implementación de técnicas específicas de fortalecimiento para el vasto medial en el manejo del dolor peripatelar que cursa con alteraciones en la alineación de la patela, generadas por un desplazamiento lateral de la misma originado por una tracción mayor del vasto lateral, y que de acuerdo con Schulties aun no se ha llevado a cabo. Se habla de que los ejercicios de adducción de caderas sirven para dos funciones en éste sentido, el primero en realinear la patela y el segundo en que le pueden favorecer a éste músculo proveyéndole un origen estable a través del cual poder contraerse con eficiencia, cuestiones que hasta ahora pertenecen al terreno de la especulación y que requieren mayor estudio (26).

Desplazamiento patelar lateral y su relación con patología de la articulación de la rodilla.

Independientemente de su etiología, las lesiones de la articulación de la rodilla se ven con frecuencia acompañadas de defectos de alineación de la patela, que favorecen la inestabilidad articular, encontrándose más consistentes los desplazamientos laterales de éste hueso sesamoideo.

El desplazamiento patelar lateral se ha reportado como uno de los eventos primarios y de mayor importancia en la génesis de padecimientos; todos ellos condicionados por sobrecargar en estructuras de ésta región anatómica, como es el caso de los condilos femorales y la superficie articular de la patela, y favorecidas por un desbalance muscular entre los estabilizadores laterales y mediales de la rodilla, en el que ganan biomecánicamente los laterales (27).

En presencia de traumatismo agudo o crónico, el organismo como un mecanismo de defensa al dolor, propicia la inmovilización de un segmento, que a su vez genera hipotrofia, debilidad y finalmente desequilibrio (28).

La inmovilización de la rodilla se ha relacionado selectivamente con el cuádriceps, y predominantemente con su fascículo vasto medial, cuyas funciones están relacionadas con la estabilización de la patela contra su excursión lateral, favorecida por su antagonista el potente vasto lateral.

Insall, en 1982 (29), ha revisado las causas más comunes de dolor patelofemoral en adolescentes y adultos jóvenes, encontrando que la tracción anormal de ésta estructura produce inestabilidad mecánica y un subsecuente daño

articular, y que sus manifestaciones pueden ser confundidas con daño osteocondral primario o incluso con patologia meniscal.

Estos sintomas pueden ser relacionados a actividad deportiva o bien a un episodio de trauma o desarrollados gradualmente a un periodo de tiempo. Se ha descrito que tales pacientes presentan el sindrome de hipertensión rotuliana o bien un sindrome de comprensión patelar, siendo los factores más comunes a éstas alteraciones de dolor femororotuliano, la evidencia clinica de desplazamiento y un vasto medial debilitado, acompañándose de un retináculo lateral tenso.

La condromalacia femorotuliana se considera como una alteración degenerativa del cartilago articular de la rodilla secundaria a trauma agudo, o microtraumatismo que afectan mayormente al sexo femenino es una porción de 3:2 contra el sexo masculino, se le atribuye en forma unánime el representar la primera causa de dolor patelofemoral en adolescentes y adultos jóvenes, como señala Dugdale en 1968 (10).

Se han sugerido otros mecanismos desencadenantes de la condromalacia patelofemoral, entre los que se encuentran las alteraciones de la irrigación sanguínea propia de la articulación, así como las repeticiones excesivas de periodos prolongados de carga articular, que conllevan a disminución de la elasticidad del cartilago y a su vez a una disminución en la capacidad de succión y permeabilidad de nutrientes; produciéndose necrosis del hueso subcondral.

Otros autores entre los que se encuentra López Villanueva 1987; han reportado a la tracción patelar lateral anómala como un factor etiológico importante en el desarrollo de condromalacia encontrándola en 57 casos sometidos a cirugía

que se asoció a subluxación patelar en el 97% y a luxación patelar en el 62%. También se ha encontrado que la tracción lateral se ha relacionado con un incremento del ángulo Q, causando un estrés mecánico importante en el cartilago articular e incrementando las presiones de carga sobre el hueso subcondral, estipulándose que la condromalacia representa una expresión de un mecanismo extensor anormal.

En la población adulta y durante la senectud, la osteoartritis, por otro lado, afecta de igual manera a ambos sexos causando con gran frecuencia dolor peripatelar y es predispuesta en muchos casos por una tracción anormal lateral de la patela (30).

La articulación de la rodilla en ésta enfermedad se considera como el primer sitio de asentamiento de la afección debido a su gran requerimiento de soporte de cargas, así como a su amplio rango de movilidad y a que carece de una estabilidad intrínseca adecuada, que en presencia de una alineación rotuliana funcional anómala se convierte en asentamiento de lesiones crónicas. La redistribución excéntrica subsecuente del estrés mecánico normal se induce por una alineación axial anormal, lo que aumenta la superficie de contacto y al grado de presión sobre las regiones condrales de la rodilla afectada, llevando a una lesión secundaria del hueso subcondral y a los cambios degenerativos característicos de la enfermedad del adulto (31).

Valoración de los defectos de alineación patelar.

Las manifestaciones clínicas relacionadas a los defectos de alineación patelar pueden ser diversas, pero entre las que con mayor frecuencia aparecen, están los síndromes dolorosos peripatelares, caracterizados por dolor durante la flexoextensión de la rodilla en actividades como sentarse, hincarse e incluso subir escaleras y que se acompañan de dolor a la palpación de las superficies articulares de la patela y los cóndilos femorales. Cuando ya se encuentran lesiones condrales se puede evidenciar crepitación a la movilización de la rótula, sinovitis e incluso en casos de condromalecía, se puede referir dolor semejante a la odontalgia e hipersensibilidad que sólo están presentes en ciertas zonas tanto de la patela como de los cóndilos, predominantemente del lateral, que resiente la presión ocasionada por la excursión lateral de la patela por fuera del surco troclear, al descartar la búsqueda de lesiones meniscales, capsulares o ligamentarias se apoya fuertemente el diagnóstico, y la edad del paciente es otro dato a consignar.

Sin embargo, la exploración radiológica de la articulación resulta indispensable para sustentar el desplazamiento lateral de la patela. La evaluación radiológica del dolor peripatelar ha merecido la atención de diversos autores, a tal grado que Laurín y cols. (32), establecen que existen cerca de 200 proyecciones diferentes para visualizar la articulación y en particular la patela y su alineación, utilizando diferentes proyecciones axiales. Se han documentado como útiles en la valoración del alineamiento patelar diversas técnicas radiológicas entre las que se encuentran las proyecciones laterales simples en flexión de la rodilla para determinar si está alta o no; la radiografía

simple en posición anteroposterior de la articulación de rodilla cuando se toma como soporte de peso, esto es bipedestación, permite determinar la relación existente entre los ejes mecánicos del fémur y la tibia y la ubicación de la patela en situación estática. La valoración dinámica puede llevarse a cabo con la toma de placas tangenciales de rótula a diferentes grados de flexión, por ejemplo a 30°, 60° y 90°, que permiten valorar si el desplazamiento detectado en las proyecciones estáticas corresponde con una tracción permanente en sentido lateral a lo largo del arco de flexión y extensión de la articulación.

En relación a la toma de placas simples en posición de pié y proyección anteroposterior, se ha considerado útil la gradación de la excursión patelar tomando como referencia la ubicación normal de la patela en relación a las estructuras óseas articulares que le acompañan, se toma como base el diámetro transversal de la patela, se trazan los ejes mecánicos del fémur y la tibia, la ubicación de la patela con respecto a éstos debe ser simétrica, pero se permite un desplazamiento patelar lateral hasta de un 10%, tomando como el 100% el propio diámetro transversal de la rótula; si la patela está desplazada lateralmente el grado del desplazamiento se califica en tres categorías:

- I. Hasta el 33% del diámetro transversal, partiendo del 10% considerado como normal.
- II. Hasta el 66% y
- III. Mayor al 66%.

La toma de placas tangenciales en las proyecciones descritas, permite adicionalmente contar con otro parámetro para determinar el defecto de alineación lateral de la patela, lo que se verifica a través de la búsqueda del ángulo de congruencia de la patela con respecto a la tróclea femoral,

que en condiciones normales debe ser de -6° . De acuerdo con este método descrito por Merchant (33), y que a la fecha en conjunto con el anterior son los más aceptados para establecer mala alineación patelar. La medición debe realizarse al tomar la placa en sentido anterior con la rodilla en flexión a 30° y 60° , con lo que se logra que el apex de la rótula se centre sobre la superficie profunda de la troclea femoral, se unen éstos puntos por una línea perpendicular al plano coronal o línea R-T. En seguida se divide el ángulo troclear E-R-1 por su bisectriz, que en condiciones normales corresponde a 0° .

