

**INSTITUTO SUPERIOR DE CIENCIAS MÉDICAS DE LA HABANA  
HOSPITAL UNIVERSITARIO "COMANDANTE MANUEL FAJARDO"  
SERVICIO DE ORTOPEDIA Y TRAUMATOLOGÍA**

***"TRATAMIENTO DE LA PSEUDOARTROSIS  
DE ESCAFOIDES CARPIANO CON INJERTO  
ÓSEO RADIAL PEDICULADO AL PRONADOR  
CUADRADO Y OSTEOSÍNTESIS"***

***AUTOR: DR. PASTOR LEÓN SANTANA***

***TRABAJO PARA OPTAR POR EL GRADO CIENTÍFICO DE DOCTOR EN  
CIENCIAS MÉDICAS***

***CIUDAD DE LA HABANA  
2009***



## EXERGO

“Si hermoso es ocuparse de los enfermos  
a causa de su mala salud, más  
hermoso es ocuparse de  
los sanos para evitar  
que enfermen”

Aristóteles

## **D**edicatoria

**A mi Esposa e Hija**, por el apoyo brindado, sin el cual no hubiera sido posible la culminación de este trabajo.

## **A**gradecimientos

Al Profesor: René Lorie Rodríguez, quien con su ejemplo y dedicación guió mis pasos hasta esta Especialidad de Ortopedia como un padre.

A los Profesores Antonio Ponce De León Carrillo y Juan Miguel Díaz Quesada que con su talento y sabiduría contribuyeron en mi formación como Especialista en el Hospital Calixto García.

Al equipo de ortopedia del Hospital Ernesto Guevara de Las Tunas, quienes durante 3 años me ayudaron en mi formación como trabajador después de graduado como Especialista.

A mis compañeros de trabajo, quienes gentilmente me dieron todo el apoyo y aliento necesario. Al magnífico colectivo del Hospital Comandante Manuel Fajardo que por más de 20 años, con su gran nivel Científico Docente me han acogido y donde los logros de uno han sido de todos.

A los profesores que tuvieron que ver de una forma u otra con la terminación de este proyecto, y en especial al Doctor en Ciencias Médicas Ricardo Monreal González, por haber aceptado desde un principio ayudarme y por darme la seguridad y alentarme de que podíamos terminar.

A todos aquellos compañeros que, indistintamente, me tendieron una mano generosa para culminar felizmente.

A la Revolución, que con su obra gigantesca ha permitido que todo ciudadano de nuestro país tenga la posibilidad de alcanzar los niveles científicos más elevados que brinda la sociedad.

Muchas Gracias a Todos.

## **SINTESIS**

El problema actual del tratamiento de la pseudoartrosis del escafoides carpiano radica en cómo aumentar el porcentaje de consolidaciones y acortar el período de tiempo en que se logra. El presente trabajo tiene como objetivo contribuir a la solución de estas cuestiones.

Se realizó un estudio descriptivo prospectivo, Tipo serie de casos. Fueron operados 17 pacientes con pseudoartrosis del escafoides utilizando injerto óseo del radio pediculado al pronador cuadrado y fijación interna Técnica de Kawai, entre 1997-2003, en el Servicio de Ortopedia y Traumatología del Hospital Universitario “Comandante Manuel Fajardo” de Ciudad de La Habana.

Al analizar los resultados se comprobó la consolidación de la pseudoartrosis en todos los pacientes de nuestra serie, entre ellos 2, con necrosis avascular del polo proximal, lograron consolidación con revascularización del fragmento óseo necrosado; 4 cambiaron de trabajo. No se reportaron complicaciones relacionadas con la técnica quirúrgica (fragmentación o reabsorción del injerto, y infección de la herida).

Este trabajo constituye la primera publicación en Cuba, de una serie de casos intervenidos con este proceder para la solución de la pseudoartrosis del escafoides.

# INDICE

	<b>Páginas</b>
<b><i>Introducción.</i></b>	
La fractura de escafoides carpiano y los trastornos de curación.	1-3
Evolución histórica del tratamiento quirúrgico de la pseudoartrosis del escafoides.	3-6
Planteamiento del problema.	6-7
Hipótesis.	7
Objetivos de la investigación.	8
Novedad científica.	9
<b><i>Capítulo 1: Marco teórico.</i></b>	
1.1 Anatomía ósea.	10-13
1.2 Vascularización de los huesos del carpo.	14-18
1.3 Anatomía de los ligamentos.	18-22
1.4 Biomecánica del carpo	22-24
1.5 Medios diagnósticos.	25
1.5.1 Radiografía simple.	25
a) Altura del carpo.	25-26
b) Medidas radiológicas en el radio.	26
• Inclinación radial.	26
• Longitud radial.	26
• Varianza cubital.	26-27
• Inclinación palmar.	27
c) Ángulo escafolunar.	28
d) Angulo radio-semilunar (radiolunar).	28-29
e) Ángulo capitolar.	29
f) Inestabilidad en dorsiflexión.	30
g) Disociación escafolunar.	31
h) Inestabilidad en flexión palmar.	31
i) Morfología del semilunar.	32-33
1.5.2. Artrografía de muñeca.	33
1.5.3. Ecografía.	33
1.5.4. Tomografía computarizada (TAC).	34
1.5.5. Resonancia magnética (RMI).	34-35
1.5.6. Gammagrafía.	35
1.5.7. Artroscopia.	35
1.6. Inestabilidad del carpo.	36-38
1.7. Fracturas del escafoides.	38
1.7.1. Clasificación.	39-41
1.7.2. Tratamiento de la fractura del escafoides.	41
1.8. Pseudoartrosis de escafoides carpiano.	42
1.8.1. Concepto.	42
1.8.2. Factores que intervienen en la producción de la pseudoartrosis del escafoides.	42

1.8.3. Clasificación de Herbert de la pseudoartrosis.	43
1.8.4. Principios de la conducta a seguir.	43-44
1.8.5 .Tratamiento de la pseudoartrosis del escafoides.	45

## **Capítulo 2. Diseño de investigación.**

2.1. Tipo de Diseño.	46
2.2. Criterios de inclusión.	46
2.3. Criterios de exclusión.	47
2.4. Pacientes estudiados.	47
2.5. Valoración.	47
2.6. Definición operacional de las variables.	48
2.7. Técnica Quirúrgica.	49-55
2.8. Seguimiento posoperatorio.	55
2.9. Procesamiento de la información y análisis estadístico.	56
2.10. Evaluación.	56
2.11. Criterios de consolidación.	56
2.12. Tiempo de consolidación.	57
2.13. Asociación entre la morfología del semilunar, patrón de inestabilidad y tipo de pseudoartrosis.	57

## **Capítulo 3. Resultados.**

3.1. Consolidación ósea.	58
3.2. Tiempo de consolidación.	59-60
3.3. Dolor.	60-61
3.4. Ángulo escafolunar.	61-62
3.5. Movilidad.	63
3.6. Asociación entre la morfología del semilunar, patrón de inestabilidad y tipo de pseudoartrosis.	63-66
3.7. Complicaciones.	67

## **Capítulo 4. Discusión.**

## **Capítulo 5. Conclusiones.**

## **Capítulo 6. Recomendaciones.**

## **INTRODUCCIÓN**

### ***La fractura del escafoides carpiano y los trastornos de la consolidación.***

Las fracturas del escafoides son las más frecuentes de los huesos del carpo (70-90%), siendo el mecanismo de trauma una fuerza axial, por apoyo de la mano en flexión dorsal forzada y pronación, como resultado de lesiones deportivas (el auge de la práctica de deportes extremos las hace más frecuentes), caídas de altura, o accidentes del tránsito. Sólo ocasionalmente el antecedente traumático tiene una magnitud discreta, siendo la causa fundamental de que ni el paciente ni el médico sospechen la existencia de la fractura y se rotule el cuadro como un simple esguince de la muñeca. Los síntomas y los signos incluyen dolor espontáneo en la mitad radial de la muñeca, dolor intenso a la presión de la tabaquera anatómica, limitación funcional a los movimientos de flexo extensión de la muñeca, dolor y pérdida de la capacidad de prensión del pulgar contra el índice y dolor a la presión axial del pulgar extendido contra el carpo (retropulsión). (1)

La fractura del escafoides sigue siendo un reto para el ortopédico y para los cirujanos de la mano. Persiste la duda sobre si el tratamiento a realizar será el correcto, si se logrará o no la consolidación o si llegará a complicarse con necrosis avascular; pues el aporte vascular al escafoides es crítico. Múltiples estudios confirmaron el predominio del aporte vascular que entra por el polo

distal del escafoides con pequeñas arterias que llegan por la parte palmar y las principales por la cresta dorsal del escafoides. De acuerdo a estos estudios se ha determinado que el aporte vascular del escafoides penetra prácticamente en su totalidad por la parte distal. Estos hechos anatómicos predisponen a que las fracturas de la cintura y del polo proximal del escafoides puedan alterar el aporte vascular de la porción proximal, con una mayor incidencia de pseudoartrosis y de necrosis avascular, lo que ensombrece el resultado funcional de la muñeca. (2-4)

Existen múltiples tratamientos para la fractura del escafoides, desde el tratamiento conservador con inmovilización, hasta los quirúrgicos con fijación percutánea con clavos o tornillos, reducción abierta y la fijación con diferentes elementos, entre otros. (5-8)

Mientras que el 90% de las fracturas del escafoides consolidan si son adecuadamente tratadas, aquellas que evolucionan con trastornos de la consolidación provocan la discapacidad durante un período prolongado de tiempo.

La pseudoartrosis, definida como la ausencia o falta de progresión del proceso de curación observada en las radiografías y en la exploración clínica en un período de seis meses, puede ser hipervascular (hipertrófica) o avascular (atrófica). En las pseudoartrosis de tipo atrófico predomina el tejido fibroso y se requiere del uso de injerto óseo, por su precaria vascularización. También se pueden clasificar desde el punto de vista anatómico y clínico como estable, fibrosa, esclerótica, inestable, deformidad en joroba y sinovial avascular. (9-16)

Los factores que favorecen la aparición de una pseudoartrosis del escafoides son: El insuficiente tratamiento inicial (ortopédico conservador en fracturas desplazadas, diagnóstico tardío o retiro precoz de la inmovilización), la inestabilidad por ruptura del ligamento escafolunar u otros, factores vasculares relacionados con la irrigación del escafoides y los factores intrínsecos, como la orientación oblicua de la línea de fractura.

La pseudoartrosis del escafoides no tratada evoluciona a una osteoartritis más extensa de la muñeca, de la misma manera que se pierde la longitud del carpo, cambiándose la transmisión de las fuerzas de carga. Esta artrosis tiene un patrón típico con Colapso Carpiano Avanzado (CCA). Los signos degenerativos comienzan en el espacio radioescafoideo y se observan después en el resto de las articulaciones carpianas.

La velocidad del desarrollo de la osteoartritis depende de varios factores: la edad del paciente, la lesión ligamentaria, la estabilidad a nivel del foco de fractura, el grado de desplazamiento de los fragmentos, la reabsorción ósea y otras lesiones asociadas. No existe correlación entre los síntomas, los hallazgos radiológicos y la duración de la pseudoartrosis. (17-20)

Por lo tanto, el único tratamiento que previene la progresión de la artrosis es la reparación quirúrgica temprana de la pseudoartrosis.

**Evolución histórica del tratamiento quirúrgico de la pseudoartrosis del escafoides carpiano.**

El tratamiento quirúrgico de la pseudoartrosis del escafoides también ha evolucionado de forma notable. Inicialmente, el objetivo era obtener la consolidación y el método para conseguirlo, el aporte de injerto óseo, acompañado de una prolongada inmovilización. La técnica denominada Matti-Russe ha sido durante años la más utilizada, aunque con resultados satisfactorios limitados a los casos con buena vascularización y que no afectaran al tercio proximal. En una segunda etapa (reciente), se pasa a reconocer la necesidad de reconstruir la anatomía del escafoides, además de obtener la consolidación. La difusión de nuevos métodos de osteosíntesis, con especial mención del tornillo de Herbert, facilita este doble objetivo, pues permite la fijación estable de injertos cortico-esponjosos tallados a la medida de la deformidad que se pretende corregir. (21-27)

Cuando se coloca un autoinjerto esponjoso o cortico-esponjoso convencional para estimular la consolidación de un foco de pseudoartrosis, únicamente se mantienen viables por difusión un mínimo porcentaje de células, muriendo la mayoría de ellas. (28) En presencia de un lecho sano, la incorporación del injerto es un proceso que se inicia de forma precoz hacia la tercera semana y que se prolonga durante un periodo de duración variable, proceso denominado creeping substitution o sea reabsorción y sustitución, hasta conseguir la completa sustitución del hueso necrótico por hueso vivo. Si las condiciones vasculares del lecho son deficientes, la contribución del injerto al proceso de consolidación puede quedar truncada. (29-33)

El injerto óseo vascularizado (IOV), bien se trate de un pediculado o de una transferencia microvascular libre, mantiene la viabilidad celular de forma proporcional a la calidad de su flujo vascular, no precisa atravesar el proceso de

creeping substitution. Al mantener su integridad estructural y su viabilidad celular, puede producirse la consolidación ósea primaria. Existe evidencia experimental y clínica, que confirma la ventaja biológica de los injertos óseos vascularizados en diversas situaciones, respecto a los autoinjertos convencionales no vascularizados. (34-37)

En la pseudoartrosis del escafoides, el aporte de los injertos óseos vascularizados sería cómo aumentar el porcentaje y acortar el período de tiempo de consolidación de la pseudoartrosis. Más interesante aún, podrían ser utilizados en entornos desfavorables como son los casos ya intervenidos o con necrosis avascular del polo proximal. (34-37)

Se proponen diversos tipos de injertos óseos vascularizados para el tratamiento de la pseudoartrosis del escafoides y, aunque se describe la transferencia microvascular libre de hueso de la cresta iliaca, la mayoría de autores utilizan injertos pediculados vecinos. El pedículo vascular puede obtenerse de la inserción del pronador cuadrado, de la arteria carpiana palmar, de la arteria cubital, de la arteria intermetacarpiana del primer o segundo espacio dorsal, o de la primera arteria septal del dorso del radio. (36-41)

Judet y Roy Camille (41) describen la técnica de injerto óseo vascularizado por un pedículo muscular del pronador cuadrado, más tarde popularizada por Braun RN (42). Posteriormente en 1988 Kawai H (36) modifica la técnica original.

Zaidemberg C en 1991 (40) hace la primera descripción de injerto óseo con el aporte vascular directo, posteriormente aparecen otros colgajos como los descritos por Brunelli F (43-44), Mathoulin C (45-46), Kuhlmann (37, 47) y por Bertelli J (48), que permiten hoy una amplia gama en la elección de injertos óseos vascularizados.

El colgajo descrito por Zaidemberg C, (40) se basa en una pequeña arteria que nace de la arteria radial y se dirige al lado dorsal del radio entre el primero y segundo compartimento de los extensores. Es de una longitud muy corta pero suficiente para rotar y colocar el injerto en la parte dorsal del escafoides. Este colgajo toma mayor popularidad en los últimos años debido a su constante anatomía, corroborada con los estudios anatómicos de esa zona.

Brunelli F (43-44) describe en 1991 el curso anatómico de la rama arterial que nace de la arteria radial y se dirige por la parte dorsal del primer espacio interóseo y da aporte vascular al borde radial del segundo metacarpiano y de la articulación metacarpofalángica.

### **Planteamiento del problema.**

Entre los factores causales de la pseudoartrosis del escafoides intervienen: los trastornos de la vascularización, el mal manejo en el tratamiento inicial con evolución tórpida ocasional y los problemas de la inestabilidad señalados.

Diferentes clasificaciones sobre una base imagenológica, orientan el tratamiento y ayudan a predecir la evolución.

Las técnicas microquirúrgicas para el aporte del injerto óseo vascularizado ya sea libre o pediculado de uso actual, hace grandes aportes en relación con el tema; sin embargo requieren de procedimientos sofisticados que utilizan medios e instrumentales no siempre al alcance de todas nuestras instituciones, además de la necesidad de entrenamientos y la curva de aprendizaje del personal que la realiza, a pesar de estas afirmaciones la pseudoartrosis del escafoide carpiano constituye un problema para el enfermo y su medio social, debido a las limitaciones incapacitantes que quedan como secuela y para el cirujano porque no existe todavía el proceder operatorio de elección para tratarlas.

De ahí la necesidad de disponer de una técnica que brinde las tres condiciones necesarias para la consolidación como son:

- La necesidad de resección del tejido fibroso y esclerótico.
- La utilización de un injerto con aporte vascularizado y la fijación firme que garantice la estabilidad del injerto y del foco de la pseudoartrosis.
- Que se recupere la longitud y la alineación del hueso.

En el momento actual el problema científico de la pseudoartrosis del escafoide carpiano radica en cómo aumentar el número de consolidaciones y acortar el período de tiempo en que se produce. El presente trabajo pretende contribuir a dar respuesta a estas cuestiones.

### **Hipótesis.**

El proceder operatorio del injerto óseo radial pediculado al pronador cuadrado sin necesidad de proceder microquirúrgicos (Técnica de Kawai), cumple con los requisitos señalados para el tratamiento de esta afección.

## **Objetivos de la investigación.**

### **General:**

Analizar los resultados del tratamiento quirúrgico de la pseudoartrosis del escafoides carpiano, con la técnica del injerto óseo radial vascularizado pediculado al pronador cuadrado (Técnica de Kawai).

### **Específicos:**

1. Evaluar el tiempo de la consolidación ósea y su relación con el tipo de pseudoartrosis.
2. Determinar el grado de la movilidad articular, la intensidad del dolor, sus limitaciones y los resultados imagenológicos.

### **Novedad de la investigación.**

Está demostrada la efectividad de los injertos vascularizados en el tratamiento de la pseudoartrosis del escafoides carpiano, con la limitante de la complejidad microquirúrgica y el entrenamiento para realizarlos. A pesar de que la técnica quirúrgica que se utiliza en nuestro trabajo fue descrita por Judet y Roy-Camille en 1965 y luego fue modificada por Braun RN en 1980 y por Kawai H en 1988, fueron utilizadas en casos con necrosis avascular del polo proximal y en pacientes que habían sido operados con técnica convencionales de injerto no vascularizados fallidas, o sea se utilizaban como segunda opción. Nosotros utilizamos la última modificación como el proceder de elección y primera opción del tratamiento.

Conocemos que prestigiosos ortopédicos de otros centros hospitalarios del país la han utilizado, planteamos que la novedad fundamental de esta investigación radica en que es el primer trabajo publicado de una serie de casos operados con la Técnica Kawai en Cuba. Lo que puede utilizarse como primera opción en todos los casos de pseudoartrosis, sin requerir del entrenamiento con microcirugía.

Surgiendo como elemento novedoso adicional la identificación de la relación existente entre la asociación de la inestabilidad dorsal intercalada en el carpo y el tipo de pseudoartrosis; así como entre la morfología del semilunar y el tipo de pseudoartrosis, lo que constituyen otros aspectos de novedad científica que tiene el trabajo propuesto para obtener El grado científico de Doctor en Ciencias Médicas.

## CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO.

El carpo constituye una de las unidades funcionales más complejas dentro de la estructura ósea corporal. Su función está íntimamente unida a las articulaciones radiocubital proximal y distal y no es posible adquirir una visión de conjunto sin considerar la patología que pueda estar asociada a ellas.

### 1.1 Anatomía ósea (49-50)

El carpo está formado por 8 huesos en dos filas, que forman el arco transversario carpiano, donde el ligamento transversario anterior del carpo crea este arco en el llamado túnel carpiano, vía de paso de los tendones flexores y del nervio mediano del antebrazo a la mano.

- **Hilera proximal:**

Está formada por el escafoide, el semilunar, el piramidal y el pisiforme. Estos huesos gozan de un grado importante de movilidad individual, se excluye al pisiforme, que articulado exclusivamente con la cara palmar del piramidal, se comporta como un sesamoideo enfundado en el tendón del *flexor carpi ulnaris* (FCU).

