



Vía de acceso transradial. Técnica y complicaciones.

Transradial access way. Technique and involvement

Dr. Suilbert Rodríguez Blanco¹, Dr. Abel Leyva Quert¹, Dr. Manuel Valdés Recarey², Dr. C. Javier Almeida Gómez³, Giovannys Ponte Gonzalez², Dr. José Manuel Aguilar Medina², Lic. Juan Carlos Pérez Guerra⁴.

¹ Servicio de hemodinámica y cardiología intervencionista. Hospital Hermanos Ameijeiras. La Habana. Cuba

Resumen

La utilización del acceso transradial en el cateterismo cardíaco ha aumentado progresivamente debido a sus claras ventajas sobre el acceso transfemoral. Sin embargo, algunos laboratorios y operadores plantean que una limitante para su sistematización es su inferior tasa de éxito, basados en la dificultad técnica y complicaciones propias de esta vía. Proponemos una revisión acerca de algunos aspectos de la técnica específica utilizada en este acceso, así como las complicaciones derivadas de este. El dominio de la técnica de acceso transradial mejora el éxito del proceder y reduce las complicaciones vinculadas al mismo. Las más frecuentes: el espasmo radial, la oclusión radial y hematoma de la muñeca. El reconocimiento temprano y manejo de estas complicaciones, constituyen un pilar fundamental para mantener su sistematización y con ello sus beneficios.

Palabras clave: cateterismo cardíaco, vías de acceso.

Abstract

The use of transradial cardiac catheterization access has increased steadily due to its clear advantages over transfemoral access. However, some laboratories and operators argue that limit its systematization is its lower success rate, based on the technical difficulty and complications specific to this route. We propose a review of some aspects of the specific technique used in this access, as well as complications arising from this. Mastering the art of transradial access improves success proceed through this, like any invasive process has complications. The most frequent: the radial spasm, radial occlusion and hematoma of the wrist. Early recognition and management of these complications are an essential to keep your systematization and thus their profits pillar.

Keywords: way acces, hemodynamic

Correspondencia: Dr. Suilbert Rodríguez Blanco. Servicio de hemodinámica y cardiología intervencionista. Hospital Hermanos Ameijeiras. La Habana. Cuba, email: suilbert@infomed.sld.cu





INTRODUCCIÓN

La utilización del ATR para la realización de cateterismo cardiaco ha aumentado progresivamente debido a sus claras ventajas sobre el ATF. Sin embargo, algunos laboratorios y operadores plantean que una limitante para su sistematización es la inferior tasa de éxito del proceder en comparación con el ATF.¹

Esto está dado en parte por las características técnicas y complicaciones propias de esta vía. El dominio técnico, reconocimiento y manejo temprano de las complicaciones permiten realizar un abordaje correcto. Proponemos una revisión acerca de algunos aspectos de la técnica específica utilizada en este acceso, así como las complicaciones derivadas de este.

Selección de pacientes y preparación:

La selección de pacientes y su preparación es el primer paso hacia el éxito del procedimiento, con mayor peso en operadores que se inician en ATR, en busca de perfeccionar sus resultados iniciales. Las características ideales de estos pacientes serían: estabilidad hemodinámica, edad menor de 70 años, pulso radial fuerte y test de Allen normal. La prueba de Allen confirma la doble circulación de la mano. Cuando es positiva (normal) demuestra la reperfusión de la mano dentro de 7 segundos y negativa la reperfusión aparece en más de 15 segundos. Alternativamente la oximetría de pulso proporciona más sensibilidad que la prueba de Allen y reduce el número de exclusiones. Contraindicaciones

relativas: pulso radial ausente, prueba de Allen anormal, condición vaso espástica severa y fístula arterio-venosa.

Acceso radial:

La obtención del acceso en el primer intento es muy importante en la disminución del riesgo de espasmo radial y otras complicaciones. Se debe realizar una palpación cuidadosa de la arteria y seleccionar adecuadamente el sitio de punción aproximadamente a 2 cm proximal al proceso estiloide para evitar ramificaciones distales del vaso. La punción puede realizarse con aguja metálica o con aguja tipo abbocath (provistas de guías plásticas hidrofílicas). De acuerdo con la longitud, los introductores se pueden dividir en 3 grupos: cortos (+/- 11cm), intermedios (+/-16cm) y largos (+/-25cm), se aconseja la utilización de introductores largos, cuyo extremo proximal llega a la porción distal de la arteria braquial, una vez posicionados evitan el contacto directo del catéter con la arteria radial, lo cual teóricamente disminuye notablemente la ocurrencia de espasmo. Luego de aplicar lidocaína al 2% intradérmica y subcutánea en el sitio de punción se procede a la punción del vaso. Existen 3 técnicas de punción para el acceso transradial ²:

-Técnica de Seldinger: se punciona la arteria radial con abbocath 20G-24G con una angulación de 30°- 60° y a observar la salida de flujo sanguíneo se continúa avanzando el abbocath hasta atravesar la pared posterior del vaso. La aguja es retirada y se va retirando la camiseta



lentamente hasta observar salida de un adecuado flujo sanguíneo, avanzando a través de esta camiseta una guía corta preferentemente hidrofílica. Posteriormente se retira la camiseta y se avanza el introductor.

-Técnica de Seldinger modificada: se inserta aguja de micro-punción radial 20 g-24 g, con una angulación de 30°- 60° y cuando se observe la salida de un buen flujo sanguíneo significa que se atravesó la pared anterior del vaso, se introduce la guía hidrofílica, la cual debe avanzar sin dificultad, lo que da certeza de estar en el lumen arterial. Posteriormente se retira la aguja y se avanza el introductor.