Cuando la línea R-T es medial a la línea natural de referencia o cero, el ángulo es tomado con valores negativos; y cuando se encuentra lateral se toma como positivos. La disminución del ángulo de congruencia con cifras positivas corresponde a mal alineamiento patelar lateral e hiperpresión rotuliana, luxación de rótula etc. (34)

Se ha evaluado asimismo tanto el dolor peripatelar como el mal alineamiento patelar lateral a través de tomografía computarizada, en virtud de que el examen radiológico convencional no es capaz de tomar proyecciones dinámicas seriadas en periodos cortos durante el arco de movimiento, y de acuerdo con varios investigadores entre los que se encuentran Schutser (35), las placas tangenciales entre 20° y 40° son de relevante importancia en la valoración de éste tipo de problemas. Se refiere también que ningún método hasta la fecha ha sido capaz de estandarizar las características radiológicas del mal alineamiento patelar, por lo que el propio Schutser al efectuar valoraciones tomográficas desde los primeros 20° de flexión se preocupó de éste objetivo, en virtud de que con las técnicas convencionales no es posible detectar anomalías de tracción poco severas, mientras que con ésta técnica es posible estudiar el incremento de la

tensión del cuádriceps, colocando a la patela progresivamente a mayor profundidad dentro de la tróclea femoral. Este autor estudió a 22 mujeres y 2 hombres con dolor peripatelar y posible desplazamiento patelar lateral y comparó sus resultados con los obtenidos de 10 sujetos sanos voluntarios.

Encontró tres tipos de diferentes de mala alineación patelar a saber: a) patela lateralizada no basculada, b) patela basculada sin lateralización y c) patela basculada y lateralizada. En relación al centraje de la patela con respecto al eje femorotibial y a la congruencia patelofemoral, se encontró que sólo el 13% de individuos sanos estudiados en otra serie presentaban datos de congruencia mencionados en la literatura y en sus series, el ángulo de congruencia y la alineación patelar medial podían variar hasta en 6°, por lo que se ha sugerido otorgar como un parámetro de normalidad el 10% de desplazamiento lateral de la patela del eje femorotibial y hasta 6° de desviación positiva del ángulo de congruencia patelofemoral.

La artroscopia es otro método de valoración que permite correlacionar la clínica con los hallazgos anatomopatológicos debidos al desplazamiento lateral de la patela. Se ha reportado en éste sentido que el síndrome doloroso patelofemoral se acompaña en un 85% de los casos con subluxación de la patela aún en presencia o ausencia de lesiones condrales.

Mediante la artroscopia se permite una exploración dinámica in vivo además de tridimensional de la biomecánica articular de la rodilla en diferentes rangos de movimiento. El mal alineamiento patelar puede ser valorado de ésta manera para determinar si se trata de una subluxación de 1° grado cuando ocurre el desplazamiento entre los 10° y los 30° de flexión.

empero se corrige después en el transcurso del arco; de segundo grado si persiste más allá de los 30°, adicionalmente se puede detectar cualquier tipo de lesión condral como el reblandecimiento, la fragmentación o la ulceración, (36).

Grana (37), en una revisión efectuada en 43 rodillas de 37 pacientes sometidos a artroscopia por mal alineamiento patelar, encontró que los datos clínicos correspondían a dolor paripatelar en 32 rodillas, mientras que 26 representaban desplazamiento lateral dinámico durante la flexión a 45°. Se encontró que las 43 rodillas estudiadas presentaban engrosamiento de la superficie patelofemoral medial y un borramiento de la articulación femorotuliana lateral durante los primeros 45° de flexión, a lo que se ha dado en llamar el signo de Casscells y que consistió el criterio final para efectuar la liberación del retináculo lateral de éstas rodillas.

Adicionalmente Grana en dicha revisión describe la clasificación funcional clínica susceptible de practicar en la evaluación de pacientes con defectos de alineación y síndrome doloroso patelofemoral que consiste en cinco grados a saber:

Categoría A: Realiza actividades extremas sin restricciones.

Categoría B: Realiza actividades extremas con dolor que no las limita.

Categoría C: Realiza actividades extremas pero éstas son limitadas por la aparición de dolor.

Categoría D: Realiza actividades de la vida diaria sin restricciones, pero no puede realizar actividades extremas.

Categoría E: Restricción de actividades de la vida diaria humana.

Electroestimulación y fortalecimiento muscular.

Existen cuatro tipos fundamentales de programas de fortalecimiento muscular utilizando el ejercicio terapéutico a saber:

- a) Con resistencia manual.
- b) Isotónicos.
- c) Isométricos.
- d) Isokinéticos.

A su vez, pueden caracterizarse por realizarse mediante dos tipos de contracción, la concéntrica y la excéntrica. En todo caso, lo importante es no olvidar al efectuar un programa de fortalecimiento muscular, el principio de la resistencia progresiva.

Sin embargo, a partir del año 1979 han aparecido una serie de publicaciones acerca de la utilización de la estimulación muscular eléctrica, que ha tenido como objetivo el de fortalecer un músculo o un grupo muscular y no solamente ser aplicada con la finalidad de mantener el trofismo o favorecer la reinnervación en caso de lesión de neurona periférica.

Las primeras inquietudes al respecto, surgieron de la necesidad de implementar un programa de tratamiento capaz de ser aplicado a deportistas de alto rendimiento, que por haber sufrido una lesión han sido sometidos a periodos prolongados de inmovilización mediante aparatos de yeso, férulas o vendajes, con la subsecuente aparición de debilidad e hipotrofia muscular como ocurre con gran frecuencia e importancia en lesiones ligamentarias de la articulación de la rodilla, como es el caso de las lesiones de ligamento cruzado anterior, el que después de corrección quirúrgica

requería de un periodo prolongado de inmovilización. Cabe recordar, y de acuerdo con Dougdale, el cuádriceps femoral sufre una pérdida de fuerza muscular que va de 1 a 2° por el simple hecho de haber sido sometido a una exploración quirúrgica de la rodilla.

De tal manera comenzaron a aparecer publicaciones que giraban alrededor de la efectividad de un tratamiento instituido para fortalecimiento muscular a base de estimulación eléctrica. Los resultados en un inicio fueron controversiales, sin embargo, a medida que los estudios se fueron depurando, se ha logrado encontrar técnicas de electroestimulación muscular, que ha más de ser útiles, han demostrado ser superiores a programas de fortalecimiento a base de ejercicios isométricos, isotónicos e incluso isokinéticos.

El tipo de contracción muscular generada mediante estimulación eléctrica es concéntrica y la ganancia que se adquiere ha sido relacionada con dos teorías, que tratan de explicar el mecanismo a través del cual es posible llegar a fortalecimiento muscular (38, 39).

La primera teoría menciona que el mecanismo de fortalecimiento muscular mediante estimulación eléctrica incluye una contracción concéntrica similar a la contracción motora voluntaria y que depende solamente de la carga impuesta al tendón muscular, medido como una fuerza aplicada externamente, como correspondería al torque en un movimiento rotacional de un segmento; esto es, para que un músculo responda incrementando su fuerza contráctil debe someterse a un estrés de carga mayor de la que se ejerce en condiciones habituales. Usualmente la fuerza es expresada como un porcentaje de contracción voluntaria máxima, la que a su vez representa la fuerza tensional ejercida sobre el tendón o una medida análoga al torque (40).

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Muchos investigadores han utilizado la estimulación eléctrica muscular teniendo en mente el lograr una sobrecarga funcional, lo que puede fundamentarse en las siguientes circunstancias:

1. Se han utilizado electroestimuladores que permiten altos niveles de entrenamiento y que fueran a la vez, más tolerables que las formas comunes de electroterapia.
2. Se ha utilizado el torque o fuerza torsional a través de un arco de movimiento rotacional en un segmento corporal, como un porcentaje de la fuerza tensional producida durante una contracción muscular voluntaria máxima.
3. Existen reportes de que la estimulación eléctrica muscular es capaz de generar contracciones de un 20% a un 30% mayores que las contracciones voluntarias máximas, y también se ha encontrado ganancias en fuerza muscular del 30% al 40% mayores al entrenar sujetos con ésta modalidad terapéutica (41, 42, 43).

Han aparecido intentos por refutar o bien, apoyar la tesis de que el incremento en la carga tensional esta directamente relacionada con el fortalecimiento muscular provocado por la estimulación eléctrica. Se ha comparado a la estimulación contra el ejercicio voluntario y la utilidad de ambos contra un grupo control; los resultados reportados en los tres grupos fueron significativamente mas favorables en ganancias de fuerza contra los obtenidos en el grupo control, pero no hubo diferencia significativa entre las dos modalidades al utilizarlas por separado, en cambio, hubo un incremento en fuerza al combinar las dos modalidades de contracción, la eléctrica y la voluntaria (44).

La estandarización de las diferentes técnicas de electroestimulación se relacionan con el mayor momento de fuerza para cada músculo dado, así se ha determinado que para los cuatro fascículos del cuádriceps en conjunto, el torque corresponde de los 50° a los 60° y para el vasto medial de los 30° a los 0° de flexión, lo que correspondería a la máxima fuerza obtenida durante una contracción muscular máxima voluntaria.

Estos hallazgos encontrados en sujetos sanos y deportistas de alto rendimiento también han sido detectados en individuos con debilidad muscular, como son el caso las lesiones de ligamentos, en que se ha publicado mayor grado de fortalecimiento a través de electroestimulaciones que con ejercicios isométricos e isokinéticos.