El escafoide es un hueso con forma de barquilla que se suele dividir en tres partes:

- 1- El cuerpo, que se articula proximalmente con el radio y medialmente con el semilunar y el grande
- 2- La zona media o cintura

- 3- La extremidad distal que se articula con el trapecio y el trapezoide y en la que existe, en su cara externa, una prominencia conocida como el tubérculo del escafoides, en la que se insertan potentes ligamentos.

El escafoides recibe aproximadamente el 20% del total de su vascularización a través del tubérculo y el 80% restante a través de la región dorsal, con entrada por el cuello. Por tanto, el polo proximal del escafoides no recibe vascularización directa, a lo que se atribuye la frecuente observación de necrosis avascular (NA) de dicho polo en fracturas a nivel del cuello o más proximales.

El semilunar, llamado así por su forma, tiene 4 carillas articulares que suponen el 80% de su superficie: proximal para el radio, medial para el piramidal y lateral para el escafoides. La carilla restante, la distal, configura junto con la correspondiente del escafoides una concavidad que aloja la cabeza del hueso grande, conformandose una articulación cóndilo-glenoidea muy móvil. La forma del semilunar puede variar de acuerdo con la morfología del complejo articular radiocubital distal: en los casos de cúbito corto (*minus* variante o variante cubital negativa) es frecuente una morfología triangular del semilunar, que a su vez se ha relacionado con una mayor incidencia de osteomalacia del semilunar (enfermedad de Kienböck).

El piramidal tiene forma de pirámide truncada y forma parte del complejo articular radiocubital distal, presenta una superficie articular proximal destinada al fibrocartílago triangular. En su lado externo se articula con el semilunar,

distalmente con el ganchoso y en su cara palmar con el pisiforme. La cara dorsal y parte de la cara palmar del piramidal son rugosas y reciben la inserción de potentes ligamentos, importantes para la estabilidad del carpo.

El pisiforme está incluido en el tendón del FCU y solamente se articula con la faceta articular palmar del piramidal y, aunque esta articulación es móvil, el pisiforme se encuentra firmemente anclado al recibir inserciones de potentes ligamentos entre los que se encuentra el ligamento anterior transversal del carpo.

- **Hilera distal:**

Trapezio. Es un hueso clave en la fisiología de la mano. Forma parte de la columna externa del carpo y de la columna ósea del pulgar. Su articulación distal con el primer metacarpiano es muy móvil, siendo posibles movimientos en dos ejes perpendiculares entre sí, por lo que se ha comparado con una silla de montar. Esta configuración de la articulación trapeziometacarpiana es la que básicamente permite el movimiento de oposición del pulgar, que caracteriza a la especie humana. También el trapezio se articula mediante carillas internas con el segundo metacarpiano y con el trapezoide. Proximalmente se articula con el escafoide, esta última articulación presenta un grado importante de movilidad. Las superficies no articulares del trapezio son puntos de inserción muscular o ligamentosa.

Trapezoide. Forma parte de la columna externa del carpo. Representa el soporte del segundo metacarpiano, conforma una segunda articulación

carpometacarpiana muy poco móvil. En su porción proximal se apoya directamente sobre el polo distal del escafoides.

Grande. Es el mayor de los huesos del carpo y constituye junto con el semilunar la columna central del carpo. Su extremidad proximal, la cabeza, es en realidad un cóndilo encajado en la concavidad que configuran el escafoides, el semilunar y la porción más proximal del ganchoso. Desde el punto de vista funcional es importante reconocer como una unidad funcional al hueso grande, al escafoides y al semilunar, ya que la disociación articular de estos huesos provoca siempre desequilibrios compensatorios. Así, en la diastasis escafolunar, la cabeza del hueso grande asciende y se introduce entre ambos huesos, disminuyendo la altura de la columna central, lo que a su vez desequilibra el arco metacarpiano.

Ganchoso. Tiene forma de pirámide de base distal. Forma parte de la columna cubital del carpo y parece que en torno a él se efectúan los movimientos rotatorios de la muñeca. Las carillas articulares ocupan prácticamente toda la circunferencia del hueso y en su cara palmar se localiza una apófisis encorvada hacia el lado radial llamada gancho o apófisis unciforme, insertándose en ella la mayor parte de las fibras del ligamento transversal anterior del carpo.

## **1.2. Vascularización de los huesos del carpo.**

### **1.2.1. Del escafoides.**

El escafoides presenta una irrigación que lo caracteriza, casi el 80% de su superficie está cubierta por cartílago articular, de modo que la vascularización penetra en él a través de dos pequeñas áreas libres, una dorsal para la rama escafoidea de la arteria radial y otra palmar (Figura 1). En dos terceras partes de los casos, los vasos arteriales discurren por dentro del hueso de un extremo al otro, lo que deja al polo proximal con régimen vascular precario, constituido por vasos terminales. Aproximadamente un 20% del total de su vascularización la recibe a través del tubérculo y el 80% restante a través de la región dorsal, con entrada por el cuello, siendo su irrigación de dorsal a volar y de distal a proximal. Por lo tanto, el polo proximal del escafoides no recibe irrigación directa, hecho al que se le atribuye la frecuente observación de su necrosis en fracturas del cuello, o más proximales. (51-53)

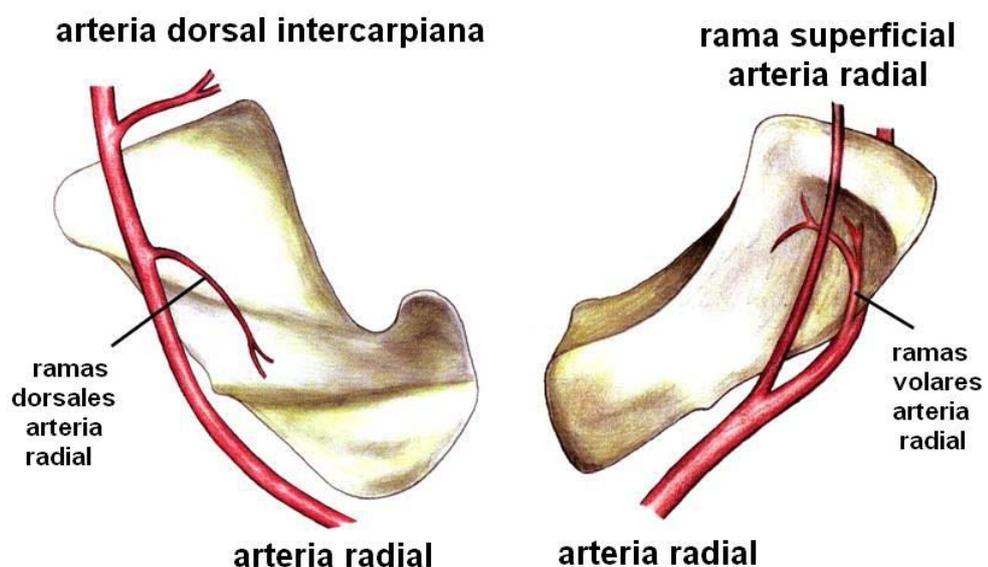


Figura 1. Patrón vascular del escafoides (Tomado de: Wrist, Scaphoid Fractures and Complications by Carol A Boles, MD. [e](#) Medicine Specialties. 2007)

Es este sistema vascular del escafoides el que ayuda a explicar su conducta biológica frente a la fractura: consolidación lenta y gran tendencia a la pseudoartrosis y a la necrosis avascular (NA), sobre todo del polo proximal. Es por ello que el pronóstico mejora en la medida que el trazo de fractura es más distal, pues el compromiso vascular del hueso es progresivamente menor.

La importancia biomecánica de la fractura es que las cargas se transmiten a través de la muñeca casi en exclusiva por el escafoides y un aumento de carga transmite las fuerzas al polo distal, estando el polo proximal bloqueado por los ligamentos radiocarpianos.

Como la fractura se produce a nivel del cuello, generalmente con muy poca conminución dorsal del escafoides se crea una situación de inestabilidad del semilunar, que asume una postura de extensión. El segmento proximal del escafoides fracturado es llevado por el ligamento escafolunar a una posición de extensión, lo que genera un espacio dorsal que puede ser el origen de la pseudoartrosis; en esta situación se puede acortar la longitud de la superficie palmar. Si la fractura consolida en esta posición genera la deformidad “en joroba”, que puede llevar a una artrosis postraumática radiocarpiana secundaria.

### **1.2.2. De los demás huesos del carpo.**

Gelberman RH (53) identificó los patrones de vascularización de los huesos del carpo que se correlacionan con una mayor incidencia de necrosis avascular

(NA), clasificándolos en tres grupos en base al número y localización de los vasos nutricios, presencia o ausencia de anastomosis intraóseas y dependencia de amplias zonas del hueso de un único vaso.

*Grupo 1:* Formado además del escafoides por, el hueso grande y el 8% de los semilunares. Tienen vasos que penetran por una única superficie y amplias zonas del hueso dependen de un único vaso nutricio. Este grupo es el más vulnerable al desarrollo de NA postraumática. (Figura 2)



Figura 2. Grupo 1 de los patrones de vascularización de los huesos del carpo.

*Grupo 2:* Ganchoso y trapezoide; se caracterizan por dos o más áreas de entrada vascular pero sin anastomosis intraóseas significativas. La NA de estos huesos es excepcional. (Figura 3)



Figura 3. Grupo 2 de los patrones de vascularización de los huesos del carpo.

*Grupo 3:* Trapecio, piramidal, pisiforme y 92% de semilunares. Tienen múltiples anastomosis intraóseas y su riesgo de NA es muy bajo. (Figura 4)

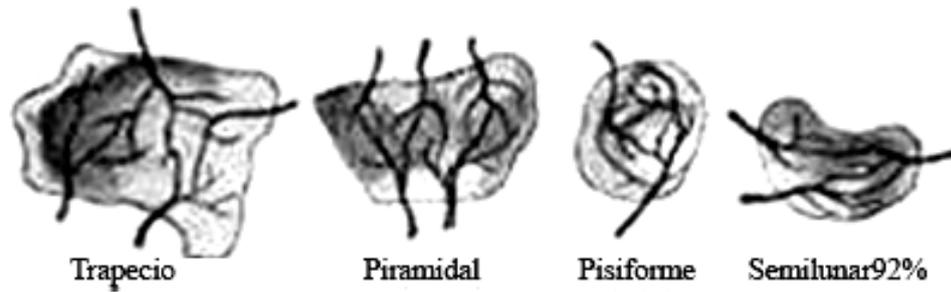


Figura 4. Grupo 3 de los patrones de vascularización de los huesos del carpo.

Al aplicar estos patrones vasculares Gelberman RH (53) demuestra que el escafoides recibe la vascularización fundamentalmente de la arteria radial mediante ramas dorsales y volares a través de su segmento distal. Estas ramas proporcionan aproximadamente el 80% del flujo sanguíneo total, el 20% restante es aportado por vasos palmares que penetran a través del polo distal y tubérculo del escafoides.

Gelberman RH (53-54) no consiguió encontrar conexiones intraóseas entre estas dos sistemas, ni flujo sanguíneo a través del ligamento escafolunar (LEL), pero Landsmeer RA (55) demostró que el ligamento radio-escafo-lunar o ligamento de Testut, es una estructura neurovascular que suple al LEL y puede vascularizar el polo proximal del escafoides. La Necrosis Avascular total después de una fractura del escafoides, especialmente si el LEL permanece intacto, es rara, presentándose tan sólo en el 5-10% de los casos; sin embargo, es frecuente encontrar una disminución de la vascularización del polo proximal. (55)

Existe una excelente circulación colateral del escafoides a través de ramas dorsales y volares de la arteria interósea anterior, esta última es la que brinda el

aporte vascular al injerto óseo vascularizado a pronador cuadrado, técnica descrita inicialmente por Braun RN (42) y modificada por Kawai H. (36)

### **1.3 Anatomía de los ligamentos** (55-58)

El carpo representa un macizo osteoarticular maleable con una estructura funcional compleja de gran movilidad. Los ligamentos que lo estabilizan son difíciles de sistematizar siendo la nomenclatura confusa: se utilizan diferentes denominaciones para los mismos ligamentos o nombres similares para ligamentos diferentes. Testud en un trabajo clásico simplifica el tema al describir únicamente un ligamento anterior, uno posterior y dos laterales. A efectos prácticos los dividimos en:

- 1-ligamentos extrínsecos (con origen en los huesos del antebrazo e inserción en los huesos del carpo)
- 2- intrínsecos (con origen e inserción en los huesos carpianos).

#### **1.3.1. Ligamentos extrínsecos.** (Figura 5)

Los más importantes y potentes son los de la cara anterior, que pueden a su vez dividirse en a) radiocarpianos y b) cúbitocarpianos.

**a) Ligamentos radiocarpianos.** Tienen su origen en la cara anterior del radio y reciben el nombre de sus inserciones distales. Ellos son:

- Radio-escafo-grande (también denominado deltoideo, o en “V” o arcuato). Se origina en la estiloides radial y en borde distal del radio y se inserta en la tuberosidad del escafoides y en la cabeza del grande.

- Radio-semilunar-piramidal. Se origina en el reborde distal del radio y se dirige hacia el semilunar pasando, sin anclajes, por el polo proximal del semilunar.
- Entre los ligamentos anteriores, entre semilunar y grande, queda un área conocida como espacio de Poirier. Este espacio representa una zona de débil protección ligamentosa a nivel del semilunar, especialmente en posición de dorsiflexión forzada.
- Radio-escafo-semilunar (también denominado ligamento de Testud). Se origina en un pequeño tubérculo de radio y se inserta en el escafoides y en el semilunar. Soporta una importante red vascular y neural a la que se ha adjudicado la vascularización anterior del semilunar.
- Radio-semilunar. Se origina en al área de la fosa semilunar del reborde distal del radio y se inserta en el semilunar. Se interdigita con el cúbito-semilunar y con el radio-semilunar-piramidal y se piensa que es uno de los principales estabilizadores del semilunar.

#### **b) Ligamentos cúbitocarpianos.**

- Cúbito-semilunar. Sus fibras se interdigitan con las del ligamento radiosemilunar, siendo difícil distinguirlos salvo por sus orígenes. El cúbitosemilunar se origina en la cara anterior del fibrocartílago triangular.
- Cúbito-piramidal. Se integra en el complejo de la articulación radiocubital distal que guarda relación estrecha con el fibrocartílago triangular.
- Cúbito-grande. Se origina en el fibrocartílago triangular y en la apófisis estiloides del cúbito y se inserta en el hueso grande.
- Ligamentos laterales. Son cortos y muy potentes. El Externo (ligamento radioescafoideo o ligamento colateral radial) es un haz ligamentoso muy desarrollado que une la estiloides radial con el tubérculo del escafoides. El



A efectos prácticos esta disposición ligamentosa tiene como consecuencia una menor morbilidad de los abordajes quirúrgicos dorsales, con menor incidencia de inestabilidades posteriores. (55)

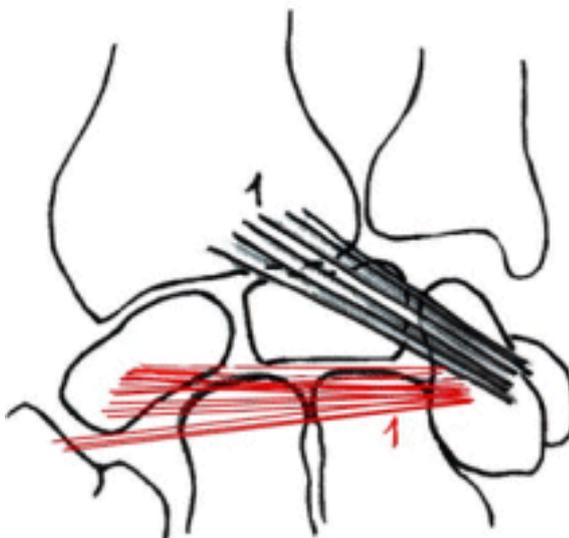


Figura 6. En negro, representación esquemática del ligamento extrínseco radiopiramidal dorsal (1). En rojo el ligamento intrínseco dorsal intercarpio (1). [Tomado de: Tema 71. Patología del Carpo. Copyright © 2000-2001 SECPRE]

### **1.3.2. Ligamentos intrínsecos.**

El más potente tiene forma de “V”, con vértice distal y une el hueso grande con el escafoide y el piramidal, conociéndose por su forma con el nombre de ligamento deltoideo o arcuato. Asimismo, los huesos de cada hilera del carpo están unidos entre sí por ligamentos interóseos, siendo los más destacados de la hilera proximal el escafolunar y el lunopiramidal. La hilera distal también está firmemente unida entre sí por estos ligamentos interóseos, constituyendo una unidad funcional de escasa movilidad.

En la región dorsal los ligamentos intrínsecos son de escasa entidad anatómica y funcional por lo que no son objeto de descripción específica. Tan solo

mencionar el ligamento intercarpiano dorsal que se extiende desde el piramidal al escafoides, algunas fibras pueden alcanzar el trapecio y el trapezoide. (55-58)

#### **1.4. Biomecánica del carpo.**

La muñeca presenta básicamente dos componentes móviles: la articulación radiocarpiana y la mediocarpiana. La combinación de movimientos en ambas articulaciones proporciona movilidad de flexo-extensión (en el plano sagital), abducción-aducción (en el plano frontal), y de rotación. Ellos son producto de la acción de tendones específicos que se insertan en los metacarpianos, o bien del efecto indirecto o secundario de músculos extrínsecos de los dedos (flexores-extensores). Aun así, y pese a no tener inserciones tendinosas y movilizarse de forma indirecta como segmento intercalado, los huesos de la primera hilera del carpo gozan de un grado importante de movimiento.

Actualmente existe unanimidad en admitir con respecto a las articulaciones radio y mediocarpianas que:

- En el movimiento de flexión dorsal (extensión) existe una mayor participación mediocarpiana (escafo-luno-grande), mientras que en la flexión palmar (flexión) es mayor el movimiento a nivel de la articulación radiocarpiana.
- La inclinación radial (abducción) se realiza fundamentalmente en la articulación mediocarpiana, mientras que la inclinación cubital (aducción) lo hace en la radiocarpiana. Esta movilidad lateral conlleva a su vez un componente de rotación conjunto de la hilera proximal que provoca

angulación palmar durante la desviación radial y angulación dorsal durante la desviación cubital (20-25°). Por otro lado, el grado de movilidad depende también del grado de rotación del antebrazo y así, el grado de aducción es superior al de abducción en cualquier posición, siendo ambos movimientos de mayor amplitud con la mano en supinación.

Desde el punto de vista funcional, los elementos óseos de las hileras proximal y distal, forman durante el movimiento y por la diferente longitud de los componentes óseos, columnas carpianas. Existen diferentes teorías, que coinciden en que: la columna carpiana externa, está constituida por el escafoides, presenta la mayor movilidad; la columna central está formada por el semilunar, el grande y el ganchoso, siendo muy móvil en su porción proximal (flexo-extensión) y de escasa movilidad distal, y la columna interna formada por el piramidal, que sería la columna rotatoria en el eje de prono-supinación.

Estos aspectos condicionan una cinemática compleja con problemas de estabilización. Cualquier cambio anómalo de posición de un elemento articular conlleva una actitud compensatoria del hueso próximo. Esto concierne especialmente a la unidad articular escafoides-semilunar-grande. Los trabajos de Taleisnik J y Linscheid RL (57) profundizaron en el estudio de las inestabilidades carpianas y pusieron de moda las denominaciones de DISI (*Dorsiflexed Intercalated Segment Instability*) y VISI (*Volarflexed Intercalated Segment Instability*). El hueso central de la hilera proximal, el semilunar, se comporta como el hueso intercalado de una cadena de tres elementos, que bascula en uno u otro sentido de acuerdo con el equilibrio de fuerzas

tendinosas. Es un fenómeno conocido, descrito en su día por Landsmeer JME (55), para estudiar la deformación en zig-zag del dedo.