-Técnica de Seldinger alternativa: se punciona la arteria radial con abbocath 20G-24G con una angulación de 30°- 60° y al atravesar la pared posterior del vaso se comienza a retirar el abbocath hasta observar salida del flujo sanguíneo, retirando la aguja y dejando la camiseta. Posteriormente se avanza la guía hidrofílica corta y se monta una aguja de micro-punción en la camiseta del abbocath, avanzando bien a través del lumen interno del vaso, finalmente se retira la camiseta y aguja para avanzar el introductor. Esta técnica es poco utilizada por su complejidad pero útil en casos de espasmo severo, donde se puede aplicar el coctel espasmolítico por la camiseta del abbocath avanzado con la aguja, antes del introductor. También es útil en casos de tortuosidad a calcificación severa de la arteria radial, donde brinda más soporte.

Pancholy et al,³ aleatorizaron 2 grupos de pacientes y compararon la frecuencia de hematomas y oclusión radial a las 24h y a los 30 días después del proceder. El grupo 1 a la técnica de Seldinger y el grupo 2 a Seldinger modificado. La edad, sexo, peso corporal y diabetes mellitus fueron controladas. El tiempo de acceso fue (78,3+/-3,7 seg vs 134,2 +/- 87,5 seg; $p < 0,001$); el tiempo de proceder (17,1 +/- 6,4 min vs 19,3+/- 7,1 min; $p < 0,01$) y el número de intentos (1,7+/-0,8 vs 2,2+/-0,8; $p < 0,001$) fueron significativamente diferentes a favor del grupo 1. El acceso obtenido durante el primer intento en el grupo 1 fue 53%, comparado con 16% en el grupo 2, $p < 0,001$ y se registró cambio de técnica en el grupo 2 en el 10,8%; $p < 0,0001$. La incidencia de hematoma fue 0,5% vs 1,5%; $p > 0,2$ y a los 30 días la oclusión radial (4,3% vs 3,9%; $p > 5$), similar en ambos grupos. Concluyendo que la técnica de Seldinger es más rápida sin incrementar el sangrado o la oclusión radial.

La radial tiene un diámetro en el hombre de 2,69 +/- 0,4 mm y en la mujer 2,43+/- 0,38 mm, con un rango entre 1,15-3,95 mm.⁴ Las punciones radiales repetidas son frecuentes al inicio de la curva de aprendizaje de esta vía. En una evaluación de los resultados de punciones repetidas en un grupo de pacientes, en 9,3% (17 pacientes) el acceso se obtuvo mediante punciones repetidas, de ellos el 88%, 2 veces y el 11,8%, 3 veces. Se alcanzó un éxito diagnóstico y terapéutico en el 100%, mostrando que la punción repetida es factible en un alto



porcentaje de casos y una vez logrado el acceso se logra el proceder sin complicaciones.⁵ Colocado el introductor, administramos el coctel espasmolítico.

Dispositivos:

Un estudio publicado en JACC, ⁶ estudió la longitud y el recubrimiento hidrofílico en los introductores y su relación con el espasmo radial, la oclusión arterial y las complicaciones vasculares en el sitio de punción. Se asignaron al azar 790 pacientes al uso de dispositivos largos (23 cm) o cortos (13 cm) y al uso de hidrofílicos o no. El espasmo radial fue menor en el grupo hidrofílico, (19% vs 39%; OR: 2,87; 95% IC; 2,07-3,97; p<0,001), sin diferencias en la longitud del introductor. La oclusión radial se observó en 9,5% de los casos sin asociarse a la longitud ni el recubrimiento del introductor, al igual que las complicaciones vasculares 2,6%. Inicialmente en la vía radial se utilizaban dispositivos con calibre 5 Fr o 6 Fr. En la actualidad se han diseñado estudios para evaluar la viabilidad y seguridad del uso de dispositivos 6,5 Fr ⁷ e incluso 7 Fr.⁸ En pacientes con arteria radial pequeña, el uso de dispositivos 6,5 Fr para el ICP, se alcanzó un éxito del proceder del 100% sin complicaciones. La incidencia de oclusión radial fue evaluada en 116 pacientes usando dispositivos 7 Fr, con un éxito del 95%; a los 7 días, 6 pacientes presentaron oclusión radial de los cuales 2 sufrieron espasmo severo durante el proceder y a los 30 días la oclusión se encontró en 3 pacientes (2,5%).

El avance del catéter se realiza sobre una guía de 0,035 pulgadas y punta en "J", para disminuir la exposición a las radiaciones se puede avanzar suavemente la guía por el brazo sin fluoroscopia, a menos que exista la menor resistencia, donde lo más sensato es realizar una inyección de contraste diluido para conocer la anatomía arterial del miembro superior. Es aconsejable cuando se comienza la curva de aprendizaje radial, avanzar la guía siempre bajo visión fluoroscópica. Las causas más comunes de resistencia al avance de la guía son las variantes anatómicas congénitas de la anatomía arterial. Una vez que la guía se encuentre en la arteria subclavia es necesario el avance bajo visión para evitar introducirla en ramos inadecuados.

Conocimiento anatómico y sus variantes:

Las anomalías del eje radial-aórtico pueden clasificarse sobre la base de diagnósticos angiográficos y su relevancia en la realización del proceder. ¹

Variantes anatómicas del eje radial- braquial:

- 1- Origen alto de la radial: Anomalía radial más frecuentes (3,2%-8,3%). Origen radial a nivel axilar o en la porción próximo medial de la arteria braquial (siempre proximal a la línea a la línea intercondílea del húmero). Estos vasos son de menor diámetro y tortuosos, propensos al espasmo.

- 2- Tortuosidad radial y/o braquial: Presencia de una curva de más de 45° en el trayecto del vaso. Con una incidencia radial de (2%-6%) y menos frecuente y más simple en la braquial.
- 3- Loops radial y/o braquial: (**Figura No.1**) Tortuosidad de 360° en su trayecto. Frecuencia radial (0,8%-2,3%), principal causa de fallo de este procedimiento. Mientras mayor sea el loop y menor el calibre de la arteria, menor es la posibilidad de cruzarlo.
- 4- Aterosclerosis y calcificación de la arteria radial: Con una frecuencia entre (1%-1,7%), no suele ser una limitación importante para la realización del cateterismo transradial. Genera dificultad y complicaciones en el posicionamiento del introductor arterial.