Se ha postulado adicionalmente otra teoría para explicar el fortalecimiento mediante corriente eléctrica, la cual está basada en las diferencias establecidas entre la correlación muscular voluntaria y la generada eléctricamente. En las contracciones voluntarias, las motoneuronas pequeñas, que innervan a las fibras musculares tipo I o de descarga lenta son activadas antes que las motoneuronas grandes que innervan a las fibras musculares tipo II o de descarga rápida. Dado que las motoneuronas tienen relativamente pocas ramificaciones dendríticas, las fallas en el punto de ramificación de la neurona son mucho menores que en las motoneuronas grandes y extensamente arborizadas, produciéndose grandes potenciales excitatorios polisinápticos.

Los umbrales de descarga por tanto son menores en las motoneuronas pequeñas, la estimulación eléctrica activa a la fibra nerviosa en o cerca de la placa motora, así la corriente aplicada a través de los tejidos toma la vía de

menor resistencia y recluta más fibras de menor resistencia (de diámetro mayor) que fibras de alta resistencia o diámetro menor. Aunque éste patrón de reclutamiento varía en cierto grado con la geometría del nervio y la colocación de los electrodos; esto generalmente significa que la activación eléctrica se opone al principio de Hanneman que establece que el orden de reclutamiento dentro de un campo neuronal progresa de la motoneurona más pequeña a la más grande y todas las unidades motoras cuyos nervios son originalmente activados por un estímulo eléctrico se harán activas durante la contracción (45).

Por otro lado, se ha encontrado que la influencia aferente de la estimulación cutánea resulta en aferencia inhibitoria de las motoneuronas alfa tipo II a nivel de la médula espinal. Se ha estudiado también el efecto del entrenamiento a base de electroestimulación sobre la histoquímica muscular, encontrándose evidencia selectiva de depleción de glucógeno sobre las fibras tipo II comparadas con las del tipo I; se incrementó asimismo el tamaño de la fibra muscular así como el volumen de sus núcleos, ocurriendo también un aumento en la fracción mitocondrial y un descenso en la heterocromatina que fue más pronunciado en las fibras tipo II que en las tipo I (46).

Las contracciones generadas eléctricamente causan contracciones fusionadas de todas las fibras activadas usualmente a frecuencias entre 30 a 50 pulsos por segundo. Por otro lado, la contracción motora voluntaria genera una despolarización asincrónica, mientras que la eléctrica induce una despolarización sincrónica constante.

Se han utilizado electroestimulaciones para optimizar el torque de músculos sanos o para asistir a la recuperación de la función muscular después de lesiones traumáticas o

correcciones ortopédicas. así, los diferentes los tipos de programas implementados presentan características diversas, entre las que se encuentran:

- a) Forma de la onda.
- b) Intensidad del estímulo
- c) Frecuencia de los pulsos en Hertz.
- d) Número de contracciones por sesión.
- e) Número de sesiones por semana.
- f) Número total de sesiones.

Tanto la corriente sinusoidal como la asimétrica bifásica se ha utilizado en los programas de electroestimulación, con ambas se han demostrado que aumenta el torque de la contracción motora voluntaria de un músculo.

En un esfuerzo por incrementar el torque, algunos investigadores entre los que se encuentran Currier y Langmann así como Lun-Soo (47, 48, 49), han escogido intensidades de electroestimulación de acuerdo a la sensación subjetiva o tolerancia, otros por el contrario han preseleccionado intensidades de estimulación para producir niveles de torque específicos de contracción muscular que van entre el 60% y el 87% de la contracción muscular voluntaria máxima (50, 51). En éstos estudios la frecuencia vario entre 50 a 2000 Hz.; éstas frecuencias producen contracciones tetánicas fusionadas en los músculos y cuando se asocian a intensidades suficientes de estimulación, por ejemplo las que producen un 33% o más de la contracción muscular voluntaria, aumentan el torque producido en un músculo sano. El número de contracciones inducidas eléctricamente ha permanecido relativamente constante en los estudios reportados, el número de sesiones referidas varías entre 2 y 5 por semana, y el número total de sesiones ha variado entre 10 y 25. El protocolo de tratamiento que mejores resultados ha reportado en el

fortalecimiento y optimización de la contracción muscular generadas eléctricamente ha sido el sugerido por De Litto y Rose (52) y que consiste en: a) Un nivel de torque del 80% para el cuadriceps femoral logrado a una flexión entre 50 y 60° de la articulación de la rodilla, 50 Hz. de frecuencia, 50 pulsos por segundo, que corresponde a 10 mseg. de impulso por 10 mseg. de intervalo, asimismo, se ha determinado el grado de confort experimentado entre tres formas diferentes de onda aplicada, la sinusoidal, la triangular y la cuadrangular (53). De éstas tres formas de onda de corriente eléctrica no existieron diferencias significativas entre el uso de cada modalidad relacionada al confort del individuo, concluyéndose utilizar la que para cada paciente resulte mejor de acuerdo a una prueba pretratamiento.

Finalmente, se ha observado que cuando se utiliza corriente galvánica de alto voltaje, las diferencias encontradas en relación a fortalecimiento muscular en comparación contra ejercicio terapéutico isométrico no fueron significativas, sin embargo, la gran mayoría de estudios de fortalecimiento muscular a través de corriente eléctrica no han utilizado la corriente galvánica de alto voltaje (54).

IV. MATERIAL Y METODOS

Se estudiaron prospectivamente 20 rodillas de 12 pacientes, de los cuales 9 pertenecían al sexo femenino y 3 al masculino entre las edades de 15 a 44 años, todos con patología traumática de rodilla caracterizada por dolor peripatelar, mal alineamiento patelar lateral y debilidad del vasto medial. Los criterios de exclusión fueron: patología de rodilla de diferente etiología, patología concomitante que contraindicara la práctica de ejercicios terapéutico y gravidez, los criterios de eliminación consistieron en no cumplir al menos el 80% del tratamiento.

Los pacientes estudiados se ingresaron a un protocolo de tratamiento que consistió en un total de 40 sesiones de 30 minutos cada una, a razón de una al día y cinco a la semana en un total de 8 semanas; el cual incluyó:

- a) Hidroterapia en tina de remolino por 8 minutos al miembro inferior afectado, con la turbina dirigida a la articulación de la rodilla a 38.5°C.
- b) Movilizaciones activas libres en flexoextensión.
- c) Electroestimulaciones por punto motor al vasto medial y al adductor mayor de la extremidad que presenta el desplazamiento lateral, a una frecuencia de 60 Hz, con corriente farádica tipo TR cuadrangular a 10 milisegundos de impulso por 10 milisegundos de intervalo, durante 5 segundos, repitiéndola en 15 ocasiones con 50 segundos de reposo entre cada una, y a intensidad suficiente para producir una contracción efectiva palpable. La posición del sujeto fue sedente.

d) Ejercicios isotónicos específicos para vasto medial y adductor mayor, inicialmente sin carga e iniciando y aumentando ésta tolerancia, durante 3 series de 10 cada uno.

Se valoró clínica y radiológicamente a los pacientes antes, durante y después del tratamiento bajo los siguientes parámetros:

1. Determinación de una escala visual análoga para valoración cuantitativa del dolor graduada del 0 al 10, MELZACK (55).
2. Aplicación del examen manual muscular y cuantificación de la carga de peso máxima específicos para vasto medial y adductor mayor, KENDALL (56).
3. Valoración de la calificación funcional de la rodilla de acuerdo con la escala de Grana, descrita en antecedentes.
4. Valoración radiológica mediante toma de placa simple compartiva en AP de ambas rodillas en bipedestación, y tangenciales de rótulas a 30° de flexión, para determinar el % grado de desplazamiento patelar lateral y la congruencia patelofemoral tomando como parámetro el método de Merchant referido.

Se diseñó una hoja de captación de datos para ser aplicada a cada rodilla en estudio y se efectuó un análisis estadístico de los resultados.

V. RESULTADOS

Para la valoración estadística de los resultados se utilizaron dos pruebas, la primera consistió en la χ^2 de Pearson diseñada para una medición cualitativa, encaminada a estudiar el comportamiento de variables discontinuas con escala nominal, independientes y de una sola muestra, como fue el caso de la edad, el sexo, el diagnóstico de ingreso y el tipo de antecedente traumático que presentaron los pacientes. Asimismo se utilizó la prueba de análisis de varianza de doble entrada de Friedman, que permiten una medición cualitativa que evalúa el comportamiento a su vez, de variables discontinuas en una escala ordinal de más de dos muestras dependientes, obteniéndose con las dos pruebas los criterios de significancia correspondientes al estudio para las demás variables (57).

Se encontró que de la población estudiada 7 pacientes correspondieron al grupo etario de 15 a 24 años, para un 58% del total, 4 pertenecieron al grupo de 25 a 34 años, para un 33% de los casos y un sujeto se incluyó en el grupo de 35 a 44 años para un 9%, obteniéndose al correlacionarlos una p menor a 0.05 a favor del primer grupo etario referido, como se puede apreciar en la gráfica N° 1.