Toda inclinación o angulación del hueso intercalado exige una contrainclinación de los elementos distales de la cadena en zig-zag o en concertina. Si el hueso intercalado (semilunar) se flexiona, la porción distal de la cadena (hueso grande) se hiperextiende o a la inversa. Por otro lado, el escafoides es el que debe mantener la altura de la columna externa, y si la columna central se acorta por cualquier motivo (chalacia del semilunar), la columna externa es obligada a reducir su altura mediante rotación (flexión palmar o verticalización del escafoides). Lo mismo ocurre si primariamente se acorta la columna externa (fractura del escafoides): la columna central se colapsa mediante dorsiflexión del semilunar.

En los últimos años ha existido un gran interés por el conocimiento de las llamadas inestabilidades del carpo, siendo este un término genérico que incluye toda gama de situaciones, tanto de origen traumático como simplemente constitucional (laxitud articular). Las expectativas que generó el tratamiento quirúrgico de tales inestabilidades fueron muchas, pero el tiempo ha depurado las indicaciones. En realidad muchas de estas situaciones son casos límites de la normalidad fisiológica, demostrables en estudios radiográficos dinámicos o presumidos en el examen clínico. En la actualidad, y pasado el momento de entusiasmo por los nuevos conceptos, nos encontramos en una etapa de autocrítica en la que el cirujano de muñeca establece las indicaciones y contraindicaciones de la cirugía con un mayor grado de rigor.

## **1.5. Medios diagnósticos.**

Entre ellos tenemos:

### **1.5.1. Radiografía simple**

Estudios radiográficos simples de la muñeca en posición anteroposterior, lateral, oblicuas y vistas especiales, brindan parámetros necesarios para la clasificación y tratamiento de las fracturas, pseudoartrosis e inestabilidades.

#### **a) Altura del carpo**

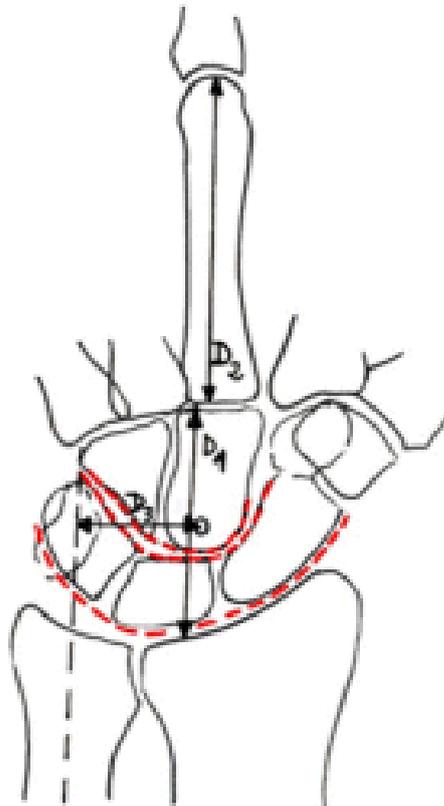


Figura 7. Esquema de una radiografía posteroanterior. En rojo, los arcos carpianos o de Gilula. Índice de Young  $D1/D2$  (valores normales =  $0,54 \pm 0,03$  mm). Distancia carpo-cubital  $D3/D2$  (valores normales =  $0,30 \pm 0,03$  mm) [Tomado de: Tema 71. Patología del Carpo. Copyright © 2000-2001 SECPRE]

Se define la altura del carpo, como la distancia entre la base del tercer metacarpiano y la superficie del radio, medida en el eje del tercer metacarpiano

(rangos normales entre 27 y 40 mm). El índice más utilizado de normalidad, índice de Youm (58), es la proporción entre la altura del carpo y la longitud del 3<sup>er</sup> metacarpiano (D1/D2). Son normales valores de  $0,54 \pm 0,03$  mm (Figura 7). Valores menores de este índice indican colapso carpal, siendo útiles realizar radiografías comparativas de la muñeca contralateral en caso de patología unilateral.

*b) Medidas radiológicas en el radio (59-60)*

Inclinación radial. Describe el ángulo en el plano frontal formado entre la línea perpendicular al eje longitudinal del radio y la línea que une el extremo distal de la apófisis estiloides del radio y el borde cubital del radio distal (valores normales =  $18-29^\circ$ ) (Figura 8).

Longitud radial. Se define como la distancia entre dos líneas perpendiculares al eje del radio, una que pasa por la punta de la apófisis estiloides y la otra que pasa por la superficie distal del radio en su región más cubital (valores normales =  $13 \pm 3$  mm) (Figura 8).

Varianza cubital. Describe las posiciones relativas de las superficies articulares del radio y cúbito y es la distancia en milímetros entre dos líneas: una línea perpendicular al eje longitudinal del radio, trazada en la porción cubital de la superficie articular distal del radio, y otra a nivel de la superficie articular distal del cúbito. (Figura 8) Hablamos de cúbito *plus* cuando la superficie cortical de la cabeza del cúbito protruye distalmente más que la adyacente del radio, y de cúbito *minus* cuando el cúbito no llega a alcanzar el nivel de la zona adyacente del radio. Lo normal es que cúbito y radio estén al mismo nivel (0 a  $-0,5$  mm)

en una radiografía PA estricta. Al valorar una radiografía, siempre, hemos de tener en cuenta que el cúbito protruye distalmente en pronación.

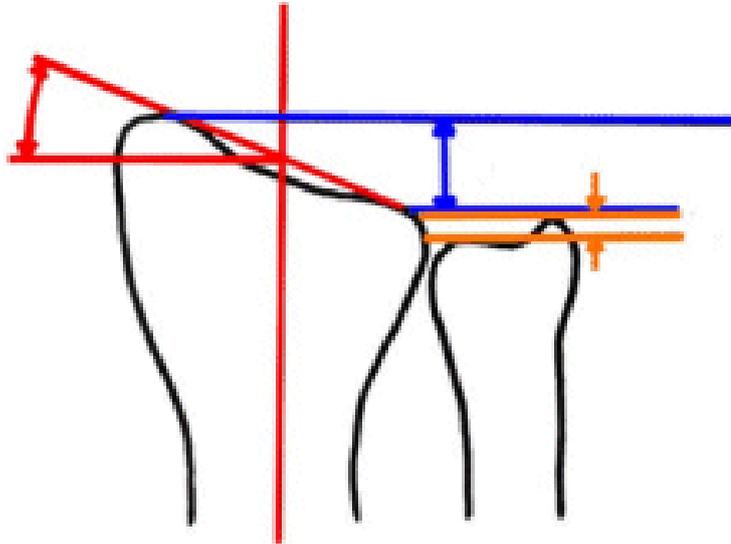


Figura 8. En rojo, representación del ángulo que determina la inclinación radial. En azul, la longitud radial y en naranja la varianza cubital. [Tomado de: Tema 71. Patología del Carpo. Copyright © 2000-2001 SECPRE]

*Inclinación palmar.* Es el ángulo que forman una línea perpendicular al eje del radio y la línea que pasa por los márgenes palmar y dorsal del radio en el plano sagital (valores normales = 10-13°). (Figura 9)

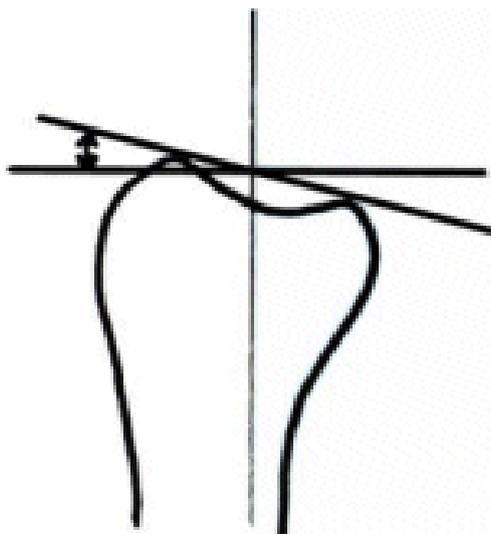


Figura 9. Representación del ángulo de inclinación radial. [Tomado de: Tema 71. Patología del Carpo. Copyright © 2000-2001 SECPRE]

c) Ángulo escafolunar. En una radiografía lateral es el ángulo formado entre una línea que se traza perpendicular a la tangente que pasa por los dos cuernos del semilunar y el eje del escafoides, que es una recta tangente al polo proximal del escafoides y a su tubérculo. (Figura 10)

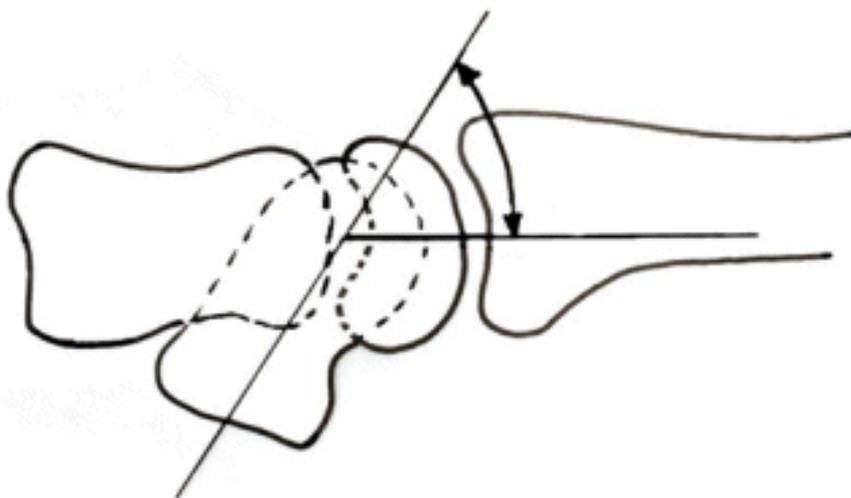


Figura 10. Representación del ángulo escafolunar, que es uno de los ángulos más útiles. Sus valores normales varían entre 30°-60°, indicando valores mayores de 80° disociación escafolunar. [Tomado de: Tema 71. Patología del Carpo. Copyright © 2000-2001 SECPRE]

d) Ángulo radio-semilunar (radiolunar).

Es el ángulo entre el eje del radio y la línea perpendicular a la tangente entre los dos polos del semilunar. Se considera anómalo si supera los 15°. (Figura 11)  
Consideraremos DISI si la inclinación del semilunar es a dorsal y VISI si es a palmar.

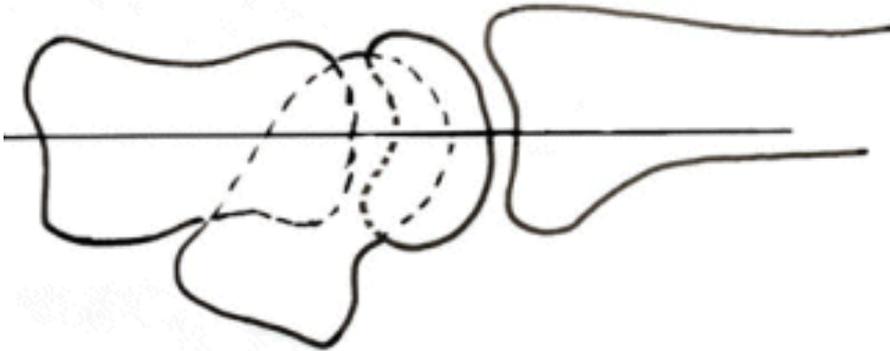


Figura 11. Representación esquemática de radiografía lateral en la que se pueden medir los ángulos radiolunar, capitolunar y radiocapitate. [Tomado de: Tema 71. Patología del Carpo. Copyright © 2000-2001 SECPRE]

e) Ángulo capitolunar. En una radiografía lateral es el ángulo formado entre una línea que se traza perpendicular a la tangente que pasa por los dos cuernos del semilunar y el eje del hueso grande que teóricamente con la muñeca neutral debería ser  $0^\circ$ , y que sin embargo, puede llegar a  $30^\circ$ . (Figura 12)

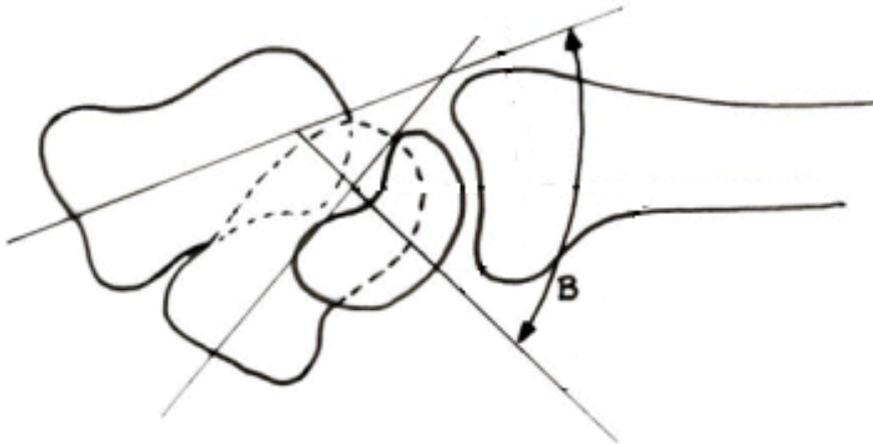


Figura 12. Representación esquemática de una radiografía del Ángulo capitolunar (B) [Tomado de: Tema 71. Patología del Carpo. Copyright © 2000-2001 SECPRE]

f) Inestabilidad en dorsiflexión:

Ocurre cuando la superficie cóncava distal del semilunar mira o se inclina dorsalmente y el escafoides se encuentra en posición normal o se inclina palmarmente haciendo un ángulo escafolunar  $>80^\circ$ . Normalmente este ángulo tiene un valor entre  $30^\circ$ -  $60^\circ$ . Un ángulo escafolunar de  $60^\circ$ -  $80^\circ$  puede ser normal o anormal en dependencia de la sintomatología del paciente. Normalmente el escafoides y el semilunar se mueven en direcciones del semilunar, pero en la inestabilidad en dorsiflexión lo hacen en diferentes direcciones. En esta condición el hueso grande se mueve dorsalmente y el semilunar en dirección palmar. (Figura 13)

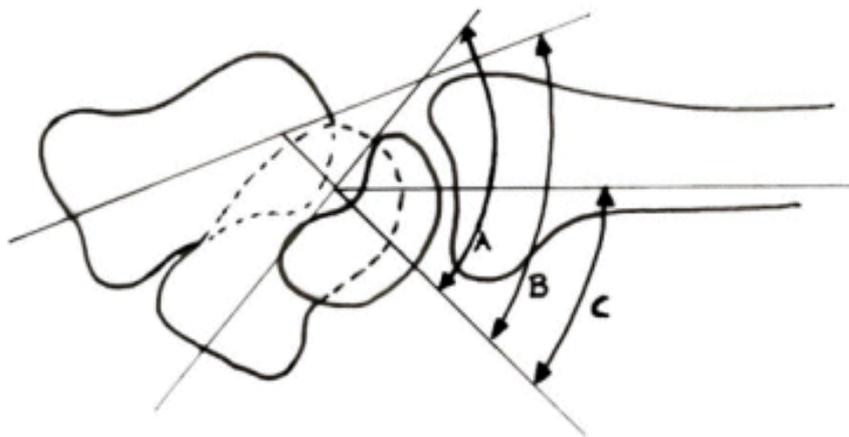


Figura 13. Representación esquemática de una radiografía en la que el semilunar rota a dorsal (DISI) y el escafoides y grande a palmar. A: Ángulo escafolunar. B: Ángulo capitolar. C: Ángulo radiolunar. [Tomado de: Tema 71. Patología del Carpo. Copyright © 2000-2001 SECPRE]

Los movimientos escafolunares disociados pueden verse cuando hay ruptura de los ligamentos radiocarpianos volares y del ligamento interóseo escafolunar.

g) Disociación escafolunar:

Cuando el espacio escafolunar en una vista anteroposterior de la muñeca es mayor de 4 mm. (Figura 14) Cuando el espacio oscila entre 2- 4 mm, el ligamento escafolunar está lesionado pero el paciente puede estar o no sintomático. El ensanchamiento del espacio escafolunar indica que existe una disfunción del ligamento interóseo.



Figura. 14: Disociación escafolunar.

La disociación o subluxación rotatoria del escafoides puede estar presente sin significación o alteración del eje radiocapitolunar sin embargo puede formar parte de una inestabilidad dorsal del carpo.

h) Inestabilidad en flexión palmar: Ocurre cuando la superficie distal cóncava del semilunar mira o se dirige en sentido volar o palmar. En esta situación el ángulo escafolunar es menor de 30°. La cabeza del hueso grande se mueve palmarmente mientras su porción distal lo hace dorsalmente y el ángulo capitolunar es de 30° o mayor.

i) Morfología del semilunar. (60-63)

La morfología del semilunar según el número de carillas articulares ha sido clasificada en dos tipos:

Tipo I: Semilunar con una faceta articular medial simple que se articula con el hueso grande. (Figura 15)

Tipo II: Semilunar con una faceta articular medial adicional localizada en la porción medial de la superficie articular distal que se articula con el ganchoso. (Figura 16)



Figura 15. Semilunar Tipo I



Figura 16. Semilunar Tipo II

El patrón de inestabilidad dorsal intercalada se describe como una posición de extensión anormal del semilunar con respecto al eje longitudinal de radio (vista lateral). Esta manifestación radiográfica de inestabilidad se observa generalmente en casos de disociación escafolunar o pseudoartrosis del escafoides, que son formas de inestabilidad disociativa del carpo.

### 1.5.2. Artrografía de muñeca

Se puede utilizar cuando la clínica y las radiografías sugieren una anomalía ligamentosa. Su fundamento es el aislamiento teórico y no comunicación entre las articulaciones mediocarpiana y radiocarpiana. El relleno por infiltración de material de contraste de cualquiera de estas dos articulaciones, no debe pasar a la articulación adyacente, hecho que se produce cuando, por ejemplo, existe una rotura del ligamento escafolunar o piramidosemilunar. Esta prueba diagnóstica no se considera en pacientes de edad avanzada al ser frecuentes las perforaciones ligamentosas asintomáticas. Además, los hallazgos siempre se deben relacionar con la exploración clínica y con el resultado de otras pruebas. (64-65)

### 1.5.3. Ecografía

Tiene su principal indicación en la evaluación de tumores de las partes blandas (sinovitis, gangliones, lipomas, etc.) y cuerpos extraños. Su principal desventaja es que las imágenes obtenidas pueden ser de difícil interpretación, por lo que es necesaria una gran experiencia del radiólogo. Últimamente se incorporó el empleo del ultrasonido en tiempo real el cual además brinda información con relación a la estabilidad del foco de fractura. (66)

#### 1.5.4. Tomografía computarizada (TAC)

Indicada para evaluar alteraciones óseas: fracturas ocultas (Figura 17), seguimiento de fracturas y su consolidación, evaluación de los desplazamientos de los segmentos fracturados, consolidaciones viciosas, quistes intraóseos, etc. Actualmente y con los tomógrafos helicoidales es posible obtener imágenes muy precisas en tres dimensiones. (13)

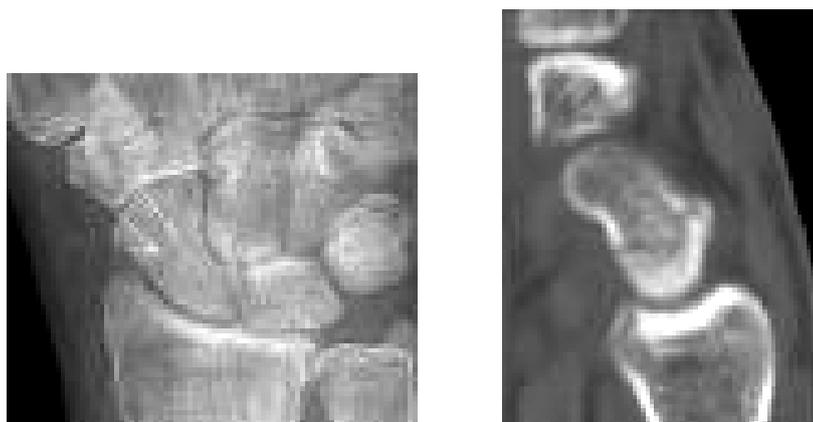


Figura 17. Fracturas oculta.