Como expresamos anteriormente, ante la dificultad en el avance de la guía de 0.035'' la primera acción es la angiografía arterial del miembro superior. La proyección anteroposterior con extra rotación del brazo permite una buena separación de los huesos del brazo y mayor visibilidad arterial. La presencia de espasmo y/o tortuosidad requiere utilizar una guía hidrofílica (de 0.025'') o una guía de angioplastia de 0,014'' que facilite la navegación, una guía hidrofílica extra support (ej. Choice PT, Boston Scientific™) es una buena opción, pues brinda buen soporte y buena navegabilidad, en casos seleccionados se puede utilizar una segunda

guía que aumente el soporte. Se debe utilizar catéteres que faciliten mayor maniobrabilidad (ej. JR4, 4Fr) y que permitan angiografías necesarias. El avance de la guía puede ser bajo control con road-mapping o con la angiografía de control fija en el monitor. Mayor complejidad se encuentra al intentar cruzar un loop. La maniobra para atravesarlo y rectificarlo es compleja, una vez cruzada la guía se avanza el catéter recto, en la mayoría de los casos la rectificación ocurre espontáneamente después de avanzar la porción rígida de la guía distal al loop o al cruzar el catéter distal al loop y tirar y rotar hacia atrás suavemente el catéter y la guía.¹



Figura No.1: Variante anatómica. Lopp radial.

Eje axilar- subclavia- tronco braquiocefálico:

- 1- Tortuosidad severa: Las tortuosidades y loops subclavios tiene una incidencia del 10%. Frecuentes en ancianos, obesos e hipertensos.



- 2- Enfermedad aterosclerótica: no es infrecuente y trae complicaciones en el avance.

La tortuosidad subclavia- tronco braquiocefálico determina que la guía en ocasiones se dirija hacia la aorta descendente, en estos casos se debe re-avanzarla en inspiración profunda del paciente o colocar el catéter en el tronco braquiocefálico y rotarlo en sentido anti horario, luego avanzar la guía. Es importante en estos casos utilizar guías de intercambio de 260 cm de largo para intercambiar catéteres sin perder su posición en la aorta ascendente.

Anomalía compleja del arco aórtico:

- 1- Arteria subclavia lusoria: Trayecto retroesofágico con una prevalencia de (0,1%-0,4%), el origen de la subclavia derecha distal al origen de la subclavia izquierda (cuarto vaso del cuello), en la unión del arco aórtico con la aorta descendente y menos frecuente en la porción proximal de la aorta descendente. Su presencia es una seria complicación.
- 2- Elongación del arco aórtico: Se presenta generalmente en pacientes de edad avanzada e hipertensión arterial mal controlada, aumenta el ángulo entre el tronco braquiocefálico y la aorta.

Estas variantes dificultan la canalización selectiva de las arterias coronarias, debido a la pobre maniobrabilidad del catéter. Se puede mantener la guía de 0,035" dentro del catéter hasta la

canulación, lo que ofrece mayor soporte, manipulación y rotación. De no ser suficiente se puede utilizar catéteres guías y conector en "Y" lo que facilita la angiografía manteniendo la guía. En caso de realizar ICP, se puede colocar una guía intra-coronaria de 0,014" en la porción distal al vaso a tratar (a veces es necesario utilizar 2 guías, buddywire) antes de retirar la guía de intercambio.

Una técnica reciente nos puede ayudar en situaciones de loop radial y/o braquial sin provocar daño en el endotelio vascular e incrementa el éxito del proceder para esta vía: la técnica de asistencia con balón para superar una anatomía compleja.^{9,10}

Una vez documentado el loop, se cruza gentilmente una guía intra-coronaria de 0,014" hasta la porción distal a este, utilizamos un catéter 5 Fr de coronaria derecha, colocando un balón en la punta del catéter protruyendo 5 mm hacia afuera e inflado a 4 atmosferas, el catéter se va empujando gentilmente y rotando en sentido horario, con lo que se debe cruzar el loop, a medida que se avanza se debe tirar hacia atrás de todo el sistema intentando enderezar la vuelta. Esta técnica puede ser usada en radiales de pequeño calibre y loop, donde su principal ventaja está en prevenir la disección y daño endotelial.⁹

Otros autores dividen las complejidades vasculares en 3 conjuntos, que incluyen¹¹:

1. Espasmo radial.



2. Variantes anatómicas que incluye tortuosidades, loops, anomalías del origen radial.
3. Anomalías adquiridas que incluyen perforación, lesión aterosclerótica y calcificaciones.

Un estudio chino,¹² demostró que no existen diferencias significativas en el diámetro de las arterias del antebrazo, radial: 3,04+/- 0,43 mm, y la arteria ulnar: 3,03+/- 0,38 mm. Los factores que podrían afectar el diámetro radial eran el sexo, peso y la presencia de diabetes mellitus, ($p < 0,01$), al disminuirlos. El sexo femenino se asoció independientemente con variantes anatómicas de la arteria radial, (OR:3,613; 95% IC; 3,208-7,826; $p = 0,0001$) y la edad avanzada, sexo femenino, baja talla, aumento del peso corporal, HTA y tabaquismo se asociaban a tortuosidad arterial.