En relación al sexo, se encontró que el 25% de los casos, es decir 3 individuos, pertenecieron al sexo masculino, mientras que el 75% restante correspondió al femenino, encontrándose un nivel de significancia de p mayor a 0.05, como se representa en la gráfica N° 2.

Acerca del diagnóstico de ingreso, encontramos que la hiperpresión rotuliana se sustentó en 9 pacientes para un 45% de las rodillas tratadas, la condromalacia femorotuliana se

registró en 7 pacientes para un 35%, y las subluxación patelofemoral estuvo presente en 4 casos para un 20% del total, contabilizando una p de 1.9, ver gráfica N° 3. por lo que toca al tipo de antecedente traumático, se encontró que la forma aguda afectó a 4 rodillas para un 20% y la afectación crónica se observó en las 16 rodillas restantes para un 80% del total y una p menor a 0.01 como se observa en la gráfica N° 4.

El dolor se registró como nulo (0 a 2.5 puntos) de acuerdo a la escala visual análoga en 0 rodillas en la primera valoración, como leve (2.6 a 5.0) en una rodilla, para un 5%, en moderado (5.1 a 7.5) en 6 rodillas 30% y severo en 13 rodillas para un 65% (7.6 a 10 puntos). Durante la segunda valoración, a los 30 días de iniciado el tratamiento se detectaron 4 pacientes (20%) en nulo, 13 (65%) en leve 3 (15%) moderado y ningún paciente con dolor severo; y en la última valoración se encontraron 19 rodillas (95%) con dolor nulo y una rodilla (5%) con dolor leve, los criterios de significancia al comparar las tres observaciones correspondieron a una p menor de 0.01 como se esquematiza en la gráfica N° 5.

En relación a la fuerza muscular valorada mediante la escala de 0 a 5 de la Academia Americana de Cirujanos Ortopedistas, durante la primera valoración se registraron 8 rodillas con vasto medial y aducto mayor en 3, para un 40% 9 rodillas en 4 (45%) y 3 rodillas en 5 (15%); durante la segunda valoración a los 30 días se encontraron 4 rodillas en 4 de calificación, para un 20% y las 16 restantes (80%) en 5 y en la última valoración se encontraron las 20 rodillas (100%) en calificación de 5 de acuerdo a esta escala, la correlación de las 3 observaciones dejó una p menor a 0.001 comparando la segunda con la primera valoración y de 0.05 relacionando la 3a con la 2a como se demuestra en la figura N° 6.

La carga de peso se registró en 0 Kg. en las 20 rodillas estudiadas (100%) durante la primera valoración; para la 2ª se registró una carga de peso de 0 Kg. en 4 rodillas (20%), 11 (55%) soportaron carga hasta de 1.5 Kg., 5 (25%) 3.0 Kg. y a la 3ª valoración al final del tratamiento 1 (5%) cargaba 0 Kg., 2 (10%) cargaban 1.5 Kg., 9 soportaban hasta 3.0 Kg. (45%), 3 (15%) cargaban 4.5 Kg. y 5 rodillas soportaban pesos de 6.0 Kg. (25%). La correlación arrojó una p menor a 0.001 como se representa en la gráfica N° 7.

Por lo que cabe a la calificación funcional de acuerdo a Grana se registró una calificación de A en 2 rodillas (10%) en la primera valoración, 7 (35%) se hallaron en B, 10 (50%) en C, ninguna en D y una E (5%). Para la segunda se registraron 9 en A (45%), 10 en B (50%) una en C (5%) y en la tercera hubo 19 (95%) en A y una rodilla (5%) en B; la correlación de las 3 observaciones dejó una p menor a 0.001, gráfica N° 8.

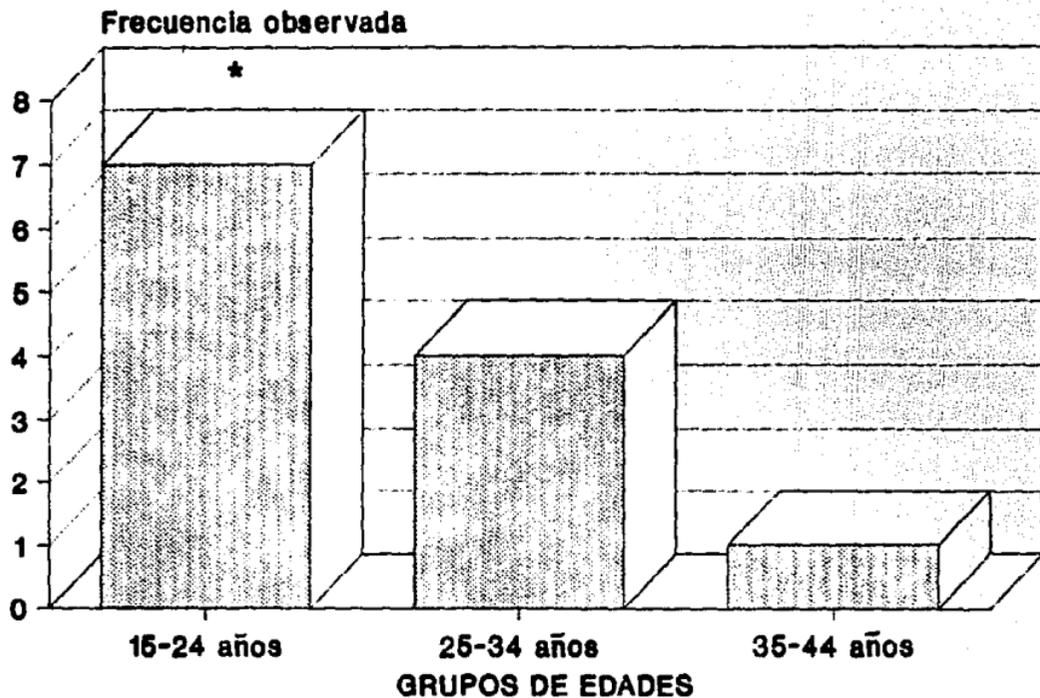
La valoración radiológica del desplazamiento patelar por el método de Laurin permitió la detección de 4 rodillas en grado 1 de desplazamiento para un 20%, 12 rodillas en grado 2 para un 60%, y 4 (20%) en grado 3; para la segunda valoración 3 (15%) estuvieron en grado 0, 13 (65%) en grado uno, 4 rodillas en grado 2 para un 20% y en la valoración final encontramos 9 rodillas (45%) en 0, 10 rodillas (50%) en 1 y una rodilla (5%) en grado 3, obteniéndose una p menor a 0.001 entre la segunda y primer valoración y una p menor a 0.01 entre la tercera y segunda como se refleja en la gráfica N° 9.

En relación a la reversión del desplazamiento patelar, a los 30 días de tratamiento se encontró una rodilla (5%) con reversión total, 7 rodillas (35%) con reversión mayor al 50%

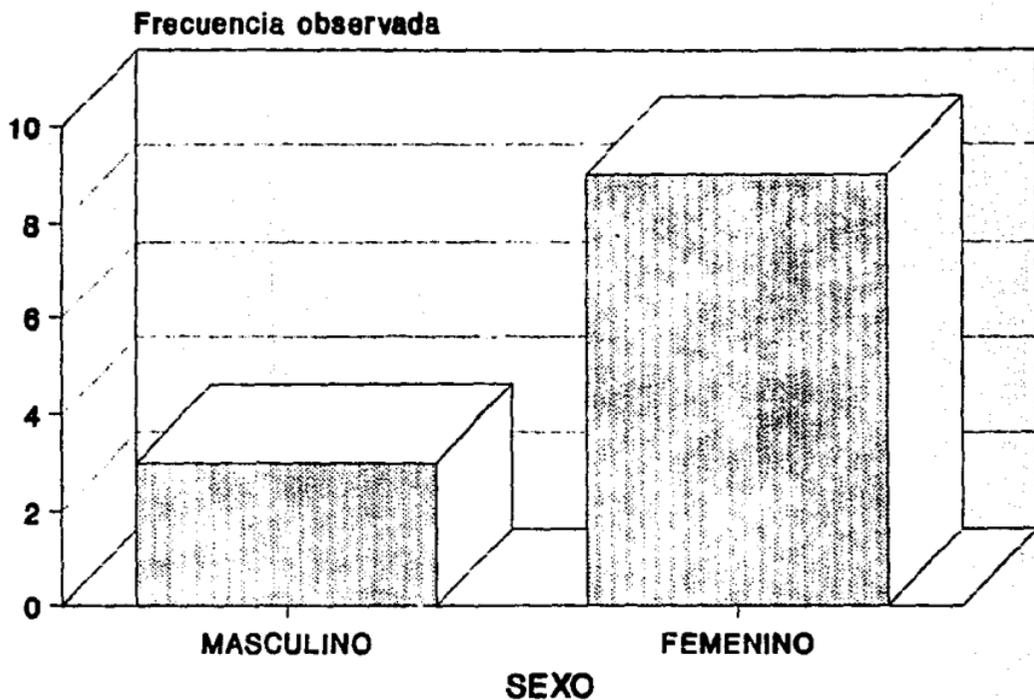
del desplazamiento inicial, 7 rodillas (35%) con reversión entre el 25 y 50%, y 5 rodillas (25%) sin reversión y para la tercera valoración 3 rodillas (15%) presentaron una reversión total, 11 (55%) presentaron reversión mayor al 50%, 5 (25%) del 25 al 50% y 1 (5%) sin reversión, lo que arrojó una p menor a 0.001 entre la 2_a y 1_a valoración y menor a 0.05 entre la 3_a y 6_a valoraciones, gráfica N° 10.