#### 1.5.5. Imagen de Resonancia Magnética (IRM)

Es el procedimiento más sensible en la detección de osteonecrosis, se utiliza para: evaluar fracturas de difícil diagnóstico y lesiones ligamentosas, en el seguimiento de consolidación de fracturas, integración de injertos óseos, etc. Aunque el diagnóstico de Necrosis Avascular no es sencillo, la IRM ha demostrado ser un método fiable, superior a otras técnicas de diagnóstico por imagen, para conocer el estado vascular del fragmento proximal en las fracturas agudas y en las pseudoartrosis del escafoides. (Figura 18) Las imágenes de IRM en las pseudoartrosis del escafoides son complejas de interpretar ya que en un corte puede existir una señal baja o intermedia y en el contiguo una señal normal. Esto refleja la peculiar vascularización del escafoides, que condiciona

un patrón parcheado de isquemia, donde existen osteocitos muertos adyacentes a células viables. (64, 67-69)

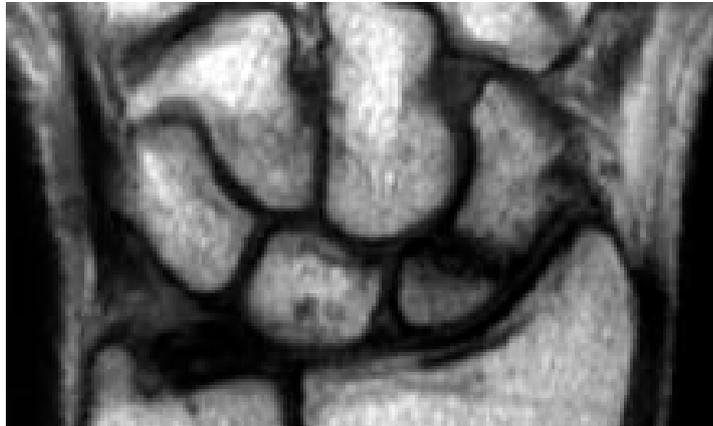


Figura 18. Pseudoartrosis de escafoides con isquemia severa del fragmento proximal.

#### 1.5.6. Gammagrafía ósea

Tiel-van Buul MM et al (70) recomendaron realizar la Gammagrafía ósea con tecnecio 24 horas después de la lesión. Debido a que esta técnica es muy sensible (100%) pero poco específica (75%), consume mucho tiempo, es relativamente costoso y expone al paciente a radiaciones ionizantes, no se recomienda de manera rutinaria.

#### 1.5.7. Artroscopia

Medio invasivo diagnóstico-terapéutico que ha tenido gran desarrollo en nuestro país, excelente para diagnosticar lesiones de los ligamentos y del fibrocartilago triangular, que además permite reparar estas lesiones y tratar fracturas y afecciones de los huesos de la muñeca; tiene como desventajas la necesidad de instrumentación especial y de experiencia en su uso. (71)

## **1.6. Inestabilidad del carpo.**

Linscheid RL et al, en 1972 (72), incrementaron el interés en el estudio de las inestabilidades de la muñeca y sus patologías.

### **1.6.1. Teorías de las inestabilidades de la muñeca:**

**Teoría de las Columnas** descrita por Navarro A en el año 1935. (73) Explica que existen 3 columnas: radial (lateral) formada por el escafoides, el trapecio y el trapezoide, una columna central conformada por el semilunar y el hueso grande o capital y una cubital (medial) por el triquetro y el ganchoso.

**Teoría de la Filas.** De acuerdo a esta teoría los huesos del carpo están organizados en una fila proximal (escafoides, semilunar y triquetro) y fila distal (trapecio, trapezoide, grande y ganchoso). (73-74)

Estudios recientes indican que la **Teoría de las Fila o Hileras** está más en concordancia con la función de la muñeca.

Cuando la muñeca se mueve en dirección radio-cubital, la fila proximal rota de la flexión a la extensión y cuando lo hace en sentido cúbito-radial la fila proximal rota de extensión a la flexión y actúa como un segmento intercalado de geometría variable entre la fila distal y el complejo fibrocartílago triangular de la articulación radio-cubital distal.

### **1.6.2. Clasificación de la inestabilidad del carpo:**

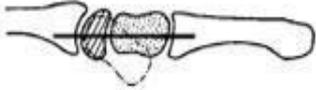
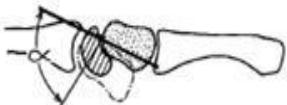
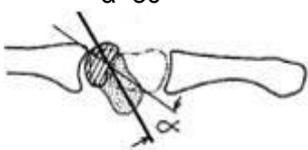
Radiológicamente existen 5 tipos de inestabilidades del carpo:

- 1- Inestabilidad en dorsiflexión
- 2- Inestabilidad en flexión palmar
- 3- Subluxación dorsal del carpo
- 4- Translocación cubital del carpo
- 5- Subluxación palmar del carpo

Los primeros 4 tipos pueden encontrarse en la práctica médica pero el último sólo puede ocurrir teóricamente. Todos los tipos, excepto la translocación cubital del carpo, son diagnosticados, identificando los ejes del hueso grande, el semilunar y el escafoides en una vista lateral neutra de la muñeca. La translocación cubital sólo se detecta en una vista anteroposterior. (Tabla 1)

En las inestabilidades por dorsiflexión se incrementan el valor de ambos ángulos, en tanto que disminuye en la inestabilidad en flexión palmar, no se altera en el resto de las inestabilidades. (Tabla 1)

Tabla 1. Esquemas de las inestabilidades y su relación con los distintos ángulos de la muñeca.

<u>Inestabilidad</u>	<u>Angulo escafolunar</u>	<u>Angulo capitolunar</u>	<u>Observaciones</u>
Normal	$\alpha=30^{\circ}-60^{\circ}$ 	$\beta=0^{\circ}-15^{\circ}$ 	-
Inestabilidad dorsal	$\alpha > 60^{\circ}$ 	$\beta > 15^{\circ}$ 	-
Inestabilidad volar	$\alpha < 30^{\circ}$ 	-	-
Translocación cubital	Normal	Normal	$D3/D2=0,3+0,03$
Subluxación dorsal	Normal	Normal	-
Subluxación	Normal	Normal	Sólo teórica

### 1.7. Fracturas del Escafoides.

Producidas por trauma indirecto con la muñeca en extensión con o sin rotación, entre todas las fracturas de muñeca ocupa el segundo lugar después de la fractura del extremo distal del radio. Las fracturas de escafoides constituyen entre el 60%-70% de todas las fracturas de los huesos del carpo. Se estima que en los Estados Unidos ocurren entre 15 250 - 34 500 casos de pseudoartrosis del escafoides por año a pesar de un tratamiento adecuado. (75-76)

### 1.7.1. Clasificación.

De acuerdo al tiempo de evolución después de ocurrida la lesión se precisan como: 1- fractura reciente o aguda (menos de 3 semanas), 2- retardo de consolidación (entre 4-6 meses) y 3- pseudoartrosis (más de 6 meses), algunos autores diagnostican la pseudoartrosis cuando además del tiempo de evolución, están presentes algunos de los hallazgos siguientes: formación de quistes, esclerosis y reabsorción ósea. (3)

Herbert TJ (23) plantea una clasificación con implicaciones terapéuticas y alfanuméricas que combinan la anatomía de la fractura, la estabilidad y la historia natural. (Figura 19)

### Tipo A: Fracturas estables



**A1: Fractura del tubérculo**



**A2: Fractura incompleta de la cintura**

### Tipo B: Fracturas inestables



**B1: Oblicua distal**



**B2: Completa de la cintura**



**B3: Polo proximal**



**B4: Fractura-luxación**

Figura 19. Clasificación de Herbert de las Fracturas del Escafoides. (Tomado de: Wrist, Scaphoid Fractures and Complications by Carol A Boles, MD. [e](#) Medicine Specialties. 2007)

Russe O (22) clasificó las fracturas en tres tipos de acuerdo a la línea de fractura en relación con el eje longitudinal del escafoides: horizontal oblicua, transversa y vertical oblicua. (Figura 20)

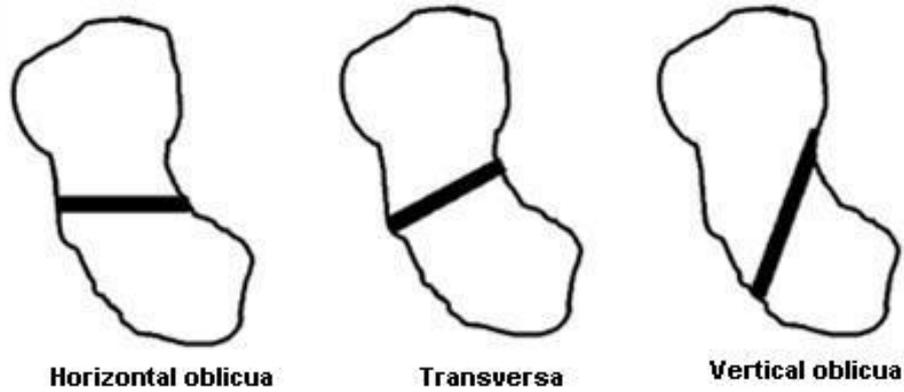


Figura 20. Clasificación de Russe de las Fracturas del Escafoides. (Tomado de: Wrist, Scaphoid Fractures and Complications by Carol A Boles, MD. [e](#) Medicine Specialties. 2007)

### 1.7.2. Tratamiento de la fractura del Escafoides.

En las fracturas incompletas y en las del tubérculo, puede preverse que presentaran un buen pronóstico con el tratamiento conservador. (2-3)

Toda fractura del escafoides carpiano con desplazamiento interfragmentario de un milímetro, se considera una fractura desplazada, que requiere de reducción y tratamiento quirúrgico. En este tratamiento quirúrgico se han utilizado distintos métodos como son: (2, 6, 8, 23, 77-79)

- La fijación percutánea con alambres Kirschner, clavos y tornillos
- La reducción abierta, reconstrucción y fijación estable de las fracturas con especial mención del tornillo canulado de Herbert.

## **1.8. Pseudoartrosis de escafoides carpiano.**

### **1.8.1. Concepto.**

Es la falta de consolidación clínica y radiográfica de una fractura del escafoides carpiano después de 6 meses de haber ocurrido la misma.

### **1.8.2. Factores que intervienen en la producción de la pseudoartrosis del escafoides:**

1.-Insuficiencia de tratamiento inicial: diagnóstico tardío, tratamiento ortopédico conservador en fracturas con diástasis o desplazamiento y retirada precoz de la inmovilización.

2.-Desplazamiento del foco de fractura: se define como cualquier desplazamiento mayor de 1mm entre los segmentos fracturados. La reducción de este desplazamiento, no es óbice para seguir considerándolo como predisponente.

3.-Inestabilidad: sobre todo en relación con la rotura del ligamento escafolunar, u otros ligamentos.

4.-Factores vasculares relacionados con la vascularización del escafoides, y en especial de su polo proximal. Cuanto más proximal sea la línea de fractura más riesgo existirá.

5.-Factores intrínsecos a la fractura, como la orientación oblicua de la línea de fractura.

### 1.8.3. Clasificación de Herbert de la pseudoartrosis. (23)

- 1. Pseudoartrosis tipo D-1:** Unión fibrosa con línea de fractura visible, sin desplazamiento y tejido vecino esclerótico.
- 2. Pseudoartrosis tipo D-2:** Formación de quistes, reabsorción ósea y desplazamiento de los fragmentos.

### 1.8.4. Principios de la conducta a seguir.

Estudios biomecánicos han demostrado que el escafoide juega un papel primordial como conector y estabilizador entre las filas proximal y distal del carpo. (49, 56, 74)

Los pacientes con pseudoartrosis están predispuestos a desarrollar artritis postraumática con dolor, disminución de la movilidad de la muñeca y debilidad; no tratada evolucionará a una artrosis más extensa de muñeca, que tendrá un patrón típico evolutivo (colapso carpiano). Los signos degenerativos comenzarán en el espacio radioescafoideo, afectarán posteriormente a la articulación escafo-capito y posteriormente a los demás segmentos periescafoideos. (Figura 21) (72, 74, 80-81)

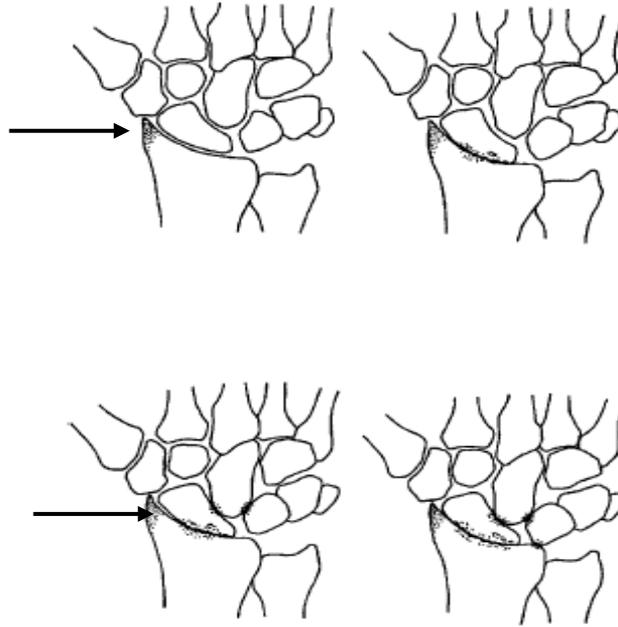


Figura 21. Colapso carpiano. Tomado de Miric D(81)

Existe una considerable evidencia que sugiere como la incidencia de la osteoartritis postraumática se incrementa en pacientes con pseudoartrosis de escafoides que mantienen tratamiento con inmovilización prolongada. Debido a esta relación, se recomienda la cirugía fundamentalmente en pacientes jóvenes y saludables, incluso sin existir síntomas manifiestos, siempre que tengan movilidad normal de la muñeca. (82) De ser estables, sin colapso del carpo y libre de síntomas, no requieren tratamiento quirúrgico.

Pacientes mayores de 40 años, con pseudoartrosis de más de 2 años de evolución y pacientes con evidencias de necrosis avascular (sin disminución de la altura del carpo o un incremento del ángulo escafolunar) pueden no requerir tratamiento.

#### 1.8.5. Tratamiento de la pseudoartrosis del escafoides.

Diferentes métodos se han empleado para tratar esta complicación y muchos estudios se han realizado en aras de obtener mejores resultados estos incluyen injertos libres, injertos óseos libres vascularizados, injertos pediculados vascularizados, fijación interna y procedimientos de salvataje, tales como: Estiloidectomía radial, Osteotomía de acortamiento del radio, Neurectomía parcial o total del carpo, Resección de la primera fila del carpo, Artrodesis parcial o total del carpo; también se han utilizado biomateriales sustitutivos de injerto óseo, la estimulación de la consolidación por medios físicos como el campo eléctrico, el campo electromagnético y el ultrasonido de baja intensidad. (19, 30, 83-93)

Imbuidos por estos conceptos básicos y en la problemática planteada nos decidimos a desarrollar nuestro trabajo en el tratamiento de esta afección.

## **CAPÍTULO 2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

### **2.1. Tipo de Diseño.**

Estudio descriptivo y prospectivo en pacientes que concurrieron al Servicio de Ortopedia y Traumatología del Hospital Universitario “Comandante Manuel Fajardo” de Ciudad de La Habana entre febrero de 1997 y diciembre del 2003, por presentar pseudoartrosis del escafoides carpiano, con un período de seguimiento programado de 1 año entre la intervención y la evaluación final de los resultados.

### **2.2. Criterios de inclusión**

Se incluyeron los pacientes que:

- Aceptaron el proceder (Firmaron el Consentimiento informado, Anexo 1).
- Pacientes con pseudoartrosis del escafoides sin osteoartritis o con ligeros cambios osteoartríticos a nivel de la articulación radiocarpiana.
- Pacientes que no fueron operados anteriormente como tratamiento de la pseudoartrosis del escafoides.
- Pacientes con estudios radiológicos preoperatorios que demostraba integridad del polo proximal o con necrosis avascular en los estadios iniciales (no colapso).

### **2.3. Criterios de exclusión:**

Fueron excluidos de la serie:

- Pacientes con pseudoartrosis del escafoides y necrosis avascular del polo proximal en estadios avanzados (colapso).
- Pacientes con pseudoartrosis del escafoides y osteoartritis avanzada de la articulación radiocarpiana.
- Pacientes que fueron operados anteriormente.

### **2.4. Pacientes estudiados:**

Acudieron a nuestro Servicio un total de 28 pacientes, de los cuales 17 cumplieron los criterios de inclusión. De los 11 pacientes restantes, 7 no fueron incluidos por haber sido intervenidos quirúrgicamente y 4, por presentar necrosis avascular en estadios avanzados a los cuales se les realizaron otras técnicas quirúrgicas.

Sexo: Todos del sexo masculino.

Edad: Con un promedio de  $21,5 \pm 15,7$  años, con un rango entre 16 y 33 años.

### **2.5. Valoración ética.**

Se siguieron los lineamientos de La Declaración Helsinki y fue revisado y autorizado el protocolo de investigación por el Consejo Científico de la Institución. (Anexo 2)

Para realizar la investigación los pacientes autorizaron y dieron su consentimiento sobre el tipo de proceder que se les iba a realizar. (Anexo 1)

## **2.6. Variables estudiadas.**

Tiempo de la consolidación	En semanas
Tipo de pseudoartrosis	Según la clasificación de Herbert
Movimiento articular	Medido en grados *
Dolor	Según escala de Bach **
Angulo escafolunar	Para medir la estabilidad del carpo
Morfología del semilunar	Tipo I y Tipo II

### **\* Rango del movimiento**

- a) Extensión.
- b) Flexión palmar.
- c) Inclinación radial.
- d) Inclinación ulnar.

### **\*\* Escala de dolor (Bach AW) (94)**

- 1- No dolor.
- 2- Dolor tolerable a las actividades pesadas.
- 3- Dolor a las labores moderadas.
- 4- Dolor a la actividad leve o las labores habituales.
- 5- Dolor presente en todas las actividades; pero que mejoran con el reposo.
- 6- Dolor permanente.

## **2.7. Técnica Quirúrgica.**

El proceder operatorio se realizó bajo anestesia general, uso de antibióticoterapia profiláctica, no fue necesario el empleo de microscopio quirúrgico, puede utilizar lentes de magnificación. La operación se realizó con un campo quirúrgico exangüe, con el empleo de isquemia por banda de Esmarch y manguito compresivo con vaciamiento del miembro superior.

En decúbito supino se realiza una incisión en zig-zag sobre la superficie volar de la muñeca, proyectada sobre la tuberosidad del escafoides y el extremo distal del radio, se profundizó la disección y los flexores se desplazaron hacia cubital, la rama palmar de la arteria radial se rechazó hacia el lado radial o en ocasiones puede ligarse. (Figura 22 a) El ligamento radioescafoideo es dividido pero conservado para su posterior reparación. Los extremos óseos escleróticos son resecaos y refrescados con una fresa neumática o manual para crear una cavidad oval de 10-20 mm de largo paralela al eje del escafoides. (Figura 22 b)

A nivel del extremo distal del radio se identifica el músculo pronador cuadrado y se marca un bloque de injerto óseo en la cara anterior de la metáfisis radial de aproximadamente 10-20 mm de longitud cerca de la inserción del abductor largo del pulgar. (Figura 22 c) Se practican perforaciones con alambre de Kirschner alrededor del margen del injerto óseo tallado para facilitar su separación con un osteótomo curvo fino. Debe tenerse cuidado de que el pronador cuadrado no se desinserte del injerto óseo, entonces se disecciona el músculo hasta el cúbito para lograr un pedículo muscular de aproximadamente 20 mm de grosor. (Figura 22 d) Los vasos interóseos anteriores no necesitan ser identificados. Si el músculo

está muy tenso que no permita un desplazamiento distal fácil del injerto óseo pediculado, el origen cubital del pronador cuadrado es disecado a través de una insición adicional (Figura 22 e) sobre el extremo distal en el borde cubital y separado subperióticamente para incrementar su longitud. (Figura 22 f)

Los segmentos proximal y distal del escafoides son alineados y se corrige la inestabilidad segmentaria mediante tracción aplicada por el pulgar, el injerto óseo es insertado dentro de la cavidad previamente labrada en el escafoides. Se realiza osteosíntesis por fijación con dos alambres de Kirschner en paralelo, introducidos a través de la tuberosidad del escafoides los cuales quedan incluidos, en otras ocasiones son dejados subcutáneos. La articulación radiocarpiana no debe ser atravesada por los alambres de Kirschner. (Figura 22 g) Después de reparado el ligamento radioescafoideo la piel es suturada (Figura 22 h) y se aplica enyesado braquial que incluya el pulgar por 4 semanas.