Selección de catéteres:

Múltiples catéteres pueden ser considerados para el acceso transradial. Este proceder se puede realizar sin dificultad con catéteres diseñados para acceso femoral (Judking), aunque generalmente se utilizan JL de curvas más pequeñas y JR de curvas más largas, especialmente en ATR derecho. Existen catéteres diseñados específicamente para el uso del acceso radial como los catéteres de Diagnóstico Universal: Kinmy, Tiger, Jacky, Sones, MAC 30/30 y los catéteres Guía Universal: Kinmy, MAC 30/30, Barbeau, PAPA, IKARI, LARA, MRESS, MRADIAL,

RRADD.¹³ El beneficio de estos catéteres está en que se necesita menos manipulación, evitando el riesgo de espasmo y menor duración del proceder y tiempo de fluoroscopia ya que los cambios de catéteres durante el procedimiento aumentan el riesgo de espasmo y provocan alteraciones pasajeras de la función de la arteria radial y braquial. Estos catéteres tienen una tasa de éxito para la angiografía diagnóstica de 96%- 98%,¹⁴ aunque se debe tener cuidado pues pueden provocar trauma del ostium coronario.

La coronaria derecha con orientación inferior suele traer dificultad por la tendencia a comprometer la arteria del cono, lo que se resuelve enderezando el cuerpo del catéter con suave torque en sentido horario, logrando alcanzar el ostium coronario derecho. El acceso transradial en el cateterismo del paciente con injerto aorto-coronario requiere una consideración especial. La dificultad esta está en canular de forma exitosa el ostium del injerto. Pueden usarse catéteres universales o convencionales, siempre considerando el brazo de realización. Si existe injerto de mamaria interna izquierda, la vía más fácil es la radial izquierda, aunque se puede utilizar la radial derecha. El mayor desafío se presenta en el paciente con injerto de mamaria interna bilateral donde la experiencia del operador es fundamental.

Atrapamiento y torsión del catéter:

La torsión del catéter durante la manipulación transradial no es infrecuente, pero esta puede



ser resuelta realizando una gentil rotación en sentido opuesto, si este esfuerzo es infructuoso se puede quedar torcido y atrapado en la arteria radial. Se debe colocar la porción torcida en la arteria braquial (de mayor calibre) para realizar la maniobra. Si esto no funciona se puede realizar otra maniobra de recuperación a través de la vía femoral. Mediante esta vía se canaliza la arteria braquial y se realiza un angiograma anterógrado para localizar el punto de atrapamiento, el catéter torcido se agarra usando un catéter 6 Fr Amplatz cuello de cisne desplazado dentro de otro catéter 8 Fr. Se retira gentilmente el sistema femoral y se avanza el segmento torcido hacia la arteria braquial, donde se trata de enderezar, se cruza una guía de 0,35" con punta en "J" y se retira a través del introductor radial.¹⁵ Esta técnica de rescate ha sido descrita igualmente por vía radial contralateral utilizando dispositivos 7 Fr, en pacientes con contraindicación absoluta de la vía femoral.¹⁶

Radial derecha vs izquierda (RD vs RI):

El uso de la radial derecha vs radial izquierda como primera opción está influenciado por factores tales como, presencia de injerto de mama-ria interna, condición del paciente, preferencia del operador y factores técnicos. El uso de la muñeca izquierda requiere de marcada abduc-ción de este brazo, aunque suele ser más fácil para operadores que se inician en esta vía y los familiarizados con la vía femoral. Los pacientes de corta estatura y obesidad abdominal signifi-cativa y patologías infra-diafragmáticas pueden

tener una compresión longitudinal de la aorta ascendente y la canulación es más fácil por vía izquierda.

Un grupo de investigadores para un análisis de 509 pacientes, crearon 2 grupos, utilizando la vía radial, (derecha 304 e izquierda 205), con iguales características clínica e incidencia en angiografía e ICP. Comparada con la izquierda la vía derecha se asocia a mayor tiempo de proce-der (46+/-29 min vs 33+/-24 min; $p<0,0001$) y tiempo de fluoroscopia (765+787 seg vs 533+502 seg; $p<0,0001$), sin diferencias en el número de catéteres usados y volumen de con-traste. Similares resultados en operadores que realizan más del 65% por vía radial derecha.¹⁷

Ambas vías son efectivas y factibles para el ICP, asociándose la vía izquierda a menos tiempo de proceder y exposición a radiaciones. Para com-parar la efectividad de ambas opciones, se alea-torizó 1000 pacientes, 500 a cada grupo. El éxito del proceder se definió si se alcanzaba cumplir el proceder por la vía inicial. Los resul-tados arrojaron que no hubo diferencias porcen-tuales en el éxito, (RI 94% vs RD 93,8%; $p=0,96$). El crossover a femoral fue bajo, 38 casos, sin diferencias entre RI y RD, $p>0,05$. Una incidencia de tortuosidad subclavia 3 veces mayor en la vía derecha, (44 casos vs 15; $p<0,001$), sin diferencias en la duración del proceder, (RI 8,54+/- 4,09 min vs 8,63 +/- 5,20 min; $p=0,772$) y tiempo de fluoroscopia significativamente menor en RI (2,76 +/- 20 min vs 3,08 +/- 2,62 min; $p=0,029$).¹⁸



Estos 2 accesos han mostrado buena seguridad y eficacia. Otra diferencia entre ellos está relacionada con la dosis de radiación a que se expone el operador. Tema central del estudio OPERA,¹⁹ que evalúa la dosis absorbida por el operador en ambas vías. Luego de dealeatorizar más de 400 pacientes, la exposición de rayos fue significativamente menor en el grupo de RI, ($33\pm 37 \mu\text{Sv}$ vs $44\pm 32 \mu\text{Sv}$; $p=0,04$) sin diferencias en tiempo de fluoroscopia ni el producto dosis área, (RI- $7011,42 \pm 3617,3 \mu\text{Gym}^2$ vs RD- $7382,38 \pm 5226,61 \mu\text{Gym}^2$; $p=0,80$), aunque con una tendencia a disminuir en la vía RI. Concluyendo que la vía RI se asociaba a una disminución en la absorción de radiación por el operador.