Con respecto a la evolución del ángulo de congruencia descrito por Merchant, se encontraron 16 rodillas con cifras superiores a +6° (80%) en la 1_a valoración y 4 (20%) a menos de 6°, para la 2_a se registraron 7 rodillas (35%) a más de 6°, para la 2_a se registraron 7 rodillas (35%) a más de 6° y 13 (65%) a menos de 6°; y en la 3_a se encontró 2 rodillas (10%) en más de 6° y 18 rodillas (90%) a menos de 6°, obteniéndose una p menor a 0.001 al comparar las 3 series de observaciones.

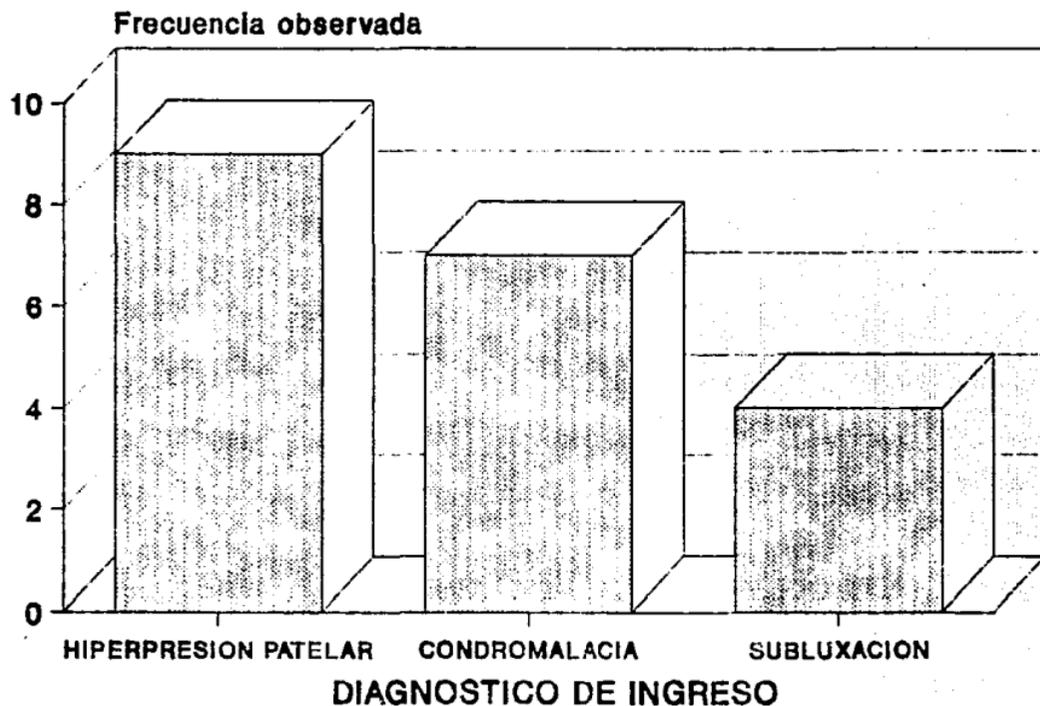
DISTRIBUCION ETARIA DE PACIENTES CON DESPLAZAMIENTO PATELAR



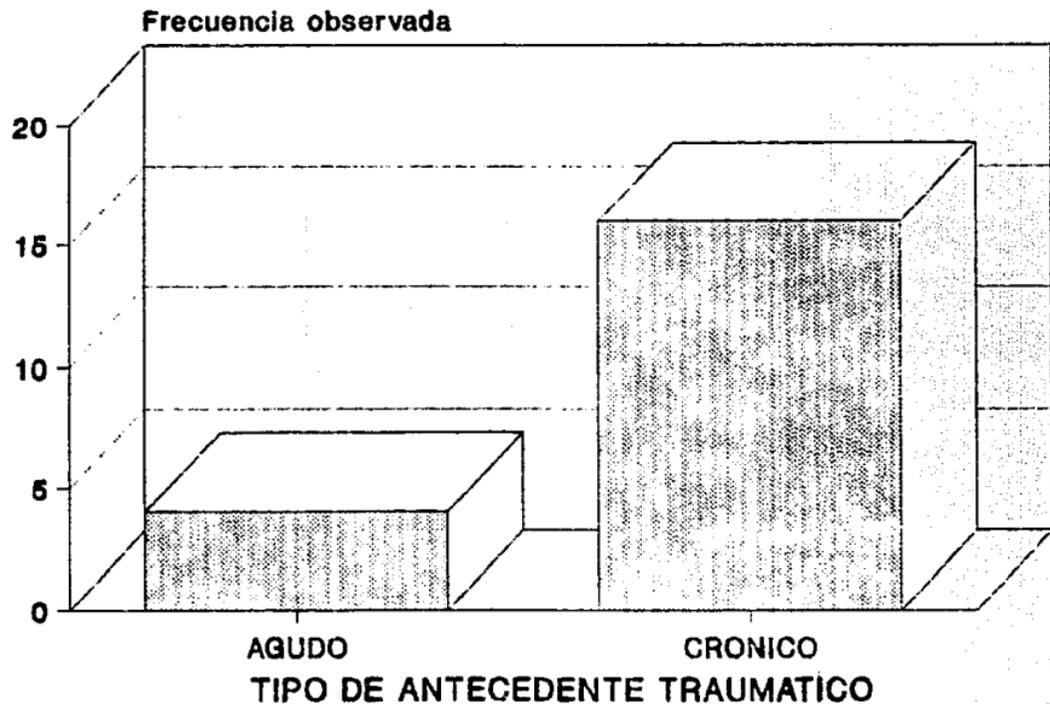
DISTRIBUCION POR SEXO DE PACIENTES CON DESPLAZAMIENTO PATELAR



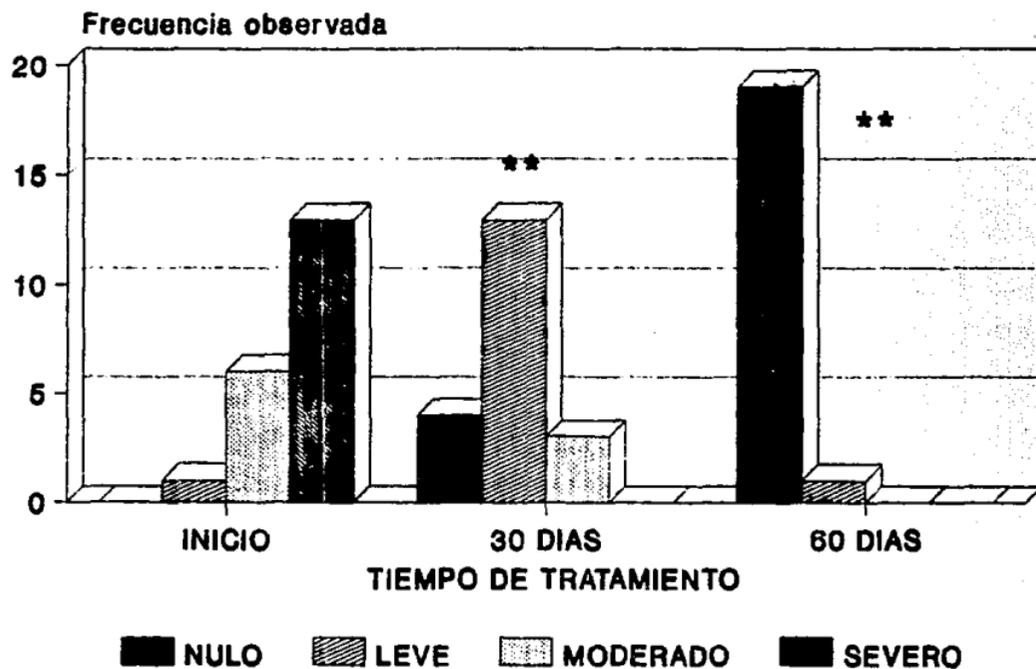
DIAGNOSTICO DE INGRESO EN PACIENTES CON DESPLAZAMIENTO PATELAR



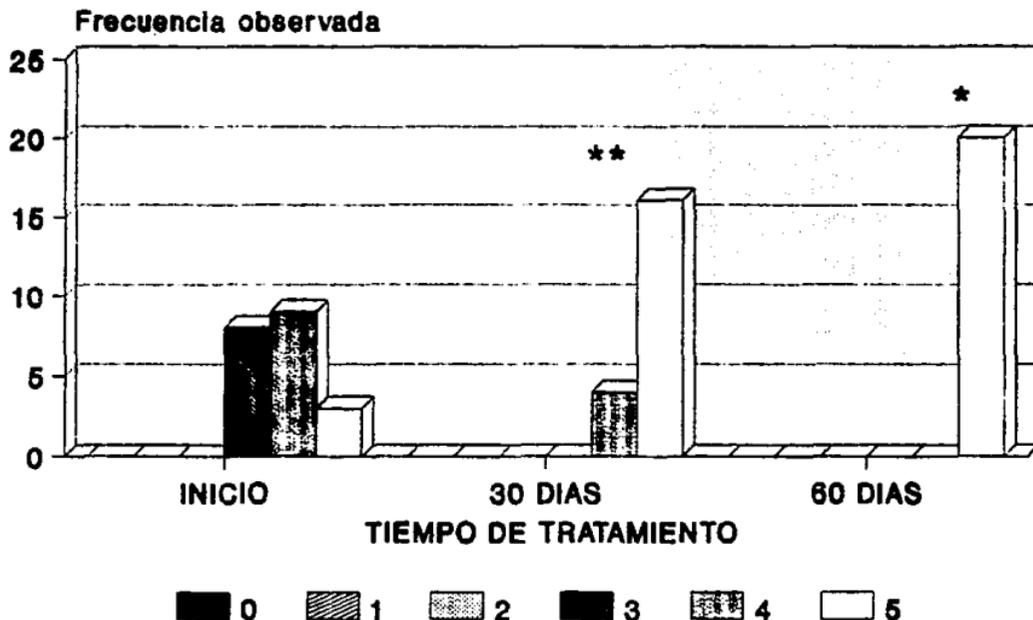
TIPO DE ANTECEDENTE TRAUMATICO EN PACIENTES CON DESPLAZAMIENTO PATELAR



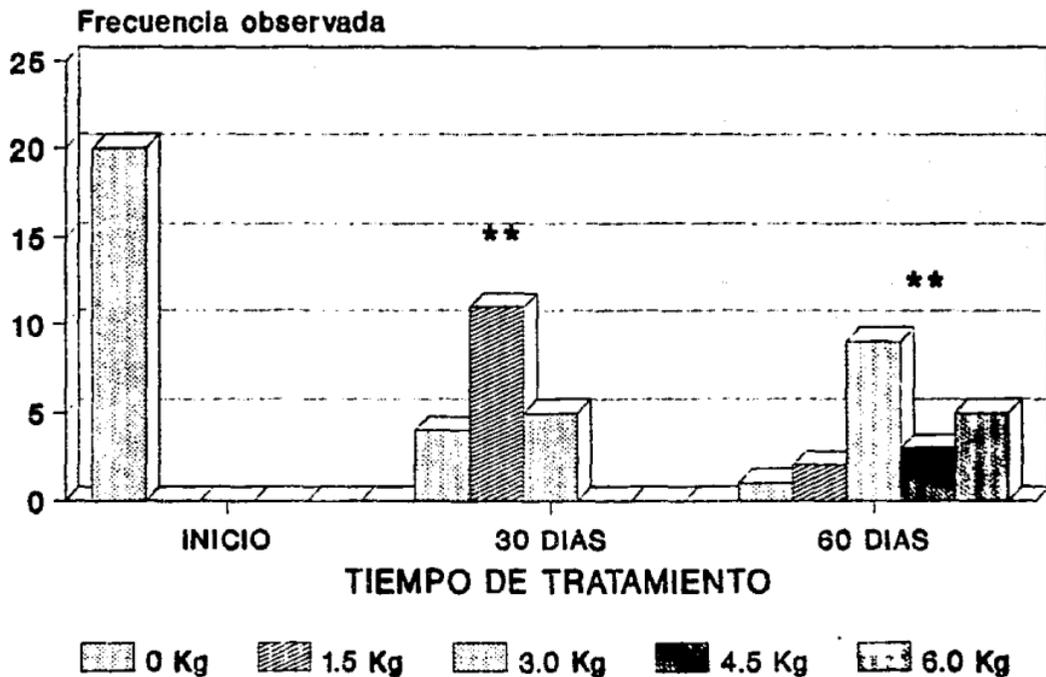
FORTALECIMIENTO DEL VASTO MEDIAL Y EVOLUCION DEL DOLOR EN RODILLA



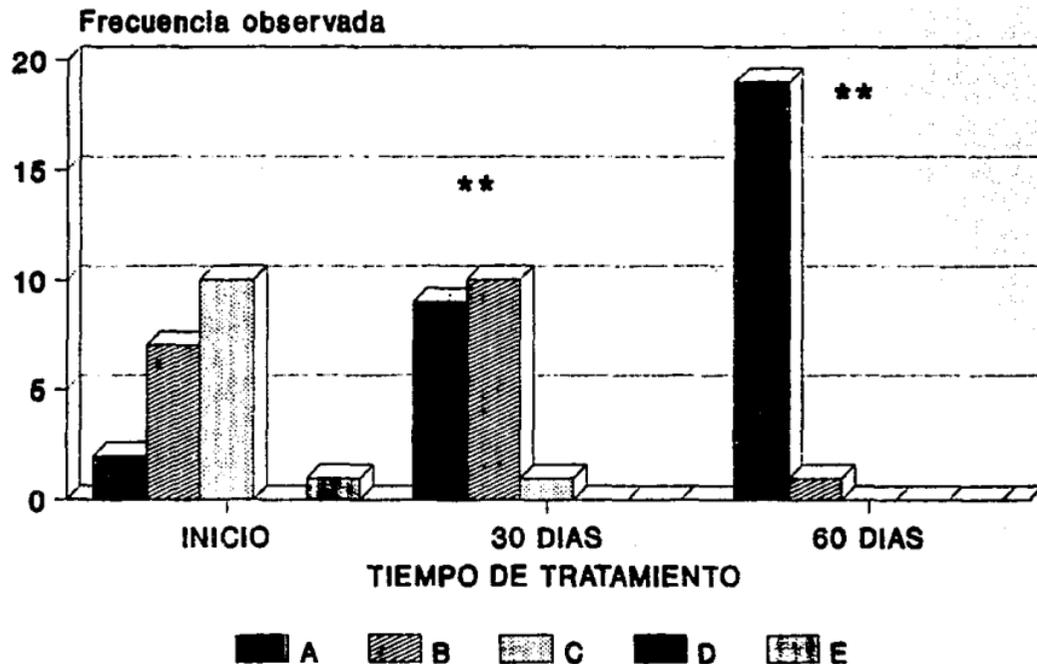
EVOLUCION DE FUERZA MUSCULAR (ESCALA AAOS) EN FORTALECIMIENTO DEL VASTO MEDIAL



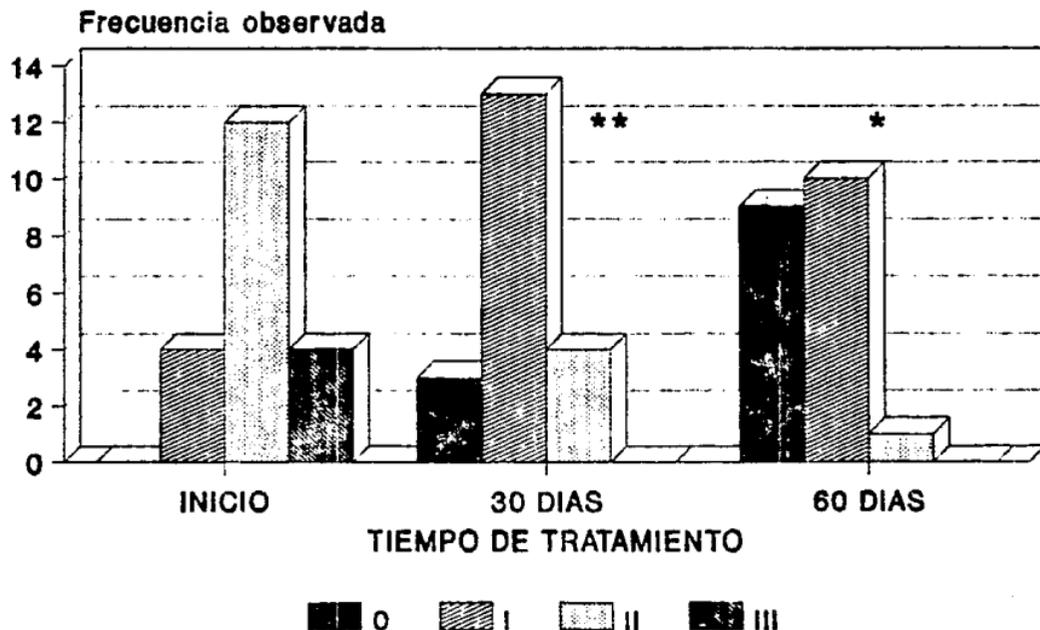
EVOLUCION DE LA CARGA DE PESO EN PACIENTES CON DESPLAZAMIENTO PATELAR



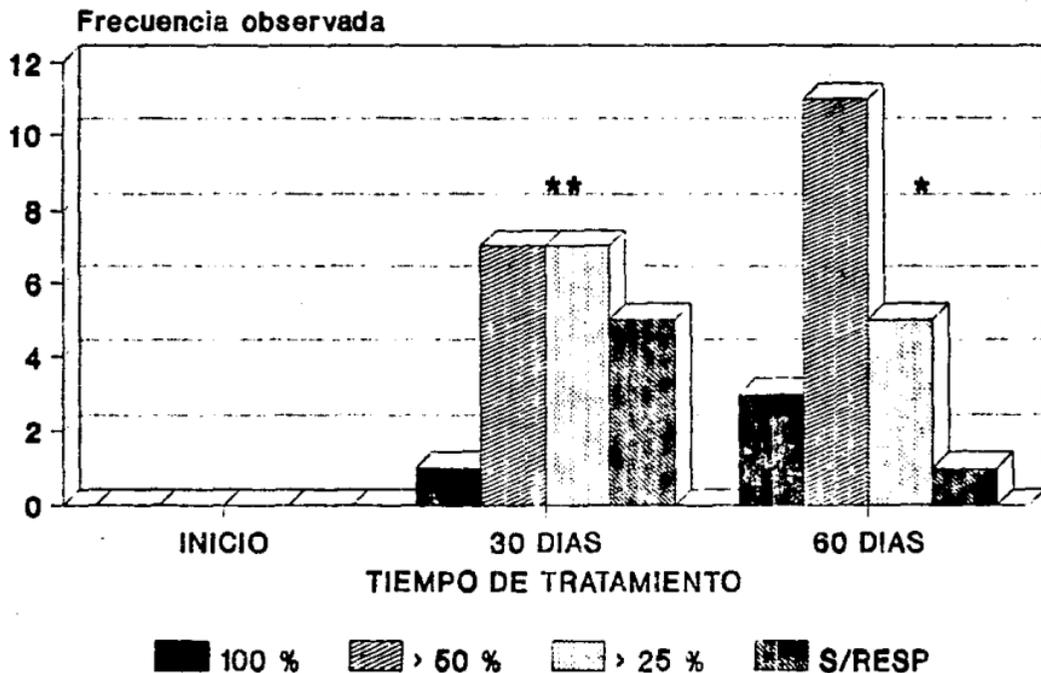
EVOLUCION DE FUNCIONALIDAD EN FORTALECIMIENTO DE VASTO MEDIAL



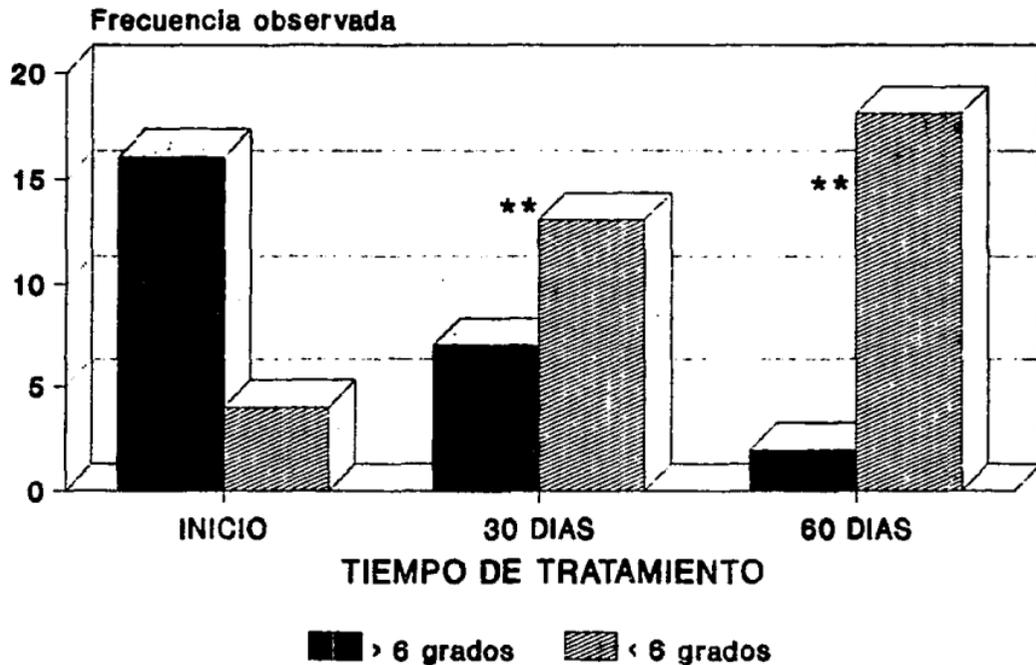
EVOLUCION RADIOLOGICA DEL DESPLAZAMIENTO PATELAR EN FORTALECIMIENTO DE VASTO MEDIAL



REVERSION DEL DESPLAZAMIENTO PATELAR EN FORTALECIMIENTO DE VASTO MEDIAL



EVOLUCION DEL ANGULO DE CONGRUENCIA EN PACIENTES CON DESPLAZAMIENTO PATELAR



VI. CONCLUSIONES

En el presente estudio se encontró una diferencia significativa a favor del grupo de edad de 15 a 24 años con respecto a los grupos etarios restantes, en cuanto a la distribución por sexos, aún cuando la gran mayoría de sujetos estudiados correspondió al sexo femenino, no existió diferencia significativa, posiblemente este hallazgo se relacione al tamaño de la muestra en estudio, mereciendo la pena a posteriori una valoración de población más grande y determinar si en efecto el mal alineamiento ocurre con mayor frecuencia en las mujeres en quienes existen sustratos anatómicos que pueden colaborar al desplazamiento como el genu valgo constitucional.