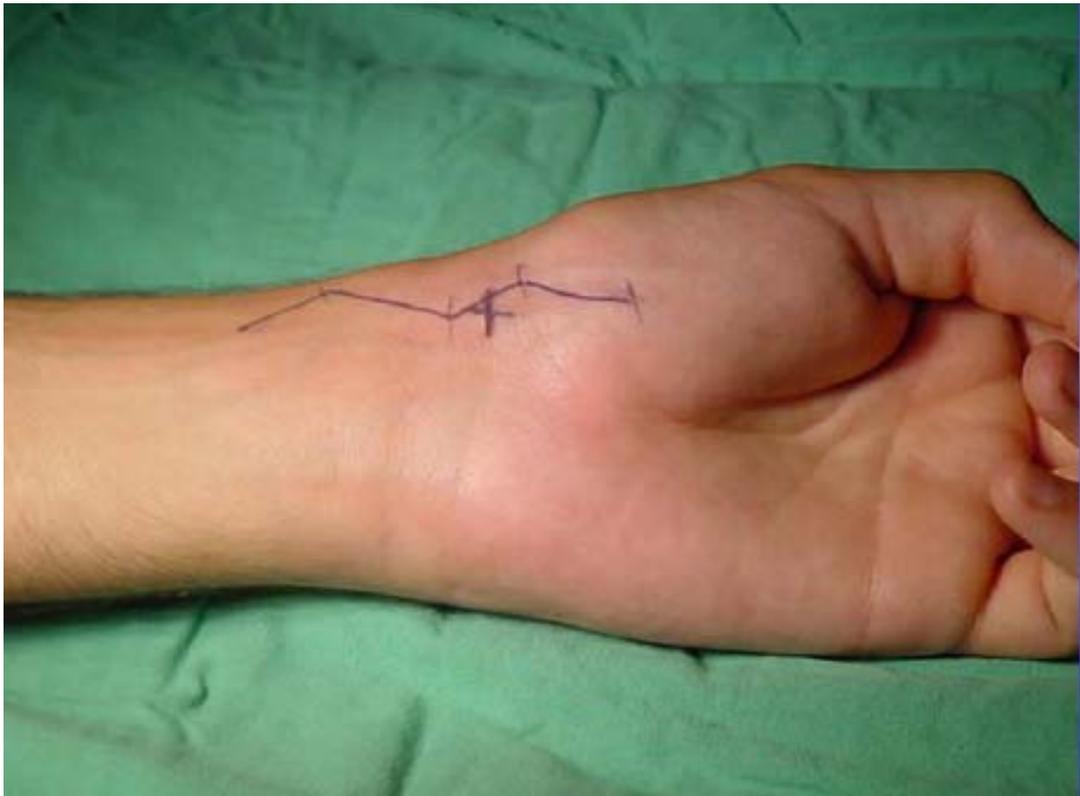


Figura 22-A. Incisión de piel en zig-zag sobre el eje del Escafoides.

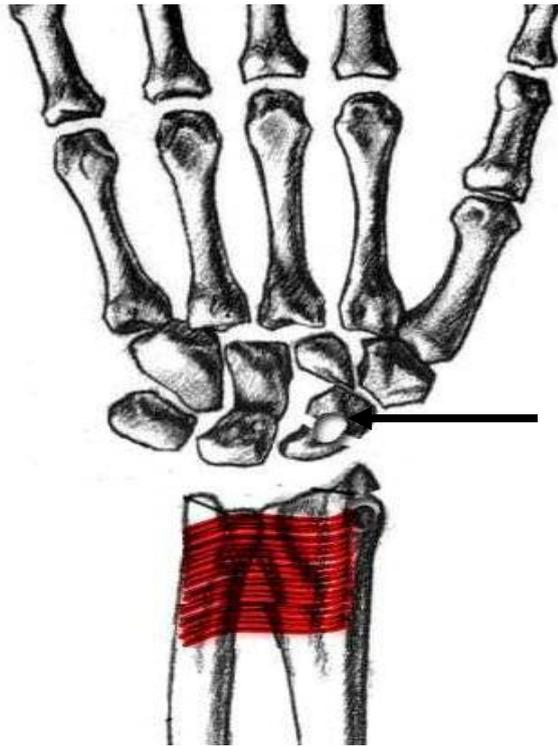


Figura 22-B. Resección del tejido fibroso esclerótico y lecho para el futuro injerto.

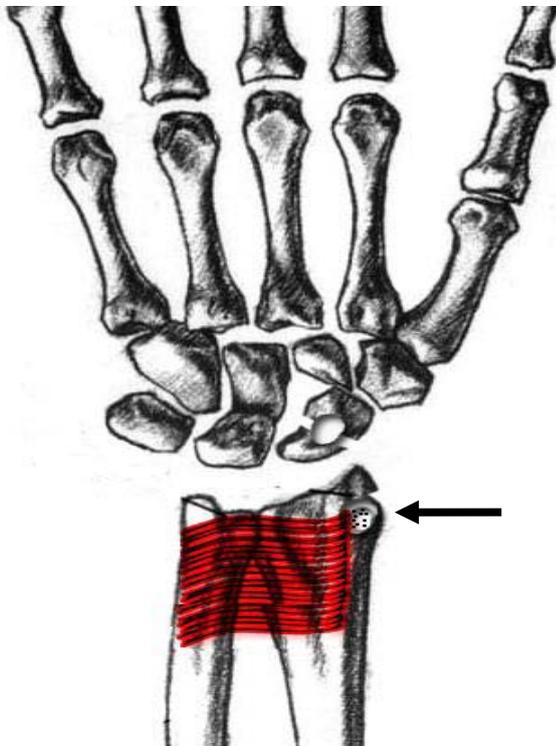


Figura 22-C. Tallado de la zona de la toma (donante) del injerto.

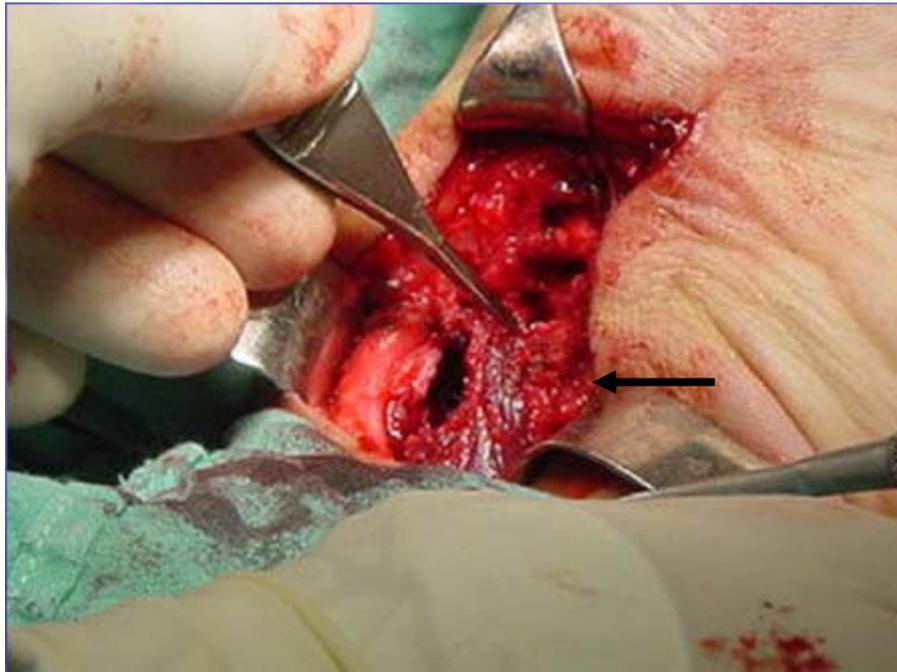


Figura 22-D. Pedículo osteomuscular de 10 a 20 mm de grosor.

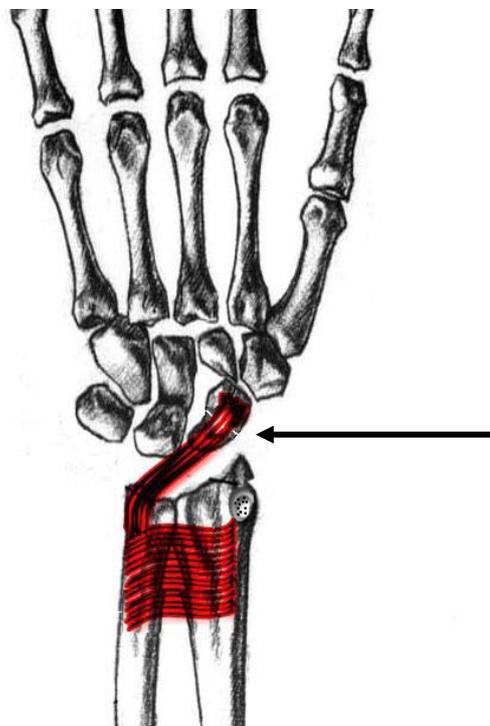


Figura 22-E. Transposición del injerto al lecho creado en el escafoide.

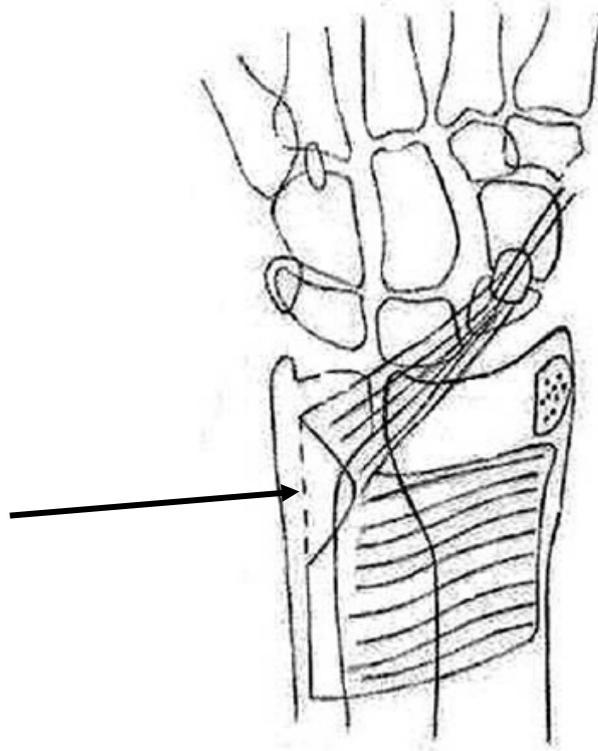


Figura 22-F. Incisión adicional en lado cubital, de ser necesaria, para alargar el pedículo osteomuscular del injerto óseo.

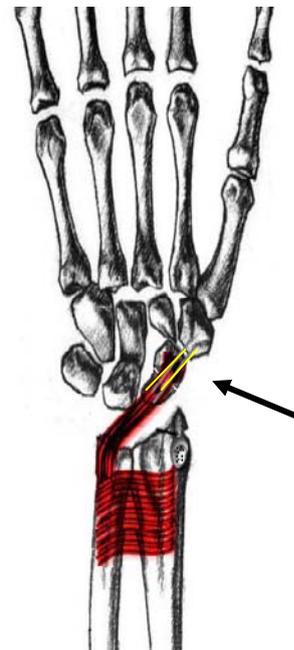


Figura 22-G. Colocación del injerto y osteosíntesis con dos alambres de Kirschner en paralelo (Flecha).



Figura 22-H Sutura de la piel.

### **2.8. Seguimiento postoperatorio.**

La sutura se retiró a los 10 días aproximadamente, momento en el que se reforzó y completo el enyesado. Realizamos el primer control radiográfico a las cuatro semanas, lo cual es seguido por enyesado antebraquial por otro mes adicional, se realizaron controles radiográficos a las 6 y 8 semanas para comprobar si existe consolidación ósea. Cuando se logra la consolidación debe emplearse una férula removible por otro mes adicional y se comenzaron los ejercicios de rehabilitación. Los alambres de Kirschner que quedan subcutáneos se retiraron generalmente a las seis semanas. Se mantuvo seguimiento trimestral por consulta externa hasta el año de operado.

## **2.9. Procesamiento de la información y análisis estadístico.**

Los datos fueron procesados mediante el paquete estadístico SPSS versión 13.0 para Windows.

Se aplicó la prueba de chi cuadrado para evaluar la asociación entre variables cualitativas y de la probabilidad exacta de Fischer, en el caso de celdas con frecuencias esperadas menores de 5, la prueba no paramétrica de rangos y signos de Wilcoxon para la comparación de variables cuantitativas antes y después del proceder quirúrgico y la prueba de t de *Student* para la comparación de medias entre los grupos. Todas las pruebas se realizaron a un nivel de significación de  $p= 0,05$ .

## **2.10. Evaluación.**

La evaluación incluyó tres aspectos: dolor, movilidad y resultados radiográficos. Todos los pacientes fueron evaluados antes y después de la operación.

## **2.11. Criterios de consolidación.**

- En las vistas AP y Lateral de muñeca existe pase de trabéculas óseas en 2 o más corticales. De ser necesario se realizan vistas especiales y tomografía axial.
- Si no se observa consolidación radiológica después de las 12 semanas se considerará que falló el tratamiento.

### **2.12. Tiempo de consolidación.**

Se compararon los tiempos de consolidación entre los diferentes tipos de no pseudoartrosis agrupados de la siguiente manera:

- **Pseudoartrosis (D2): 11 pacientes.** Formación de quistes, reabsorción ósea, aumento de la esclerosis, movilidad anormal, desplazamiento de los fragmentos, acortamiento y angulación.
- **Unión fibrosa (D1): 6 pacientes.** Línea de fractura visible, tejido esclerótico y sin desplazamiento de los fragmentos.

### **2.13. Asociación entre la morfología del semilunar, patrón de inestabilidad y tipo de pseudoartrosis.**

La morfología del semilunar, patrón de inestabilidad y tipo de pseudoartrosis fueron evaluadas mediante radiografía posteroanterior de la muñeca. Si se identificó una faceta medial, el semilunar fue clasificado como Tipo II.

## **CAPÍTULO 3. RESULTADOS.**

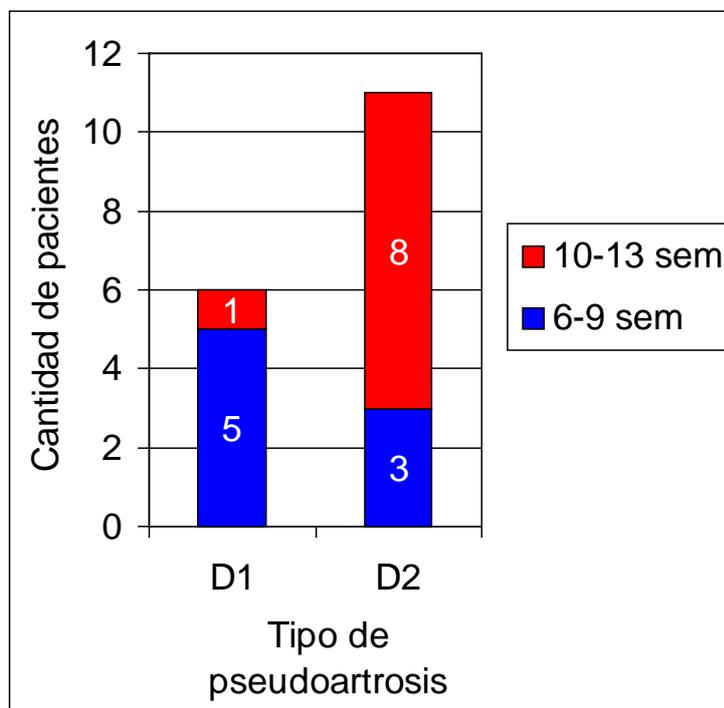
### **3.1. Consolidación ósea.**

En todos los pacientes investigados desde el punto de vista radiográfico, la consolidación ósea dada por la existencia de puentes óseos que unen a los fragmentos del escafoides, e incorporación del injerto, se logró dentro del período de tiempo señalado en el diseño.

De acuerdo al tipo de pseudoartrosis señalado por Herbert no se presentaron diferencias en la conformación del callo ni en la estabilidad de la fijación. Correspondieron al Tipo D-1: 6 pacientes y al Tipo D-2: 11 pacientes.

### 3.2. Tiempo de consolidación.

El promedio y la desviación estándar del tiempo de consolidación en todos los pacientes fue de  $9,18 \pm 2,04$  semanas. El tiempo de consolidación fue de  $7,67 \pm 2,07$  semanas en la unión fibrosa tipo D1 y de  $10,0 \pm 1,55$  semanas en el tipo D2. Estas diferencias no fueron significativas ( $p = 0,062$ ). Figura No. 23



Fuente: Historias Clínicas

**Figura 23. Tipos de Pseudoartrosis**

En nuestra serie de 17 pacientes, primero se logró la incorporación del injerto y fue más tarde que aparecieron las trabéculas entre los fragmentos, en dos pacientes el injerto actuó como puente estable. (Figura 24)



Figura 24. A- Pseudoartrosis del escafoides, B- Injerto radial pediculado al pronador cuadrado y osteosíntesis, C- Consolidación.

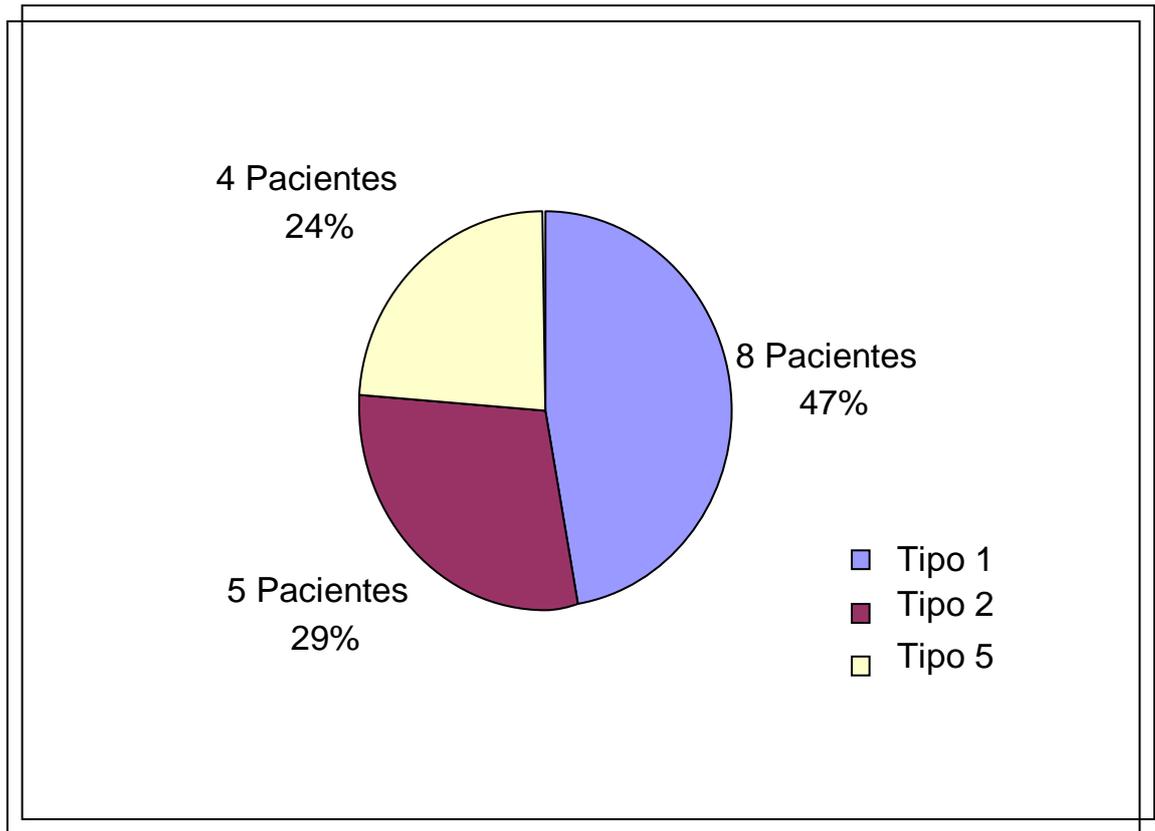
### **3.3. Dolor**

De acuerdo a la escala de Bach AW (94) para evaluar el dolor una vez consolidada la pseudoartrosis se observó lo siguiente: (Figura 25)

No refirieron dolor Tipo 1, 8 pacientes (47%).