Actualmente se realizan más accesos RD que RI, en parte porque los operadores perciben mayor radiación al utilizar la RI y por la incomodidad física de esta vía. Basado en esto, Kado et al,²⁰ buscaron evaluar la exposición a la radiación y la incomodidad del operador al usar la vía RI al compararla con la RD. La radiación fue medida usando dosímetros externos en la cabeza y tiroides e internos en el esternón. La incomodidad se evaluó en 2 momentos, durante el acceso y en el proceder. No existieron diferencias en ambos grupos, con un aumento significativo de exposición a radiación en el esternón en grupo de RD, ($p=0,02$), con mayor incomodidad reportada en RI durante el acceso, (22% vs 4% ; $p=0,017$), pero sin diferencias en la incomodidad durante el proceder (10% vs 4% ; $p=0,43$) diferencia casi exclusiva de los pacientes obe-

sos. La vía RI es igual de eficaz que la RD, mostrando mejor perfil de seguridad en la exposición a la radiación.

La manipulación excesiva de catéteres y guías en la aorta ascendente, aumenta el riesgo de embolización cerebral silente por trauma de la pared del vaso y embolización directa en la carótida común derecha. Pacchioni A et al,²¹ al evaluar este riesgo comparando las vías RD y RI, aleatorizaron 40 pacientes a ambas vías bajo monitoreo Dopplertranscraneal, como resultado encontraron que los signos de micro-embolismo (MES) se detectaron en todos los pacientes y fueron significativamente altos en el grupo RD, ($p=0,035$). Los MES que se generaron durante el proceder donde se utilizaron más de 2 catéteres, fueron mayores que los generados al utilizar solo 2 catéteres, ($p=0,001$). En el análisis multivariado el número de catéteres creciente era el único predictor independiente de incidencia alta de MES, (OR: 16,4; 95% IC; 1,23-219,9; $p=0,034$).

La ventaja más importante del uso de RI debe verse en la comodidad y seguridad del paciente, en especial los pacientes diestros. En caso de fallo imprevisto del ATR, el paso a la arteria radial contralateral o incluso a la arteria cubital debe prevalecer al uso de la vía femoral. En esta situación, la seguridad del paciente debe prevalecer respecto a la preferencia del médico.

En el presente se realizan investigaciones que se centran en que el operador determine mediante ultrasonido u otro test no invasivo las



características entre las arterias del brazo y elija el acceso en la muñeca basado en el diámetro, flujo y tortuosidad.

Retirada de los dispositivos:

La incomodidad y el dolor asociado a la retirada del introductor se han reducido considerablemente con el advenimiento de material hidrofílico.

El control arterial se logra aplicando presión externa, sin importar el tiempo transcurrido luego del proceder y el uso de medicamentos antitrombótico. Prolongar el tiempo con el introductor aumenta el riesgo de isquemia distal y trombosis del dispositivo. A pesar del método compresivo la hemostasia no oclusiva se recomienda, técnica que consiste en ajustar la presión sobre la arteria y mantener el flujo arterial, se ajusta la presión para 60-120 minutos con una relajación gradual de la presión, (4 h si se usa glicoproteína IIb/IIIa), método relacionado con un beneficio sobre la arteria radial a largo plazo.²² Un estudio cuyo objetivo fue evaluar el efecto de la duración de la compresión hemostática en la incidencia de oclusión radial, en el grupo 1 (n=200) se comprimió por 6h y en otro (n=200) por 2h. La oclusión radial temprana ocurrió en el 12% del grupo 1 y en el 5,5% del grupo 2, p=0,025. La oclusión crónica 8,5% vs 3,5%; p=0,035. La compresión oclusiva fue el único predictor independiente de oclusión, OR=13,1; p=0,001. La compresión hemostática de corta duración se asocia a menos incidencia de

oclusión sin incremento de complicaciones locales.²³

Complicaciones:

La vía transradial se asocia a muy bajas proporciones de complicaciones del sitio de acceso. Su seguridad ha quedado establecida en varios estudios. En un meta-análisis de 3224 pacientes de 12 estudios comparando ATR vs ATF, en la radial las complicaciones fueron significativamente menos (0,3% vs 2,8%; p<0,0001).²⁴

Oclusión de la arteria radial:

La oclusión de la arteria radial (OAR) es una de las complicaciones más comunes en el ATR (30% de los casos si no se toman las medidas específicas para prevenirla)²⁵ y tiene relación con el estado protrombótico del paciente, el escaso flujo distal al sitio de acceso y el trauma provocado a la arteria durante el proceder (denudación del endotelio al colocar el introductor). Se ha demostrado que la arteria radial instrumentada sufre hiperplasia intimal y adventicial e inflamación y en tomografía de coherencia óptica (OCT) espesamiento intimal, disección media y trombo.²⁶

Otro estudio²⁷ con 30 pacientes sometidos radial a ultrasonido a los 14 meses del cateterismo, notó una disminución del diámetro y de sus propiedades vasodilatadoras, donde la presencia de pulso palpable luego del proceder infravaloraba la existencia de OAR. Muchos casos se resuelven espontáneamente dentro del primer mes, sin embargo la OAR crónica podría



limitar el uso de este sitio de acceso posteriormente. Esta complicación es más común en mujeres de mayor edad, diabéticos y bajo IMC. Los factores relacionados con el proceder, que incluyen: multi-punción para lograr el acceso, introductores con mayor diámetro que la arteria, anticoagulación sistémica deficiente y prolongada oclusión durante la hemostasia, son factores de riesgo para su aparición.²⁸ En este sentido, una comparación de la hemostasia manteniendo el flujo sanguíneo distal (con pletismografía) durante 2 horas con el método convencional, mostró más bajas proporciones de OAR a las 24 horas (5% vs 12%; $p < 0,05$) y a los 30 días²⁹; en otra investigación, el uso de HBPM llevó a una resolución de los síntomas en el 86,7% de los pacientes tratados vs 19% en los no tratados³⁰; otro análisis reveló que el tamaño de la vaina (OR: 5,5; $p < 0,05$) e IMC (OR: 0,86; $p < 0,01$) eran FR para el sangramiento, mientras que el tamaño del introductor (OR: 5,2; $p < 0,05$) lo era para la OAR.³¹

Esta complicación puede llevar a una oclusión permanente de la arteria radial, con incidencia estimada entre 1%-10% de los casos y algunos la han descrito como el talón de Aquiles del ATR. Generalmente es clínicamente asintomática debido al doble sistema de riesgo de la mano y más del 50% de los operadores no evalúan la permeabilidad del pulso radial al alta hospitalaria. Los pacientes con OAR permanente, tienen pulso radial débil o ausente, pero puede estar conservado por relleno retrógrado, por lo que el diagnóstico se debe confirmar por u/s doppler.