En relación al diagnóstico de ingreso tampoco se encontró significancia, pero la hiperpresión patelar fue el motivo principal de solicitud de atención, dadas sus manifestaciones dolorosas tan importantes. En cuanto a la presencia de antecedentes traumático, éste fue considerablemente más frecuente y ahora si estadísticamente significativo en relación al trauma agudo, lo que reafirma la naturaleza de éste tipo de problemas, originados por sobrecargas mecánicas anormales que llevan a debilidad y degeneración de las superficies articulares en forma lenta pero progresiva, con la presencia de dolor en ocasiones intenso y en otras muchas muy tolerable.

Por lo que cabe a la evolución del dolor existió una diferencia estadística altamente significativa al comparar los niveles de dolor encontrados en la primera y segunda valoraciones y al relacionar a éstas con la tercera valoración, consideramos que éste hallazgo tiene su origen en la reversión del desplazamiento, por un lado dado que al

alinearse la patela y mantenerse dentro del surco troclear, disminuyen las sobrecargas en las superficies articulares tanto de la patela como en los cóndilos. En cuanto a los 2 intervalos de tiempo estudiados el primero de 0 a 30 días y el segundo de 30 a 60, en ambos se encontró el mismo nivel de significancia, lo que obliga a pensar que aunque el tratamiento brinda buenos resultados de acuerdo a esta variable ya incluso a los 30 días, conviene prolongarlo hasta el final para beneficiar al máximo de población tratada con él, de acuerdo a estos resultados se puede apreciar que la severidad del dolor fue visiblemente disminuida.

Por lo que respecta a la cuantificación de la fuerza muscular en las tres observaciones, se encontró un alto nivel de significancia entre el inicio y los 30 días de tratamiento, y posteriormente también se logró incrementar la fuerza muscular pero aun cuando la significancia estuvo presente, desendió en importancia en el último periodo de tratamiento. En cuanto a la carga de peso también se logró incrementar a lo largo del programa del tratamiento, obteniéndose un alto nivel de significancia comparando tanto en la segunda y terceras valoraciones contra la primera.