Refirieron dolor provocado por el ejercicio moderado, dolor que se eliminó después de la rehabilitación Tipo 2, 5 pacientes (29,4%).

Refirieron dolor incompatible al realizar las actividades que desarrollaban antes de la fractura, lo que requirió cambio ocupacional Tipo 5, 4 pacientes (23,5%).

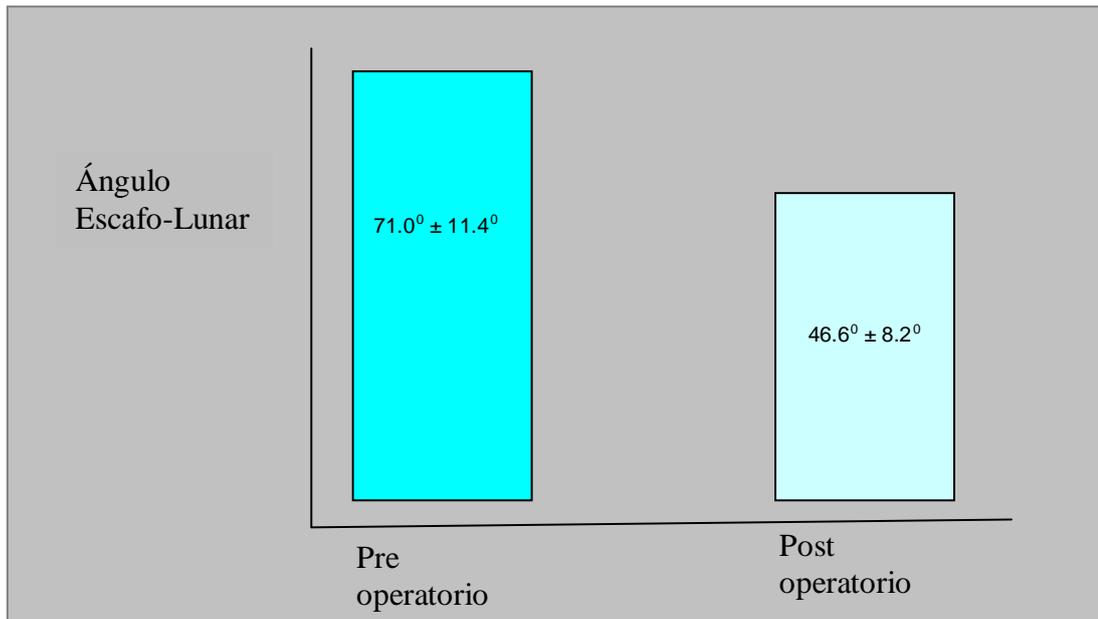


Fuente: Historias Clínicas

**Figura 25. Evaluación del Dolor.**

### **3.4. Ángulo escafolunar.**

El promedio del ángulo escafolunar antes de la operación fue de  $71,0^\circ \pm 11,4^\circ$  y después de la consolidación del foco al reconstruirse el carpo, los valores disminuyeron significativamente a  $46,6^\circ \pm 8,2^\circ$  ( $p= 0.036$ ). Situándose dentro del rango de la normalidad (de  $30^\circ - 60^\circ$ ). (Figura 26)



Fuente: Historias Clínicas

**Figura 26. Ángulo Escafo-Lunar Pre y Post operatorio.**

### **3.5. Movilidad.**

El ángulo de movimiento articular de la muñeca sufrió un considerable incremento al comparar sus promedios cuando se midió en el examen clínico preoperatorio y luego de la consolidación y la fisioterapia. (Tabla 2)

Tabla 2. Evolución del Ángulo de movimiento articular de la muñeca.

<b>Movimiento</b>	<b>Antes del acto quirúrgico</b>	<b>Concluida la rehabilitación</b>	<b>p</b>
Flexión palma:	37,5°	53,2°	0,027
Extensión	41,2°	65,8°	0,029
Desviación radial	16°	22,1°	0,035
Desviación ulnar	30,4°	42,3°	0,037

Fuente: Historias Clínicas

### **3.6. Asociación entre la morfología del semilunar, patrón de inestabilidad y tipo de pseudoartrosis.**

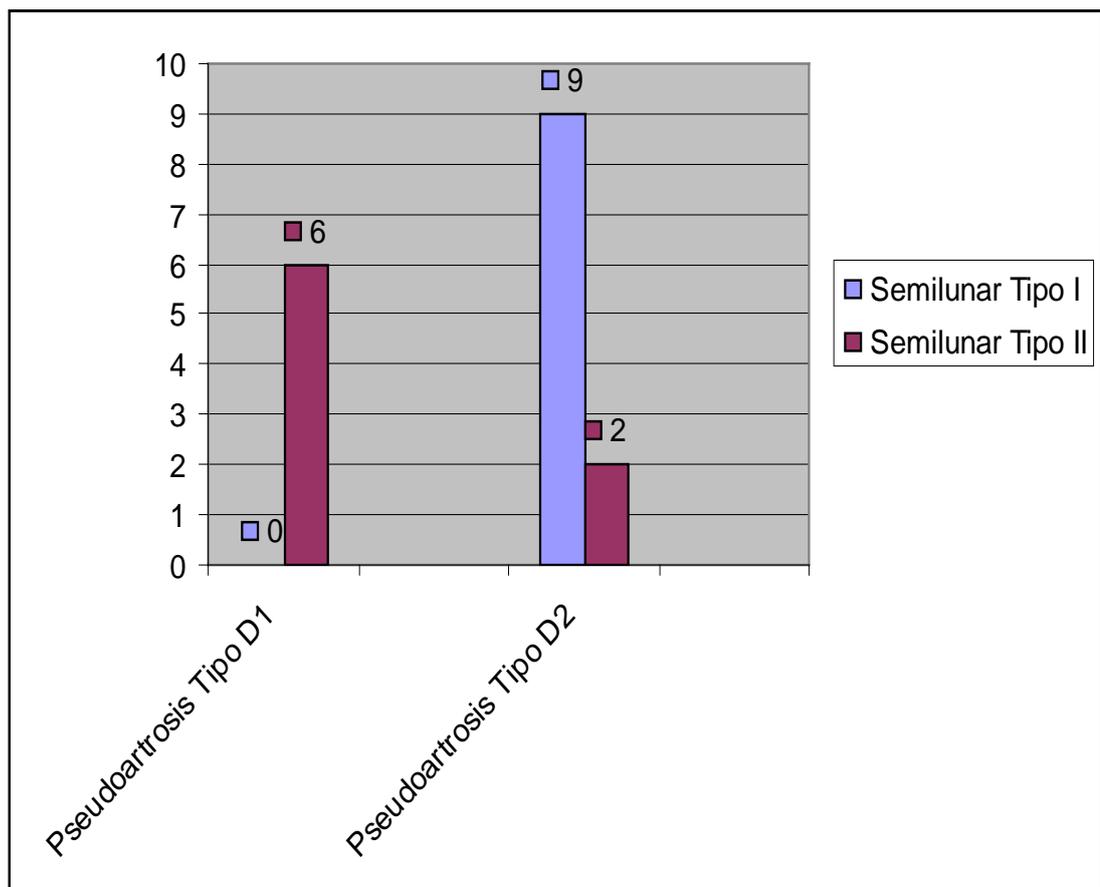
Al evaluar los resultados de esta investigación se incluyeron aquellos en los señalados previamente sobre la Asociación entre la morfología del semilunar, patrón de inestabilidad y tipo de pseudoartrosis.

El semilunar Tipo I tiene una faceta articular simple y el Tipo II posee una faceta articular adicional para el ganchoso. El tipo de semilunar condiciona que el

movimiento tenga mayor estabilidad en el caso del semilunar Tipo II, probablemente por disponer de una carilla articular adicional.

En esta serie de casos se decidió incluir el análisis del comportamiento de estas inestabilidades con relación al tipo y cantidad de pseudoartrosis tratada.

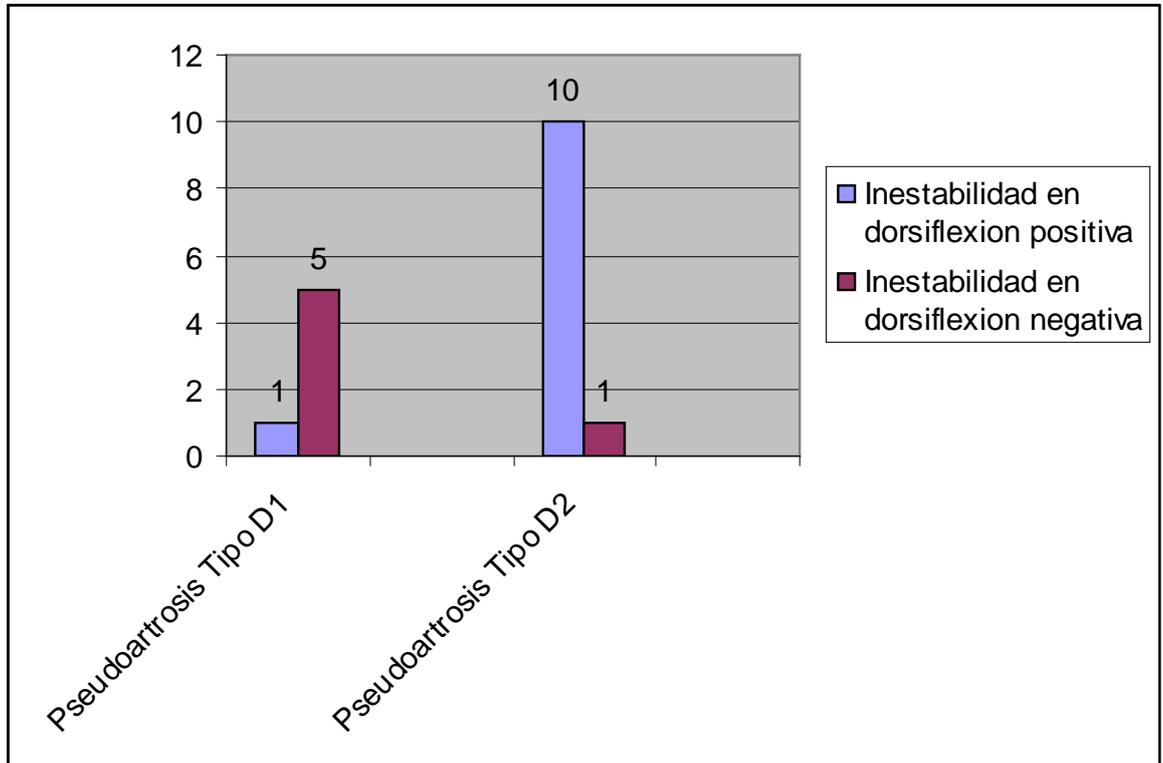
La Figura 27 muestra una asociación significativa entre la morfología del semilunar y el tipo de pseudoartrosis ( $p= 0,012$ ). Donde el semilunar Tipo I se asoció con la pseudoartrosis tipo D II y el semilunar tipo II se vinculó con la pseudoartrosis Unión fibrosa (D1).



Fuente: Historias Clínicas

**Figura 27. Asociación entre morfología del semilunar y tipo de pseudoartrosis**

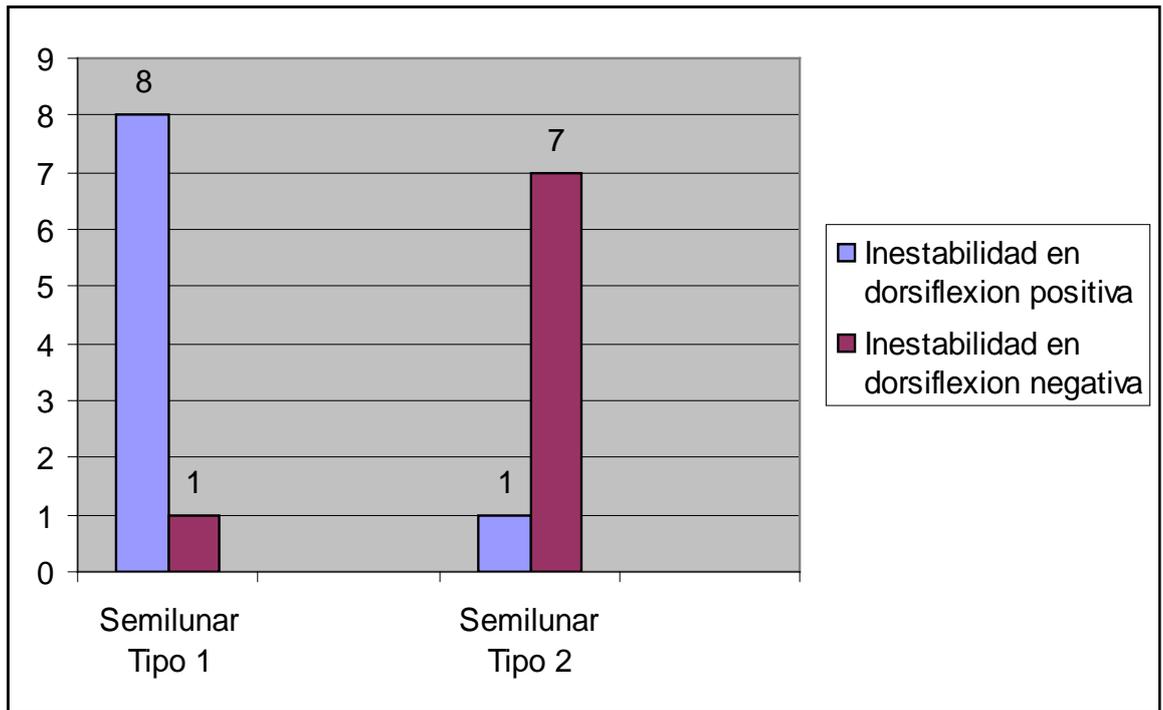
La Figura 28 muestra una asociación significativa entre el tipo de pseudoartrosis y el patrón de inestabilidad ( $p= 0,022$ ). La pseudoartrosis (D2) fue más frecuente cuando existió inestabilidad dorsal positiva hecho que a su vez constituyó la inestabilidad más frecuente en este trabajo.



Fuente: Historias Clínicas

**Figura 28. Asociación entre el tipo de pseudoartrosis y el tipo de inestabilidad**

La Figura 29 muestra una asociación significativa entre la morfología del semilunar y el patrón de inestabilidad ( $p = 0.033$ ). El Semilunar Tipo I se asoció con mayor frecuencia numérica con un patrón de inestabilidad dorsal intercalada.



Fuente: Historias Clínicas

**Figura 29. Asociación entre morfología del semilunar y patrón de inestabilidad**

### **3.7. Complicaciones.**

En el postoperatorio inmediato los pacientes refirieron molestias resueltas con analgésicos. Ningún paciente tuvo infección y sólo un aumento de volumen parcial sobre la cicatriz de la incisión, en dos pacientes se observó una verdadera hipertrofia.

Dado que no se hizo necesario disecar paquetes arterio-venosos, ni se realizaron anastomosis como ocurre en los injertos libres pediculados vascularizados, se excluyeron las complicaciones de espasmos, trombosis, deshicencia de suturas y otros propios de dichos procedimientos.

De igual forma se excluyeron las complicaciones de los injertos libres tales como: reabsorción, colapso o necrosis lo que demostró la utilidad del pedículo vascular para la vascularización del injerto óseo.

El dolor y las limitaciones funcionales, una vez retirada la inmovilización e iniciada la fisioterapia aunque no es una función atribuible al proceder, hizo que en cuatro pacientes se demoró su incorporación social e incluso tuvieron que cambiar de actividad laboral.

Los alambres de la osteosíntesis permanecieron en todos los pacientes sin complicaciones, en dos casos que se dejaron subcutáneos se retiraron durante la fase de rehabilitación.

## **CAPÍTULO 4. DISCUSIÓN**

El escafoides es el hueso del carpo que más se fractura. Su falta de consolidación conlleva a una serie de tratamientos que pueden ser frustrantes. El aporte vascular del escafoides es uno de los factores más importantes en la aparición de los trastornos de la consolidación: retardo de la consolidación y pseudoartrosis evento indeseable, que amerita una consideración racional. Se pueden encontrar múltiples factores como agentes etiológicos de la pseudoartrosis: orgánicos, mecánicos y biológicos. La tardanza en el diagnóstico, la inestabilidad de la fractura, el sitio, el déficit vascular y el mal enfoque de tratamiento son los más frecuentes.

La pseudoartrosis no corregida en su evolución conduce a la artrosis del carpo, entidad que se desarrolla lentamente, se observa que a los cuatro años el 70% de los casos muestran estrechamiento articular entre el escafoides distal y la apófisis estiloides del radio y a los nueve años el 60% tendrá artrosis mediocarpiana. Entre los 15 y 20 años habrá artrosis de la muñeca. (80, 95-102).

Las fractura del tercio medio o cintura son el tipo más común que muestran un alto porcentaje en el retardo de la consolidación y la pseudoartrosis, (37, 40) ésto se corresponde con los resultados de esta tesis, donde de un total de 17 casos con pseudoartrosis en 13 de ellos (76%) la misma se localizó a nivel del tercio medio o en la cintura.

Persson M en 1933 (103) preconiza la osteotomía de acortamiento de la metáfisis radial como tratamiento de la necrosis del semilunar y la pseudoartrosis del escafoide. Schenck FG en 1935 (100) reconoce los efectos de la apófisis estiloides del radio como un factor en las fracturas del escafoides y describe los efectos ocasionados por esta prominencia ósea en el escafoides en los casos de una desviación radial, por la acción de las fuerzas de hiperextensión de la muñeca. En 1989 Papachristou G y Ginnikas A (104) utilizaron la osteotomía diafisaria distal del radio como un tratamiento para la pseudoartrosis dolorosa del escafoides, secundaria a la osteoartritis de la articulación radioescafoidea.

En 1956 McLaughlin (8) describe por primera vez la utilización de la fijación interna con material de síntesis con tornillos de *vitallium*, notificando buenos resultados.

La fijación interna con tornillos canulados percutáneos, los cuales se introducen sobre un clavo guía, se utilizaron inicialmente por Maudsley RH y Chen SC en 1972 (105), Herbert TJ (23) en 1984 señala los resultados con su utilización para la fijación de la fractura y la pseudoartrosis y más recientemente por Raskin J y col. en 1991 (106) y Wozasak G y Moser KG en el mismo año (107) muestran resultados alentadores.

La utilización de alambres cruzados de Kirschner para la fijación del defecto junto al injerto óseo realizada por Fernández DL, en Suiza (24, 88, 108) muestra resultados satisfactorios con menos materiales de osteosíntesis.