Esta oclusión puede ser recanalizada con éxito usando la técnica percutánea, preferentemente en las primeras semanas. El acceso puede ser retrogrado si se llena por colaterales o anterógrado (vía arteria braquial).³²⁻³⁴

Si la ORA es aguda, (3-4 horas del proceder) documentada por u/s, se puede realizar compresión ipsilateral de la arterial cubital, aumentando el flujo de sangre a la radial, lo que debe abrir el vaso; si la oclusión es crónica, se debe anti-coagular al paciente con HBPM por 4 semanas, lo que aumenta la posibilidad de recanalización al mes (87% vs 19%; $p < 0,01$).³⁵⁻³⁶

Espasmo radial (EAR):

Es una complicación muy común, su incidencia varía entre 10-30%³⁷ y es causa común del fracaso del proceder por esta vía. La arteria radial es muy propensa al espasmo dado su rica inervación por adreno-receptores alfa 1. Aparece por la fricción entre la pared interna de la arteria y la vaina del introductor o el catéter, pudiendo provocar dolor, imposibilidad de movilidad del catéter y atrapamiento del mismo. El EAR puede tener diferentes grados de severidad y ocurrir en cualquier etapa del proceder, siendo posible la medición y cuantificación de este, utilizando dispositivos automáticos, aunque en la práctica no se ha definido su uso.³⁸

Se conoce la existencia de factores clínicos; factores relacionados con el proceder y factores anatómicos que predisponen la aparición del EAR.³⁹ Como factores clínicos se mencionan: el



sexo femenino, edades tempranas, bajo Índice de masa Corporal (IMC) y diabetes mellitus. Entre los relacionados con el proceder se citan: fallos sucesivos en el intento de canalizar la arteria radial, introducir la guía radial en una ramificación de la arteria, dispositivos de gran calibre, proceder de larga duración, número de catéteres utilizados, volumen de contraste usado, y la curva de aprendizaje del operador. Como factores anatómicos: pequeño diámetro de la arteria radial, presencia de lesiones ateroscleróticas en esta, tortuosidad radial y espiral arterial. En el caso de la anomalía anatómica radial se ha reportado un fuerte asociación, (OR = 5,1 [IC] del 95%; 2,2-11,4; $p < 0,001$).⁴⁰

La mejor prevención se obtiene con la educación del paciente antes del proceder, una cómoda posición del brazo, sedación adecuada, anestesia local, canulación radial en primer intento, uso de medicamentos antiespasmódicos, material hidrofílico y una avanzada curva de aprendizaje del operador. El estudio SPASM-3 donde se comparó la efectividad de 3 tipos de vasodilatadores (antiespasmódicos): (diltiazem 5mg; verapamilo 2,5mg y nitrosorbide 1 mg), el espasmo radial se presentó en el 20,1% de los casos y se redujo significativamente con el uso de verapamilo y nitrosorbide al compararlo con el diltiazem, (16,2%- 17,2% y 26,6%; $p < 0,006$).⁴¹ Mientras que Vuurmans et al,⁴² en una revisión, encontraba que la combinación más efectiva en la prevención de EAR fue nitroglicerina, verapamilo y heparina.

Una vez instalado, una dosis extra de vasodilatadores, manejo del dolor, sedación y la detección del proceder por algún tiempo, podría permitirnos terminar el proceder. Algunos casos de espasmo severo pueden requerir bloqueo del nervio axilar, anestesia general o una intervención quirúrgica para retirar el catéter.

En el cateterismo transradial se produce una denudación endotelial y daño funcional del vaso. En una evaluación de la influencia del ejercicio físico en el flujo radial post-cateterismo, (2 grupos, $n=9$) se determinó, que el ejercicio físico tiene un impacto beneficioso en la vasodilatación y aumento del flujo arterial después del proceder.⁴³

Hematoma:

Hematoma del antebrazo, es poco frecuente. Los mecanismos reconocidos son la perforación de ramas secundarias de la radial durante el acceso y la mala hemostasia. Entre los factores de riesgo se incluyen: sexo femenino e introductor no hidrofílicos.³⁷ Raramente requiere transfusiones debido al superficial curso de la arteria y el espacio relativamente limitado para la colección de sangre. Estos hematomas pueden ser clasificados según su tamaño⁴⁴:

Grado I: hematoma local superficial, de menos de 5 cm del sitio de punción, (<5% de incidencia).

Grado II: hematoma con moderada infiltración muscular, de menos de 10 cm del sitio de punción, (<3% de incidencia).



Grado III: Hematoma del antebrazo con infiltración muscular que llega al codo, (<2% de incidencia).

Grado IV: Hematoma con infiltración muscular que se extiende proximal al codo, (<0,1% de incidencia).

Grado V: Síndrome compartimentar, (<0,01% de incidencia).

El tratamiento puede dirigirse a controlar la presión arterial, inflar un esfigmomanómetro en el antebrazo (20 mmHg por debajo de la presión sistólica, por 15 min), con control de la saturación de oxígeno distal, bolsas de hielo, analgesia, etc.