La calificación funcional de los pacientes y las rodillas en particular sometidas al programa de fortalecimiento también se encontraron con resultados estadísticamente significativos a todo lo largo del tratamiento, hecho que debe relacionarse tanto con el incremento en la fuerza muscular como en la disminución de las manifestaciones dolorosas de estos pacientes. En cuanto a las valoraciones radiológicas de las rodilla tratadas, en primer término se encontró que los niveles de reversión fueron altamente significativos y que la ganancia mayor se presentó en la primera etapa del tratamiento, asimismo con respecto a la normalización del ángulo de congruencia, que se afecta comunmente en este tipo

de patologías el grado de significancia fue importante predominantemente mayor en la primera etapa del tratamiento.

Podemos concluir que el fortalecimiento específico del vasto medial promovido por el tratamiento instituido en este estudio, resultó eficaz en el manejo de los defectos de alineación patelar lateral, en base a los resultados obtenidos, asimismo que permite una recuperación favorable en pacientes con síndromes dolorosos peripatelares postraumáticos en los que se sustenta el mal alineamiento patelar y el desequilibrio muscular generado por un vasto medial débil, consideramos que el periodo de tratamiento debe de mantenerse durante los 2 meses propuestos para lograr el máximo grado de beneficio en este tipo de patología. Sugerimos que deben realizarse estudios de seguimiento a largo plazo para determinar la eficacia del tratamiento en éstos términos, y sobre todo, orientar al paciente en el sentido de dar cumplimiento a su programa de casa con la finalidad de prevenir recidivas más aún cuando sabemos que padecimientos como los que dan origen a los defectos de alineamiento de la patela tienen un carácter crónicamente evolutivo.