El uso de los injertos óseos para el tratamiento de la pseudoartrosis del escafoides se describe por Adams JD (109) en 1928, posteriormente Murray G (110) y Burnett JH (111) informan su experiencia con la utilización de injertos libre autólogos como aporte al defecto. Mientras que Matti H, en 1937 (21, 112) introduce su manejo quirúrgico, mediante el labrado de un lecho en el eje longitudinal del escafoides y la colocación del injerto autólogo libre.

Luego Russe O (22) publica su experiencia del tratamiento de 22 pseudoartrosis del escafoides donde describe los resultados obtenidos con un abordaje volar modificando la vía dorsal original de Matti H (21), coloca un injerto intercalado en el foco y señala una tasa de consolidación del 90%.

Esta técnica llamada Matti-Russe, muy popular desde entonces, posee limitaciones biológicas al no tener el injerto aporte vascular inmediato, lo que agrava el pronóstico en los pacientes que presentan pseudoartrosis con necrosis avascular. (113-114)

Estudios recientes no apoyan la realización de la técnica de Matti-Russe, al respecto Dacho A y col. (91), describieron dificultades funcionales significativas, secundarias a los fracasos de consolidación del escafoides, luego del uso este proceder.

El papel de la osteosíntesis como aporte mecánico a la incorporación del injerto y al logro de la consolidación es de vital importancia. Aunque, resultados excelentes se observan después del empleo de injerto óseo sin

fijación interna, poca información específica existe en relación con el tiempo de consolidación y el tiempo necesario de inmovilización. Russe O (22) observa consolidación en 20 de 21 pacientes (91%) tratados con un injerto óseo sin el empleo de la fijación interna; sin embargo, la duración de la inmovilización no es bien definida. Stark A y col. (115) señalan un 76% de consolidación en 45 pacientes con el empleo del mismo tratamiento. Cooney WP y col. (116) demuestran que existe una tendencia hacia una consolidación más segura cuando se incorporan los alambres de Kirschner en el propio injerto óseo.

En nuestra esta tesis a todos los pacientes se les realizó la osteosíntesis con dos alambres de Kirschner en paralelo a lo largo del escafoides que incluían el injerto, lo que brinda la necesaria estabilidad para que se produzca la consolidación, que se logró en todos los casos.

En las técnicas con injerto óseo vascularizado, Zaidemberg C (40) obtuvo éxito en el 100% con su colgajo, que nace de una pequeña rama de la arteria radial y se dirige al lado dorsal del radio entre el primero y el segundo compartimiento de los extensores con una extensión corta pero suficiente para rotar y colocar el injerto en la cara dorsal del escafoides. Brunelli F (43-44) en 1991 describe un estudio anatómico del dorso de la mano, donde señala al borde del segundo metacarpiano (que está nutrido vascularmente por la primera arteria metacarpiana dorsal), como fuente para injerto vascularizado transplantable al escafoides y para la necrosis del semilunar.

Bertelli J et al (48) describen otra área de injerto óseo vascularizado a expensas de la primera arteria metacarpiana dorsal, se utiliza la vía ventral y dorsal que llega hasta la cabeza del primer metacarpiano, con una longitud promedio del pedículo de cinco centímetros (cm) y con un grosor de un mm.

Mathulin C et al (45-46) aplican el concepto del injerto vascularizado a expensas de la arteria carpal palmar, estudiado anteriormente por Kuhlmann JN et al (37) y quienes mostraron su serie de 72 casos operados con esta técnica pero no informa sobre la localización de la pseudoartrosis, ni cuantos presentaron necrosis avascular.

Shin A (39) utiliza el injerto pediculado a una rama de la arteria radial en la región dorsal entre el primero y segundo compartimento de los extensores.

Rotella JM (117) emplean también injerto pediculado, empleando la arteria transversa anterior del carpo de la cara palmar del radio.

Nakachima LR (118) muestra un injerto vascularizado pediculado a la rama radial del arco palmar.

La filosofía del injerto óseo con aporte vascular es la de llevar una fuente de hueso biológicamente vivo para que tenga más posibilidades de sobrevivir en el lecho avascular e inadecuado del foco de pseudoartrosis. La respuesta biológica de un injerto óseo vascularizado es superior a la de un injerto óseo libre convencional, además de poseer mejor respuesta biomecánica. (52-53, 55)

Todas estas técnicas quirúrgicas se proponen inicialmente en casos de necrosis avascular del polo proximal del escafoides o como una alternativa después de no lograr una consolidación con cirugía convencional de injertos óseos de corticoesponjosa en las pseudoartrosis. Actualmente se consideran como las que ofrecen mejores resultados en el tratamiento para la pseudoartrosis del escafoides en ausencia de la artrosis del carpo.

El desarrollo de la necrosis avascular (NA) del polo proximal es un factor predictivo importante en el resultado de la cirugía de la pseudoartrosis, su presencia tiene un bajo índice de curación comparado cuando la pseudoartrosis es más distal. En este trabajo dos pacientes con una localización a nivel proximal lograron la consolidación del foco pseudoartrosico y la revascularización del polo proximal, lo que se atribuyó al aporte vascular del injerto pediculado al pronador cuadrado.

A su vez debemos diferenciar cuando el injerto es poseedor de su pedículo arterio-venoso para anastomosarse en los vasos vecinos al defecto, cuando

queda pediculado por sus vasos y se realiza la transposición y como en el caso de la técnica de Kawai, donde el fragmento queda pediculado a la masa muscular a través de la cual recibe la irrigación.

Braun RN (42) en 1983, da a conocer los buenos resultados del injerto vascularizado tomados del radio distal pediculado a una porción de masa muscular del pronador cuadrado en los pacientes con enfermedad de Kienböck, enfermedad de Preiser y algunas pseudoartrosis del escafoides. Kawai H (36) y Kuhlmann JN (37) confirmaron los resultados positivos de esta técnica.

Kawai H (36) en su reporte inicial presenta ocho pacientes, todos consolidaron en un promedio de 8,5 semanas, mostrando mejoría del ángulo de movimiento de flexión palmar, dorsal, desviación radial y cubital refiere mejoría al dolor aunque no precisa en cuanto de ellos.

Nosotros primero logramos la incorporación del injerto y más tarde la aparición de las trabéculas entre los fragmentos.

En relación al tiempo de consolidación, Cooney WP y col. (116) en 44 pacientes, con el empleo del injerto libre asociado a osteosíntesis con Kirschner señalan un promedio de tiempo de consolidación de 18 semanas. Stark A y col. (115) muestran un promedio de consolidación de 17 semanas (máximo de 33 semanas) en 147 de 151 pacientes con igual proceder.

En relación con los autores que utilizan injertos pediculados, los tiempos de consolidación descritos son variables, Shin A (39) reporta en 15 pacientes señala un tiempo de consolidación de 11 semanas; Rotella JM (117), en 24 pacientes describe un 92% de consolidación, con un promedio de 8 semanas; Nakachima LR (118), en 34 pacientes detecta, 88% de consolidación con un promedio de 9 semanas; Bertelli J (48), en 24 pacientes, 87% de consolidaciones, en 10,5 semanas y Mathoulin C (45-46) en 14 pacientes obtiene un 100% de consolidaciones con un tiempo de 8,5 semanas.

En nuestra serie al combinar el injerto pediculado vascularizado junto con la osteosíntesis, el promedio total del tiempo de consolidación fue de 8,9 semanas, esta fue más rápida en las pseudoartrosis tipo D1  $7,7 \pm 2,07$ , aunque la curación fue igual en ambos tipos de pseudoartrosis, lo que se explica, considerando que el tejido del defecto interpuesto tuvo un potencial regenerativo mayor en la unión fibrosa tipo D1 que en la pseudoartrosis tipo D2. (23)

En relación al rango de movimiento de la muñeca una vez concluida la rehabilitación. Cooney WP y col. (116) señalan que el movimiento de la muñeca varía poco. Fernández DL y col. (24, 88, 108) encuentran que el arco de flexión/extensión fue de  $136^\circ$  y la desviación radio/cubital fue de  $37,5^\circ$  pero no fueron comparados con los valores preoperatorios. Estos resultados parecen ser mejores que los logrados por nosotros en la serie

que presentamos, en el cual el promedio de arco de flexión/extensión fue de 118° y el de desviación radio/cubital fue de 39,4°.

Los autores que utilizaron injertos pediculados, anteriormente mencionados señalan mejoría en el rango de movimiento de la muñeca, sin cuantificar en grados cuanto fue la mejoría.

En lo relacionado con el ángulo escafolunar, los referidos Bertelli J (48), y Mathoulin C (45-46) describen mejoría con relación al ángulo escafolunar, no dando detalles de su medición en grados.

En nuestro estudio como señalamos en el Figura 26, el promedio del ángulo escafolunar antes de la operación fue de  $71,0^{\circ} \pm 11,4^{\circ}$  y después de la operación fue corregido y mejorado hasta el valor promedio de  $46,6^{\circ} \pm 8,2^{\circ}$ .

Ninguno de los estudios revisados indican que la mala alineación del escafoides fue mejorada después del injerto óseo sólo o del injerto óseo con fijación interna y tampoco indican cambios en el ángulo escafolunar.

En relación al dolor; Shin A (39) presenta 15 pacientes de los cuales 11 retornaron a sus labores habituales; Nakachima LR (118) reporta un 85% de pacientes que pudieron retornar a su labores habituales; Bertelli J (48) de 24 pacientes 23 retornaron a sus labores habituales; Kawai H (36) reporta mejoría del dolor pero no refiere cuantos retornaron al trabajo; Mathoulin C

(44-45) en sus trabajos tampoco precisa cuantos pacientes mejoraron en relación al dolor.

En nuestra serie de 17 pacientes, 13 pacientes regresaron a sus labores habituales, a cuatro pacientes fue necesario cambiarlos de su labores habituales debido a que el esfuerzo que debían realizar era superior a su capacidad. Estos resultados son similares a los obtenidos por los referidos autores. (36, 39, 44-45, 48, 118)

La morfología del semilunar está asociada con el patrón de inestabilidad, esta asociación ya ha sido demostrada y publicada en la literatura mundial (50,55). En el presente trabajo, comprobamos, la asociación entre el patrón de inestabilidad y tipo de pseudoartrosis así como la existente entre morfología del semilunar y el tipo de pseudoartrosis, aspectos no reportados en la literatura revisada por el autor.

Esto puede explicarse debido a que la faceta articular adicional del semilunar Tipo 2 al articularse con el hueso ganchoso, brinda una estabilidad adicional que permite hablar de un patrón de pseudoartrosis estable e inestable, asociado a la morfología del semilunar.

## **CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES.**

1. La técnica de Kawai utilizada en 17 pacientes que presentaban pseudoartrosis del escafoides demostró cumplir con los requisitos de aporte óseo vascularizado y estabilidad mecánica, que condujeron en todos a la consolidación.
2. El período de tiempo en que se obtuvo la consolidación fue menor en aquellos Tipo D1 con tejido fibroso interpuesto, debido a su capacidad osteogénica que en la pseudoartrosis Tipo D2.
3. La movilidad de la muñeca, luego del proceder y su rehabilitación, fue mejorada.
4. Al evaluar los resultados finales, cuatro pacientes requirieron cambio de labor por dolor, aunque se logró la consolidación y una muñeca estable.
5. Se constató; que cuando el semilunar dispone de una faceta articular adicional para el hueso ganchoso, se incrementa su estabilidad, lo que favorece la evolución hacia la consolidación en la pseudoartrosis del escafoides.

## **CAPÍTULO 6. RECOMENDACIONES.**

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos con la técnica de injerto óseo radial vascularizado al pronador cuadrado (Técnica de Kawai), nos permite recomendarla como un excelente método de tratamiento en la pseudoartrosis del escafoides carpiano; ya que logra la estabilización y consolidación del foco de pseudoartrosis.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.**

1. Kozin, SH. Incidence, mechanism, and natural history of scaphoid fractures. *Hand Clin* 2001; 17(4): 515-24.
2. Blumm A, Sauer B, Detreille R, et al. The diagnosis of recent scaphoid fractures: review of the literatura. *J Radiol* 2007; 88(5 pt 2): 741-59.
3. Muramatsu K, Doi K, Kuwata N, et al. Scaphoid fracture in the young athlete-therapeutic outcome of internal fixation using the Herbert screw. *Arch Orthop Trauma Surg* 2002; 122(9-10): 510-3.
4. Heckmann A, Lahoda LU, Alkandari Q, et al. C-type scaphoid fracture in an elite power lifting. *Sportverletz Sportchaden* 2008; 22(2): 106-8.
5. Kokott P. Emergency checklist: fracture of the scaphoid bone. *MMW Fortschr Med* 2008; 150(10): 43.
6. Haisman M, Rohde RS, Weiland AJ. Acute Fractures of the Scaphoid. *J Bone Joint Surg (Am)* 2006; 88(12): 2750-8.
7. Brydie A, Raby N. Early MRI in the management of clinical scaphoid fracture. *Br J Radiol* 2003; 76: 296-300.
8. McLaughlin HL, Parkes JC II. Fracture of the carpal navicular (scaphoid) bone: gradations in therapy based on pathology. *J Trauma* 1969; 9:311-9.
9. Et-tai T, Boussouga M, Bousselmame N, et al. Bilateral non-union scaphoid or bipartite carpal scaphoid bone arthritis. *Chir Main* 2008; 27(1): 50-3.
10. Schuber HE. Scaphoid fracture. Review of diagnostic test and treatment. *Cam Fam Physician* 2000; 46: 1825-32.

11. Perron AD, Brady WJ, Keats TE, et al. Orthopaedic pitfalls in the ED: scaphoid fracture. *Ann Emerg Med* 2001; 19: 310-6.
12. Fernández Vázquez, JM. Mecanismo de producción de las fracturas de escafoides. *Ortho-tips* 2007; 3 (4): 227-8.
13. Lozano-Calderon S, Blazar P, Zurakowski D, et al. Diagnosis of Scaphoid Fracture Displacement with Radiography and Computed Tomography. *J Bone Joint Surg (Am)* 2006; 88(12): 2695-703.
14. Seung Hwan Rhee, Moon Sang Chung, Young Ho Lee, et al. A Comparative Study on the Treatment of Scaphoid Nonunion with Matti-Russe Technique and Fisk-Fernández Technique. *J Korean Orthop Assoc* 2008; 43(6):694-702.
15. Osterman AL, Mikulics M. Scaphoid nonunion. *Hand Clin* 1988; 4:437-55.
16. Kuschner SH, Lane CS, Brien WW, et al. Scaphoid fractures and scaphoid nonunion. Diagnosis and treatment. *Orthop Rev* 1994; 23(11): 861-71.
17. Nakamura R, Imaeda T, Horii E, et al. Analysis of scaphoid fracture displacement by three-dimensional computed tomography. *J Hand Surg (Am)* 1991; 16(3): 485-92.
18. La Hei N, McFadyen I, Brock M, et al. Scaphoid bone bruising--probably not the precursor of asymptomatic non-union of the scaphoid. *J Hand Surg (Eur)* 2007; 32(3): 337-40.

19. Mirić D, Bumbasirević M, Vucković C, et al. Development of degenerative changes in the wrist with pseudarthrosis of the scaphoid bone. *Acta Chir Iugosl* 2005; 52(2): 73-6.
20. Markowicz A, Baczkowski B, Mazurek T. Evaluating degenerative in the wrist after surgical treatment for scaphoid pseudarthrosis using a corticocancellous flap for anatomical reconstruction. *Ortop Traumatol Rehabil* 2006, 6(5): 495-506.
21. Matti H. Technik und Resultate meiner Pseudarthrosenoperation. *Z Chir* 1936; 63:1442-53.
22. Russe O. Fracture of the carpal navicular: diagnosis, nonoperative treatment, and operative treatment. *J Bone Joint Surg (Am)* 1960; 42:759-68.
23. Herbert TJ, Fisher WE. Management of the fractured scaphoid using a new bone screw. *J Bone Joint Surg (Br)* 1984; 66: 114–23.
24. Fernández DL. Anterior bone grafting and conventional flag screw fixation to treat scaphoid nonunions. *J Hand Surg (Am)* 1990; 15: 140–7.
25. Trumble TE, Clarke T, Kreder HJ. Non-union of the scaphoid. Treatment with cannulated screws compared with treatment with Herbert screws. *J Bone Joint Surg (Am)* 1996; 78: 1829-37.
26. Boles CA. Wrist, scaphoid fractures and complications. Disponible en URL: <http://www.emedicine.com/radio/topic747.htm> Visitado: 16 de Noviembre del 2007.

27. Tuncay I, Dogan A, Alpaslan S. Comparison between fixation with Herbert screws and Kirschner wires in the treatment of scaphoid pseudoarthrosis. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2002; 36(1): 17-21.
28. Phemister DB. The fate of transplanted bone and regenerative powers of its various constituents. *Surg Gynecol Obstet* 1914; 19: 303.
29. Ciprian S, Iochum S, Kohlmann R, et al. MR imaging accuracy in the prediction of bone graft healing potential in scaphoid non-union. *J Radiol* 2004; 90(8): 714-21.
30. Munk B, Larse C. Bone grafting the scaphoid non-union A systematic review of 147 publications including 5 246 cases of scaphoid non-union *Acta Orthop Scand* 2004; 75 (5): 618-29.
31. Trumble TE, Sala P, Barthel T. Management of Scaphoid Nonunions. *J Am Acad Orthop Surg* 2003; 11: 380-91.
32. Ramamurthy C, Cutler L, Nuttall D, et al. The factors affecting outcome after non-vascular bone grafting and internal fixation for nonunion of the scaphoid. *J Bone Joint Surg (Br)* 2007; 89(5): 627-32.
33. Tu Y, Bishop AT, Kato T, et al. Experimental carpal reverse-flow pedicled vascularized bone grafts. Part II: Bone blood flow measurement by radioactive-labeled microspheres in a canine model. *J Hand Surg (Am)* 2000; 25: 46-54.
34. Sotereanos DG, Darlis NA, Dailiana ZH, et al. A capsular-based vascularized distal radius graft for proximal pole scaphoid pseudoarthrosis. *J Hand Surg (Am)* 2006; 31 (4): 580-7.
35. Sunagawa T, Bishop AT, Muramatsu K. Role of conventional and vascularized bone grafts in scaphoid nonunion with avascular

- necrosis: a canine experimental study. *J Hand Surg (Am)* 2000; 25: 849-59.
36. Kawai H, Yamamoto K. Pronator quadratus pedicled bone graft for old scaphoid fractures. *J Bone Joint Surg (Br)* 1988; 70: 829-31.
37. Kuhlmann JN, Mimoun M, Boabighi A, Baux S. Vascularized bone graft pedicled on the volar carpal artery for nonunion of the scaphoid. *J Hand Surg (Br)* 1987; 12: 203-10.
38. Steinmann SP, Bishop AT, Berger RA. Scaphoid nonunion. *J Hand Surg (Am)* 2002; 27: 391-401.
39. Shin AY, Bishop AT, Berger RA. Vascular anatomy of the distal radius. *Clin Orthop* 2001; 383: 60-70.
40. Zaidenberg C, Sieber JW, Angrigiani C. A new vascularized bone graft for scaphoid nonunion. *J Hand Surg (Am)* 1991; 16: 474-8.
41. Judet R, Roy-Camille R. Fractures et pseudarthroses du scaphoïde carpien. Utilisation d'un greffon vascularisé. *Actualité de Chirurgie Orthopédique* 1965; 4: 196-214.
42. Braun RN. Pronator pedicle grafting in the forearm and proximal row. *Orthop Trans* 1983; 7: 35.
43. Brunelli F, Brunelli G, Nanfita F. An anatomical study of the vascularization of the first dorsal interosseous space of the hand, and description of a bony pedicle graft arising from the second metacarpal bone. *Surg Radiol Anat* 1991; 13: 73-5.
44. Brunelli F, Mathoulin C, Saffar P. Description of a vascularized bone graft taken from the head of the 2nd metacarpal bone. *Ann Chir Main Memb Super* 1992; 11: 40-5.