El síndrome compartimentar es muy raro, sospechado cuando hay dolor agudo e inflamación después del proceder. Los síntomas pueden progresar rápidamente a la isquemia del tejido y la invalidez del brazo. El diagnóstico es clínico, confirmándose por medición de presión del compartimento (presión del compartimento en extremidad superior es < 10 mmHg), valores mayores de 30 mmHg indican síndrome compartimentar.⁴⁵ El antebrazo tiene 3 compartimentos (anterior, dorsal o posterior y radial) separados por una fascia, si hay sangramiento en cualquiera de estos la tensión aumenta con el deterioro subsecuente del drenaje linfático y el flujo capilar, si esto no se detiene, progresa a síndrome compartimentar. La causa más común es la perforación radial o una de sus ramas y la anticoagulación excesiva.⁴⁶ Se han descrito

casos relacionados con el espasmo radial severo que conduce a isquemia del musculo del antebrazo.⁴⁷ El reconocimiento temprano, el tratamiento del hematoma y la supervisión continua del paciente puede prevenirlo. Mayormente el tratamiento es conservador aunque puede requerir fasciotomía quirúrgica.

Perforación radial:

Con una incidencia del 1%, sus factores de riesgo son la vejez, HTA y aterosclerosis. Es el resultado de una manipulación excesiva del catéter o la guía de intercambio. Las variaciones de la anatomía arterial del miembro aumenta el riesgo de este daño, caracterizado por dolor del antebrazo e inflamación durante el proceder. Ante la sospecha, se debe realizar un angiograma radial. Una vez demostrada, el tratamiento de elección es intentar el taponamiento del sitio usando el catéter. Se debe mantener la guía proximal al sitio de perforación o recruzarla para avanzar el catéter. Esta maniobra, sella desde dentro la perforación del vaso,⁴⁸ permitiendo incluso la realización del proceder durante su resolución (con el uso adecuado de la anticoagulación). Antes de retirar la guía debemos realizar angiografía de control en el miembro superior utilizado. Si coexiste espasmo severo y no es posible recruzar el catéter, se deben realizar 2 acciones: primero, compresión externa (similar al hematoma) y segundo, uso de la técnica de asistencia con balón para recruzarlo.

Pseudoaneurisma:



Se presenta de días a semanas después del proceder con una frecuencia de 0,0003%. Los síntomas más frecuentes son hinchazón y dolor en la muñeca, fosa antecubital o antebrazo y soplo sistólico en la zona de la punción. El diagnóstico se hace por examen físico, u/s doppler y angiografía. Es resultado de una perforación anómala de la arteria radial y sus factores fundamentales son la anticoagulación sistémica, el sangramiento y la hemostasia inadecuada.⁴⁹ El tratamiento incluye la presión adecuada y firme del sitio si se reconoce temprano, la compresión guiada por ultrasonido, inyección de trombina y la reparación quirúrgica. Se han reportado casos de pseudoaneurisma iatrogénico en la arteria subclavia, con aparición de dolor intenso a las 24 horas del proceder en hemitórax afectado, que irradia al antebrazo, causado por la perforación inadvertida de la arteria.⁵⁰

Fístula arteriovenosa (Fa-v):

Durante el acceso la desviación de la aguja hacia la vena tributaria puede perforar a la vez los 2 vasos. En la gran mayoría de las veces esta comunicación cierra espontáneamente, sin embargo, si no sella aparece la fístula arterio-venosa (Fa-v). Su prevención está en el menor tiempo de proceder, mayor experiencia del operador, uso de introductores de menor diámetro que la arteria, la punción radial guiada por u/s y la adecuada dosificación de heparina. Se caracteriza por cuadro de dolor continuo en la zona de la punción, parestesias en toda la mano y edema. A la inspección, aumento del volumen de la

mano homolateral y un frémito a la palpación del pulso radial. El diagnóstico se confirma por ecografía. El tratamiento depende del grado de comunicación: terapia conservadora; compresión guiada por u/s; implante de stent cubierto; reparación quirúrgica.⁵¹ Si esta no causa molestia, no es grande, sin compromiso neurovascular y/o insuficiencia cardíaca, debe tratarse conservadoramente.

Isquemia de la mano:

Es sumamente rara, incluso con test de Allen anormal, dado que su perfusión proviene de un sistema dual. Algunos autores sugieren que se debe más a embolización distal en lugar de OAR. Su manejo debe ser conservador ya que la circulación colateral debe restaurar el flujo suficiente. Una terapia antiplaquetaria o antitrombótica se ha utilizado en ocasiones sin resultados claros. En caso de isquemia distal seria y amenazante se requiere revascularización percutánea o quirúrgica.⁵²

Avulsión de la arteria radial:

El espasmo severo puede impedir la retirada del catéter y su tracción desproporcionada en el intento de sacarlo, puede provocar la avulsión de la arteria. Se han descrito casos que han sido tratados mediante embolización de la zona de avulsión.⁵³

Granuloma y absceso estéril:

Complicación rara causada por una reacción a la capa hidrofílica del introductor, donde la evalua-



ción histológica muestra retención del material extraño debajo de la piel dejado por la vaina.^{37,54} En una serie de 174 pacientes,⁵⁵ se reporta que estos aparecían de 2 a 3 semanas después del proceder, manifestándose en el examen físico y el ultrasonido como una masa adjunta a la arteria, desprovista de flujo de sangre. Por otra parte, Kozak et al,⁵⁶ describen 33 casos de reacción inflamatoria local en 2 038 (1,6%) en cateterismo transradial. Las 10 lesiones biopsiadas mostraron grados variables de inflamación aguda y crónica, algunas con reacción granulomatosa que en el centro tenía un material extracelular azulado. Señalando que los factores asociados a esta rara complicación son: el uso de introductores hidrofílicos (incidencia 3%) y los guantes de látex (sin el uso de estos se reduce la incidencia al 0,8%). Son reacciones auto-limitadas y su manejo debe ser conservador en ausencia de fiebre o leucocitosis. Si hay evidencia de infección existe beneficio con antibióticos y drenaje quirúrgico.