Queda abierta de ésta manera la posibilidad de investigaciones complementarias, que nos lleven a comprender mejor el comportamiento de esta articulación tan compleja en beneficio de nuestros pacientes.

VII. BIBLIOGRAFIA

- 1.- PRIVES M. Anatomía humana. 3ª ed. Moscú: Editorial MIR, 1985: 267-72.
- 2.- KAPANDJI I. Cuadernos de fisiología articular. 2ª ed. México, Toray Masson, 1985: 72-135.
- 3.- CHICHARRO E. Anatomía de la rodilla en gonartrosis. 1ª ed. México, Pfizer, 1987: 1-13.
- 4.- SEGALL P. La rodilla. 1ª ed. Barcelona, MASSON, 1985: 16-172.
- 5.- RICKLIN P. Lesiones meniscales. 1ª ed. Barcelona, JIMS, 1974: 1-16.
- 6.- BRAVO B. Biomecánica de la rodilla. 1ª ed. México, Pfizer, 1987: 1-24.
- 7.- BRUNSTROM S. Clinical kinesiology. 4th ed. Philadelphia, F:A: Davis Co., 1987: 287-310.
- 8.- RASCH P. Kinesiología y anatomía aplicada. 6ª ed. Buenos Aires, EL ATENEO, 1985: 201-19.
- 9.- CYRIAX J. Textbook of orthopaedic medicine. 8th ed. London, Bailliere Tindall, 1985: 392-415.
- 10.- DUGDALE T. & BARNETT P. Historical background: patellofemoral pain in young people. Orthopedic clinics of North America 1986;17: 211-19.
- 11.- FISHER R. Comparative treatment of patellofemoral pain. Orthopedic clinics of North America 1986;17: 269-72.
- 12.- SCHMIDT G. Biomechanics and physical therapy. Phys Ther 1984;64: 1807-08.
- 13.- CRAICK R. Biomechanics: A neural control perspective. Phys Ther 1984;63: 1810-11.
- 14.- LEVEAU B. Biomechanics: A summary of perspectives. Phys Ther 1984;64: 1812-15.
- 15.- CERNY K. Kinesiology versus biomechanics. Phys Ther 1984;64: 1809.

- 16.- OLERUD C. & PER BERG C. The variation of the Q angle with different positions of the foot. Clin orthop & rel. res. 1984;191: 162-65.
- 17.- VILADOT P. Ortesis y prótesis de la extremidad inferior. 1a ed. Barcelona, MASSON, 1987: 29-33.
- 18.- BOHANNON R. & GIBSON D. Effect of Quadriceps femoris muscle stretch on knee extension torque. Phys Ther 1985;65: 312-13.
- 19.- SODERBERG G. & COOK T. Electromyography in biomechanics. Phys Ther 1984;64: 1813-20.
- 20.- YANG J. & WINTER D. Electromyography reliability in maximal and submaximal contractions. Arch Phys Med Rehabil 1983;64: 417-20.
- 21.- HANTEN W. & SCHULTIES. exercise effect on electromyographic activity of the vastus medialis and vastus lateralis muscles. Phys Ther 1990;70: 561-65.
- 22.- REYNOLDS L., MADEIROS J. et. al. Electromyographic activity of the vastus medialis oblique and the vastus lateralis in their role in patellar alignment. Am J. Phys Med 1983;62: 61-70.
- 23.- BOSE K., KANAGASUNTHERAM R. & USMAN M. Vastus medialis. Oblique: an anatomic and physiologic study. Orthopaedics 1980;3: 880-83.
- 24.- SODERBERG G. & COOK T. An electromyographic analysis of quadriceps femoris muscle setting and straight leg raising. Phys Ther 1983;63: 1434-38.
- 25.- SODERBERGG., MINOR S. & ARNOLD K. Electromyographic analysis of knee exercises in healthy subjects and in patients with knee pathologies. Phys Ther 1987;67: 1691-96.
- 26.- VILLALOBOS E., CALZADA L. Comunicaciones personales. Hospital Xoco SMDDF México, 1991.
- 27.- SCHENK J. Introductory biomechanics. 2nd ed. Philadelphia, Davis Co. 1980: 37-59.

- 28.- BASMAJIAN J. Terapéutica por el ejercicio. 3ª ed. Buenos Aires, Panamericana, 1985: 36-87.
- 29.- INSALL J., FALVO K. & WISE D. Chondromalacia patellae. A prospective study. J. Bone Joint Surg 1982;65A: 1785-97.
- 30.- LOPEZ VILLANUEVA R. Condromalacia patelar. 1ª ed. México, Pfizer, 1987: 1-17.
- 31.- CHRISMAN O. The role of articular cartilage in patellofemoral pain. Orthopedic clinics of North America 1986;17: 231-34.
- 32.- FULKERSON J. Histologic evidence of retinacular nerve injury associated with patellofemoral malalignment. Clin orthop 1985; 197: 196-203.
- 33.- LAURIN C., DASSAULT R. & LEVESQUE H. The tangential X-Ray investigation of the patellofemoral joint, diagnostic and interpretation. Clin Orthop 1979;144: 16-23.
- 34.- MERCHANT A., MERCER F., JACOBSEN R. et al. Roetgenographic analysis of the patellofemoral congruence. J. Bone Joint Surg. 1984;56A(7): 1391-95.
- 35.- RAMIREZ C. Mediciones radiológicas en traumatología y ortopedia. 1ª ed. México, IMSS, 1987: 47-53.
- 36.- SCHUTZER S., GALE R. & FULKERSON J. The evaluation of patellofemoral pain using computerized tomography. Clin orthop. 1986;204: 286-93.
- 37.- LINDBERG U. HAMBERG P., LYSHOLM J. et al. Arthroscopic examination of the patellofemoral joint using a central portal technique. Orthopedic clinics of North America 1986;17: 263-68.
- 38.- GRANA W., BRUCE H. & HOLLINGSWORTH R. Arthroscopic evaluation of the patellar malalignment. Clin. orthop. 1984;186: 122-128.
- 39.- DE LITTO A. & SNYDER L. Two theories of muscle strenght augmentation using percutaneous electrical stimulation. Phys Ther 1990;70: 58-64.
- 40.- DE LITTO A., ROSE S., Mc COWEN J. et al. Electrical stimulation versus voluntary exercise in strengthening

- thigh musculature after anterior cruciate ligament surgery. *Phys Ther* 1988;68: 660-63.
- 41.- CURRIER D. & MANN R. Muscular strength development by electrical stimulation in healthy individuals. *Phys Ther* 1983;63: 915-21.
 - 42.- TACHINO K., SUSAKI T. & YAMAZAKI T. Effect of electromotor stimulation on the power production of maximally stretched muscle. *Scand J. Rehabil Med* 1989;21: 147-50.
 - 43.- SELKOWITZ D. Improvement in isometric strength of the quadriceps femoris muscle after training with electrical stimulation. *Phys Ther* 1985;65: 186-96.
 - 44.- SINACORE D., DE LITTO A., KING D., et al. Type II fiber activation with electric stimulation. *Phys Ther* 1990;70: 416-22.
 - 45.- MORITANI T. & DE VRIES H. Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. *Am J. Phys Med Rehabil* 1979;65: 115-30.
 - 46.- Mc DONELL M., DE LITTO A. & SINACORE D. Electrically elicited fatigue of quadriceps. *Phys Ther* 1987: 941-45.
 - 47.- LAUGHMANN R., YODAS J. & GARRETT T. Strength changes in the quadriceps femoris muscle as a result of electric stimulation. *Phys Ther* 1983: 494-499.
 - 48.- Mc MILLEN D., TODD-SMITH S. & THOMPSON C. Strengthening of human quadriceps muscles by cutaneous electric stimulation. *Scand J. Rehabil Med* 1983;15: 25-28.
 - 49.- CHENG LUNG S., CURRIER D. & THRELKELD J. Augmentation voluntary torque of healthy muscle by optimization of electrical stimulation. *Phys Ther* 1988;68: 333-37.
 - 50.- REISSMAN M. A comparison of electric stimulators in eliciting muscle contractions. *Phys Ther* 1984;64: 751-55.
 - 51.- DE LA LISA J. *Rehabilitation medicine*. 1st ed. Philadelphia J.B. Lippincott 1988: 849-51.

- 52.- DE LITTO A. & ROSE S. comparative comfort of three waveforms used in electrically eliciting quadriceps femoris muscle contractions. Phys Ther 1986;66: 1704-07.
- 53.- KRAMER J. & MENDRICK L. Electrical stimulation as a strength improvement technique. J. Bone & Joint Surg 1984;55: 47-54.
- 54.- MOHR T., CARLSON B. & SULENTIC C. Comparison of isometric exercises and High volt galvanic stimulation on quadriceps femoris muscle strength. Phys Ther 1985;65: 806-12.
- 55.- MELZACK R. Pain measurement and assesment. 2nd ed. New York, Raven Press 1987: 33-37.
- 56.- KENDALL H. Músculos, pruebas y funciones. 2a ed. Barcelona, JIMS 1988: 1-16.
- 57.- CASTILLA L. Y CRÁVITO J. Estadística simplificada. 1a ed. México, Trillas 1991: 412-18.