45. Mathoulin C, Brunelli F. Further experience with the index metacarpal vascularized bone graft. *J Hand Surg (Br)* 1998; 23: 311-7.
46. Mathoulin C, Haerle M. Technique: vascularized bone grafts from the volar distal radius to treat scaphoid non-union. *J Am Soc Surg Hand* 2004; 4: 4-10.
47. Jessu M, Wavreille G, Strouk G, et al. Scaphoid nonunions treated by Kuhlmann's vascularized bone graft radiographic outcome and complications. *Chir Main* 2008; 27(2-3): 87-96.
48. Bertelli J, Tacca CP, Rost JR. Thumb Metacarpal Vascularized Bone Graft in Long- Standing Scaphoid Nonunion-A Useful Graft Via Dorsal or Palmar Approach: A Cohort Study of 24 Patients. *J Hand Surg (Am)* 2004; 29: 1089-97.
49. Mayfield JK. Wrist ligament anatomy and biomechanics. En: Bralow L, Ed. *The Traumatized Hand and Wrist: Radiographic and Anatomic Correlation*. Philadelphia, Pa: WB Saunders; 1992. p. 241-7.
50. Viegas SF, Patterson RM, Hokanson JA, et al. Wrist anatomy: incidence, distribution, and correlation of anatomic variations, tears, and arthrosis. *J Hand Surg (Am)* 1993; 18: 463-75.
51. León Santana P, Monreal González RJ, Díaz Ramos H, et al. Tratamiento quirúrgico de la pseudoartrosis de escafoides carpiano con injerto óseo vascularizado. CD Memorias Congreso Internacional de la Sociedad Cubana de Ortopedia y Traumatología 2008. ISBN 978-959-7158-77-6.
52. Taleisnik J, Kelly PJ. The extraosseous and intraosseous blood supply of the scaphoid bone. *J Bone Joint Surg (Am)* 1966; 48(6):1125-37

53. Gelberman RH, Botte MJ. Internal vascularity of the scaphoid in cadavers after insertion of Herbert screw. *J Hand Surg (Am)* 1988; 12: 216-22.
54. Roux JL. Vascularized bone transfers in the wrist and hand. *Chir Main* 2003; 22(4): 173-85.
55. Berger RA, Landsmeer JME. The palmar radiocarpal ligaments: a study of adult and fetal human wrist joints. *J Hand Surg (Am)* 1990; 15: 847- 54.
56. Lorozyński A, Baczkowski B, Mazurek T. Surgical treatment of late carpal dislocations. *Ortop Traumatol Rehabil* 2006; 8(3): 268-73.
57. Taleisnik J. *The wrist*. New York: Churchill Livingstone, 1985 p. 171-2.
58. Youm Y, Murtry MC, Flatt AE, Gillespie TE. Kinematics of the wrist. *J Bone Joint Surg (Am)* 1978; 60: 423-31.
59. Sennwald G, Segmüller G. Base anatomique d'un nouveau concept de stabilité du carpe. [Anatomic basis of a new concept of stability of the carpus]. *Int Orthop* 1986; 10: 25-30.
60. Burgess RC. Anatomic variations of the midcarpal joint. *J Hand Surg (Am)* 1990; 15: 129-31.
61. Haasc SC, Berger RA, Shin A. Association between lunate morphology and carpal collapse patterns in scaphoid nonunions. *J Hand Surg (Am)* 2007; 32(7): 1009-12.
62. Viegas SF, Wagner K, Patterson R, et al. Medial (hamate) facet of the lunate. *J Hand Surg (Am)* 1990; 15: 564-71.
63. Watson HK, Yasuda M, Guidera PM. Lateral lunate morphology: an x-ray study. *J Hand Surg (Am)* 1996; 21: 759-63.

64. Anderson SE, Steinbach LS, Tschering-Vogel D, Martin M, Nagy L. MR imaging of avascular scaphoid nonunion before and after vascularized bone grafting. *Skeletal Radiol* 2005; 34(6): 314-20.
65. Trumble T, Nyland W. Scaphoid non-unions: Pitfalls and pearls. *Hand Clin* 2001; 17: 611-24.
66. Smith AA, Green TL. Real time ultrasonography in the assessment of movement at the site of a scaphoid fracture non-union. *J Hand Surg (Am)* 1994, 19: 498-504.
67. McNally EG, Goodman R, Burge P. The role of MRI in the assessment of scaphoid fracture healing: a pilot study. *Eur Radiol* 2000; 10(12):1926-8.
68. Philips GT, Reibach AM, Slomiany PW. Diagnosis and management of scaphoid fractures. *Amer Fam Phys* 2004; 70(5): 1-7.
69. Trumble TE. Avascular necrosis after scaphoid fracture: A correlation of magnetic resonance imaging and histology. *J Hand Surg (Am)* 1990; 15: 557-64.
70. Tiel-van Buul MM, van Beek EJ, Broekhuizen AH, et al. Radiography and scintigraphy of suspected scaphoid fracture. A long-term study in 160 patients. *J Bone Joint Surg (Br)* 1993; 75: 61-5.
71. Pilny J. Arthroscopy in the diagnosis and therapy of wrist disorders. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech* 2004; 71(2):106-9.
72. Linscheid RL, Dobyms JH, Beabout JW, et al. Traumatic instability of the wrist: Diagnosis, classification and pathomechanics. *J Bone Joint Surg (Am)* 2002; 84: 142.

73. Navarro A. Anatomía y fisiología del carpo. Ann Inst Clín Quirúrg Cir Exp 1937; 1: 162-250.
74. Cooney WP III, García-Elías N, Dobyns JH, et al. Anatomy and mechanics of carpal instability. Surg Rounds Orthop 1989; 9: 15-24.
75. Dautel G. Diagnóstico de las lesiones ligamentarias recientes de la muñeca. En: Mano Traumática. Cirugía Secundaria. Muñeca Traumática. Editores: Merle M, Dautel G, Loda G. Masson, S.A. Barcelona, 1996 p. 363-79.
76. Ring D, Jupiter JB, Herndon JH. Acute fractures of the scaphoid. J Am Acad Orthop Surg 2000; 8: 225-31.
77. Bohler L, Trojan E, Jahna H. The results of treatment of 734 fresh, simple fractures of the scaphoid. J Hand Surg (Br) 2003; 28(4): 319-31.
78. Bahri H, Baccari S, Maala R, et al. Treatment of pseudoarthrosis of the carpal scaphoid bone by percutaneous pinning. A porpos of 74 cases. Chir Main 2000; 19(2): 75-81.
79. Díaz JL, Arceo D, Velázquez JD. Fijación interna con tornillo de esponjosa en la pseudoartrosis del cuello del escafoides. Rev Mex Ortop Traum 2001; 15(3): 126-9.
80. Jupiter JB, Shib AY, Trumble TE, Fernández DL. Traumatic and reconstructive problems of the scaphoid. Instr Course Lect 2001; 50: 105-22.
81. Mirić D, Senohradski K, Vucetić G, et al. Pseudoarthrosis of the scaphoid bone associated with carpal collapse: factors in choice of surgical approach. Spra Arh Celok Lek 2001; 129(5-6): 129-34.

- 82.Sauerbier M, Bickert B, Trankle M, et al. Surgical treatment possibilities of advanced carpal collapse (SNAC/SLAC wrist) [German]. *Unfallchirurg* 2000; 103: 564–71.
- 83.Tambe AD, Cutler L, Stilwell J, et al. Scaphoid non-union: the role of vascularized grafting in recalcitrant non-unions of the scaphoid. *J Hand Surg (Br)* 2006; 31(2): 185-90.
- 84.Hauger O, Bonnefoy O, Moinad M, et al. Occult fractures of the waist of the scaphoid: early diagnosis by high-spatial-resolution sonography. *Am J Roentgenol* 2002; 178: 1239-45.
- 85.Dailiana ZH, Malizos KN, Zachos V, et al. Vascularized bone grafts from the palmar radius for the treatment of waist non-union of the scaphoid. *J Hand Surg (Am)* 2000; 31 (3): 397-404.
- 86.Manak P, Drac P. Non-union in os scaphoideum and its surgical treatment: overview of literatura. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech* 2004; 71(5): 311-5.
- 87.Henry M. Collapsed scaphoid non-union with dorsal intercalated segment instability and avascular necrosis treated by vascularized wedge-shaped bone graft and fixation. *J Hand Surg (Eur)* 2007; 32(2): 148-54.
- 88.Fernández DL. A technique for anterior wedge-shaped grafts for scaphoid non union with carpal instability. *J Hand Surg (Am)* 1984; 9: 733-7.
- 89.García-López A, Pérez-Ubeda MJ, Marco F, et al. A modified technique of four-bone fusion for advanced carpal collapse (SLAC/SNAC wrist). *J Hand Surg (Br)* 2001; 26: 352–54.

90. Rodríguez Rúa OR, Monreal González R. Ultrasonido de Baja Intensidad para la reparación ósea. *Av Méd Cuba* 2003; 10 (34): 46-8.
91. Dacho A, Germann G, Sauerbier M. The reconstruction of scaphoid pseudoarthroses with the operation of Matti-Russe. A retrospective follow-up analysis of 84 patients. *Unfallchirurg* 2004; 107(5): 388-96.
92. Baumeister S, Germann G, Dragu A, et al. Functional results after proximal row carpectomy (PRC) in patients with SNAC—SLAC-wrist stage III. *Handchir Mikorochir Plast Chir* 2005; 37(2): 106-12.
93. García A, Iriarte R, Bocanegra S, et al. Artrodesis de la articulación radio-carpiano con placa AO. *Rev Colom Ortop Traumatol* 2003; 17(1): 31-9.
94. Bach AW, Almquist E, Newman DM. Proximal row fusion as a solution for radiocarpal arthritis. *J Hand Surg (Am)* 1991; 16(3): 424-31.
95. Mirio D, Vucetlo C, Senohradski K, et al. Incidence and severity of degenerative changes in the wrist in pseudoarthrosis of the scaphoid bone. *Srp Arh Celok Lek* 2001; 129(3-4): 61-5.
96. Trumble VOD. Proximal pole scaphoid factors and nonunion. *J Am Soc Hand* 2001; 3: 155-171
97. Mayfield JK. Wrist ligamentous anatomy and pathogenesis of carpal instability. *Orthop Clin North Am* 1984; 15(2): 209-16.
98. Gilula LA, Weeks PM. Post-traumatic ligamentous instabilities of the wrist. *Radiology* 1978; 129(3): 641-51.
99. González, JC. Diseños básicos en investigación clínica. *Rev Colom Ortop Traumatol* 1996; 10 (2): 89-99.

100. Schneck FG. Die konservativa dehandlung der totalluxati on des os lunatum. Beitz Z Klin Chir 1935; 161: 129.
101. Allende BT. Osteoarthritis of the wrist secondary to non-union of the scaphoid. Int Orthop 1988; 12: 201-11.
102. Saffar P. Scaphoid malunion. Chir Main 2008; 27(2-3): 65-75.
103. Persson M. Pathogenese und behandlung der kienbockschen lunatummalarie. Acta Chir Scand 1945; 92(98): 1.
104. Papachristou G, Giannikas A, Liodakis C. Management of painful pseudarthrosis of the carpal scaphoid bone with closed wedge osteotomy of the distal radius: a prospective study with long-term follow-up. Rev Chir Orthop Répar Appar Mot 2004; 90: 714–21.
105. Maudsley RH, Chen SC. Screw fixation in the management of fractures carpal scaphoid. J Bone Joint Surg (Br) 1977; 54(3): 432-41.
106. Rankin J. Zur konservativen behandlung desveral teten kahnbeinbruches und der kahnbfinp seudarthrose. Arch Orhop Unfall-Chir 1960; 45: 67-77.
107. Worzabek G, Moser KG. Percutaneous screw fixation for fractures of the scaphoid. J Bone Joint Surg (Br) 1991; 73(1): 138-42.
108. Fernández DL, Egli S. Non-union of the scaphoid: Revascularization of the proximal pole with implantation of a vascular bundle and bone-grafting. J Bone Joint Surg (Am) 1995; 77: 883-93.
109. Adams JD. Fracture of the carpal scaphoid. A new method of treatment with a report of one case. New Engl J Med 1928; 198:401-4.
110. Murray G. Bone graft for non-union of the carpal scaphoid. Br J Surg 1934; 22: 63-8.

111. Burnett JH. Fracture of the (navicular) carpal scaphoid. N Engl J Med 1934; 211: 56-60.
112. Matti H. Technik und Resultate meiner Pseudarthrosenoperation. Z Chir 1936; 63: 1442-53.
113. Qu G, Von Schroeder HP. The osteogenic potential of pseudoarthrosis tissue and bone from human scaphoid non-unions. J Hand Surg (Eur) 2008; 3: 1-8.
114. Ramos Max RF, Torrero V, Torrero AM, et al. Tratamiento de la pseudoartrosis del escafoides carpiano utilizando la técnica de Matti-Russe. Rev Bras Ortop 2000; 35(5): 151-8.
115. Stark A, Brostrom LA, Svartengen G. Scaphoid nonunion treated with the Matti- Russe technique. Long- term results. Clin Orthop 1987; 214: 175-80.
116. Cooney WP, Linscheid RL, Dobyms JH, et al. Scaphoid nonunion: role of anterior interpositional bone grafts. J Hand Surg (Am) 1988; 13: 635-50.
117. Rotella JM, Urpi J. Seudoartrosis del escafoides: Tratamiento con un nuevo colgajo óseo vascularizado palmar. Rev Asoc Argent Ortop Traumatol 2003; 68(2): 101-10.
118. Nakachima LR. Tratamento cirurgico da pseudartrose do escafoide com enxerto osseo vascularizado ventral do radio distal, baseado no ramo radial do arco palmar do carpo. Universidade federal de São Paulo, São Paulo; 2001, p. 134. Disponible en URL: [http://www1.capes.gov.br/estudos/datos/2001/33009015/017/2001\\_017\\_33\\_009015037p5\\_teses](http://www1.capes.gov.br/estudos/datos/2001/33009015/017/2001_017_33_009015037p5_teses).

- León Santana P, Díaz Ramos H, Paredes González LF, et al. Tratamiento quirúrgico de la pseudoartrosis del escafoides carpiano. Rev Cub Ortop y Traumatol 2008; 22, (2).
- León Santana P, Díaz Ramos H, Paredes González LF, et al. Injerto óseo pediculado al pronador cuadrado en el tratamiento de la pseudoartrosis del escafoides. Rev Cub Ortop y Traumatol 2008; 22 (2).
- León Santana P, Monreal González RJ, Díaz Ramos H, et al. Tratamiento quirúrgico de la pseudoartrosis de escafoides carpiano con injerto óseo vascularizado. CD Memorias Congreso Internacional de la Sociedad Cubana de Ortopedia y Traumatología 2008. ISBN 978-959-7158-77-6.

## **Producción Científica**

### Presentaciones en Jornadas y Congresos.

- Consejo Científico del Hospital Comandante Manuel Fajardo 1998.
- Jornada Hospital Piti Fajardo 2005
- Jornada Hospital Piti Fajardo 2007
- Premio Anual de Salud (Facultad Fajardo 2008)
- Congreso Internacional Ortopedia y Traumatología Cienfuegos (Noviembre 2008)

### Publicaciones:

- \_CD, Congreso Internacional de la Sociedad Cubana de Ortopedia y Traumatología 2008  
ISBN-9 78-959-7158-77-6
- Injerto Óseo pediculado al pronador cuadrado en la Pseudoartrosis del Escafoides  
“Revisión de Concepto” aprobado por el comité editorial – Revista Cubana de Ortopedia  
y Traumatología 2008- Volumen 22, w02
- Injerto Óseo pediculado al pronador cuadrado en el tratamiento de la Pseudoartrosis del  
Escafoides aprobada su publicación por el comité Editorial de la Revista Cubana de  
Ortopedia y Traumatología 2008 Volumen 22,WU,2.

## ANEXO 1

Ciudad de la Habana, 6 de noviembre 2007  
Año 49 de la Revolución.

### **DICTAMEN DEL CONSEJO CIENTIFICO HOSPITAL MANUEL FAJARDO**

Después de revisado y analizado la tesis para optar por el grado científico Doctor en Ciencias Médicas del Dr. Pastor S. León Santana: Profesor Auxiliar y Especialista de 2do Grado del Servicio de Ortopedia y Traumatología del Hospital Docente “Comandante Manuel Fajardo”, este Consejo Científico emite sus consideraciones:

Tesis con el Título “Injerto óseo vascularizado en la pseudoartrosis del escafoides carpiano.

1. Esto se corresponde con las líneas de investigaciones previamente diseñadas por el Servicio de Ortopedia y Traumatología y aprobándose por el Consejo Científico Institucional.
2. Es el resultado de 10 años de investigación en el tratamiento de la pseudoartrosis del escafoides carpiano.
3. La tesis esta correctamente estructurado desde el punto de vista metodológico consta de las siguientes secciones:
  - Introducción
  - Información previa.
  - Objetivos.
  - Materias y Métodos
  - Resultado
  - Discusión
  - Conclusiones
  - Recomendaciones
4. En la parte de Introducción, el autor expone las conclusiones que justifican la investigación.
5. En información previa se realiza una revisión de la anatomía funcional del carpo, se definen conceptos básicos y se hace una amplia exposición de la evolución histórica del tratamiento de la pseudoartrosis del escafoides carpiano.
6. Se definen los objetivos generales y específicos de la investigación.

7. En Material y Método se expone y define el diseño de investigación observacional tipo serie de caso.
8. En la sesión de discusión se analiza los resultados de manera crítica y enriquecedora. Es importante señalar que en los resultados se exponen aspectos novedosos de la comprensión de la evolución natural y tratamiento de la pseudoartrosis de escafoides carpiano.
9. Las conclusiones se corresponden con los objetivos previamente establecidos.
10. Se hacen recomendaciones.

Finalmente el Consejo Científico aprueba el informe final de la investigación para que sea presentado como Tesis de Grado Científico.

Prof. Dr. Alfredo Abreu Daniel  
Presidente  
Consejo Científico

Prof. Dr. Francisco F. Llorente Llanto  
Secretario  
Consejo Científico

## ANEXO 2

### HOSPITAL COMANDANTE MANUEL FAJARDO

Acta de consentimiento informado y autorización para la intervención quirúrgica

Nombre y Apellidos:

---

Historia Clínica \_\_\_\_\_ Servicio de: \_\_\_\_\_

Edad \_\_\_\_\_ Sexo: M \_\_\_\_\_ F \_\_\_\_\_ Color de la Piel: \_\_\_\_\_

Procedencia: \_\_\_\_\_

Por la presente, después de recibir por parte del equipo médico de forma oral y escrita, las características de mi enfermedad, (Pseudoartrosis del Escafoides Carpiano y sus posibles complicaciones futuras. El que suscribe acepta el proceder quirúrgico que se realizará. El cual contribuirá a una evaluación sobre una técnica quirúrgica ya utilizada en el mundo por otros especialistas, con ventajas y desventajas conocidas y que formará parte de una investigación que ha sido aprobada por el Consejo Científico y la Dirección de Hospital.

He conocido también de los posibles riesgos que pudieran presentarse, no atribuible al buen ejercicio médico; de dárseme la oportunidad de abandonar el estudio sin que ello afecte la futura relación médico-paciente. Se me ha dado la oportunidad de preguntar todas mis interrogantes y he tenido respuestas que me satisfacen por lo que autorizo la realización del proceder quirúrgico siempre y cuando la institución garantice todas las medias necesarias para evitar complicaciones.

Por tanto consiente y en total estado de mis facultades autorizo el proceder quirúrgico informado.

---

**Paciente**

---

**Carnet de Identidad**

---

**Familiar o testigo**

---

**Carnet de Identidad**

---

**Médico de asistencia**

---

**Carnet de Identidad**