Dolor:

El dolor en el cuello es otra complicación muy rara. Las complicaciones de daño vascular y sangramiento pueden ocurrir fuera del sitio de acceso, a lo largo del trayecto de la guía y el catéter, (perforación o disección de la aorta o ramo secundario). La lesión de un vaso pequeño en el arco aórtico es difícil de reconocer pero puede llevar a complicaciones de importancia como el hematoma en el cuello o mediastinal, dependiendo de la gravedad de la lesión, aunque

se reportan pocos casos. Puede ser reconocido horas después del cateterismo por el dolor. El riesgo es mayor al utilizar guías hidrofílicas de 0,035 " en los casos de tortuosidad, lo que sugiere utilizar material hidrofílico siempre bajo visión fluoroscópica. Su manejo puede ser conservador con tratamiento de los síntomas o por el contrario utilizar embolización y reparación quirúrgica.⁵⁷

Cho EJ et al,⁵⁸ describen un cuadro de síndrome de dolor regional complejo de la mano, relacionado con el proceder. Dolor a lo largo de la distribución del nervio mediano y radial con invalidez resultante, demostrada con estudio de conducción nerviosa y tratado con bloqueo del nervio.

Valvulopatía aórtica y arritmias:

El catéter apoyado en la válvula aórtica y en la raíz de esta, provoca un trauma directo sobre el aparato valvular. La laceración de la válvula es una complicación sumamente rara.⁵⁹ Se debe tener cuidado en la manipulación del catéter cuando hay dificultad para canular las coronarias. Se desconoce si el riesgo es mayor por la vía radial o femoral. Los pacientes con marcapasos colocados vía vena subclavia adyacente a la vía radial utilizada para el cateterismo pueden desarrollar taquiarritmias durante el proceder, con consecuencias benignas pero molestas.⁶⁰

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Coroleu SF, Burzotta F, Trani C, De Vita MR. Manejo de variantes anatómicas complejas del acceso radial en la realización de procedimientos coronarios. Revista Argentina de Cardioangiología. 2010;1(1):0026 -0032.



2. Moscoso N, Sepúlveda J, Salas O, Cruz R, Mixica J. Técnicas de acceso transradial en intervención percutánea coronaria. *Medicina Universitaria*. 2013;15(58):33-39.
3. Pancholy, S. B., Sanghvi, K. A., Patel, T. M. Radial artery access technique evaluation trial: Randomized comparison of seldinger versus modified seldinger technique for arterial access for transradial catheterization. *Cathet Cardiovasc Intervent*. 2012; 80:288–291.
4. Loh YJ, Nakao M, Tan WD, Lim CH, Tan YS, Chua YL. Factors influencing radial artery size. *Asian Cardiovasc horac Ann*.2007;15:324–326.
5. Magariños E, Solioz G, Samaja G, Pensa C, Almiron N. punciones repetidas de la arteria radial para cateterismo cardiaco. *MEDICINA (Buenos Aires)*. 2007;67:271-273.
6. Rathore S, Stables R, Pauriah M, Hakeem A, Mills J, Palmer N, et al. Impact of Length and Hydrophilic Coating of the Introducer Sheath on Radial Artery Spasm During Transradial Coronary Intervention. A Randomized Study. *JACC: Cardiovascular Interventions*. 2010; 3(5): 47583
7. Cheaito R, Benamer H, Hovasse T, Tritar A, Hage F, Garot P, et al. Feasibility and safety of transradial coronary interventions using a 6.5-F sheathless guiding catheter in patients with small radial arteries: A multicenter registry. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2014 Apr 16. doi: 10.1002/ccd.25508. Available in: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ccd.25508/abstract;jsessionid=FC6D133B69EB5582726AC920D3CB36F4.f04.t02>
8. Kwan TW, Cherukuri S, Huang Y, Pancholy S, Daggubati R, Liou M. Feasibility and safety of 7F sheathless guiding catheter during transradial coronary intervention. *Cathet. Cardiovasc. Intervent*. 2012; 80:274–280.
9. Patel T, Shah S, Pancholy S, Rao S, Bertrand OF, Kwan T. Balloon-assisted tracking: A must-know technique to overcome difficult anatomy during transradial approach. *Cathet. Cardiovasc. Intervent*. 2014;83(2): 211–220.
10. Deora S, Shah S, Patel T. Ballon Assisted tracking in Dealing With Radial Artery Loop by Transradial Approach: A Technical Report. *J Invasive Cardiol*. 2014; 26(5): E61-E62.
11. Patel T, Shah S, Pancholy S, Radadiya R, Deora S, Vyas C, et al. Working through complexities of radial and brachial vasculature during transradial approach. *Cathet. Cardiovasc. Intervent*. 2014; 83(7): 10741088.
12. Lang L, Zhi-yu Z, Ji-ming Z, Xiang-hong W, Shu-yi Z, Erwen T, et al. Features and variations of a radial artery approach in southern Chinese populations and their clinical significance in percutaneous coronary intervention. *Chin Med J*. 2013; 126(6): 1046-7.
13. Caputo RP, Tremmel JA, Rao S, Gilchrist IC, Pyne C, Pancholy S, et al. Transradial arterial access for coronary and peripheral procedures: Executive summary by the transradial committee of the SCAI. *Cathet. Cardiovasc. Intervent*. 2011; 78(6): 823–839.
14. Pancholy S, Patel T, Sanghvi K, Thomas M. Comparison of door-to-balloon times for primary PCI using transradial versus transfemoral approach. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2010; 75:991–995.
15. Waked A, Khoueiry G, Bhat T. Entrapment of a looped/kinked catheter in the brachial artery and its successful retrieval during transradial coronary catheterization. *J Invasive Cardiol*. 2012; 24(9): 471-2.
16. Aminian A, Fraser DG, Dolatabadi D. Severe catheter kinking and entrapment during transradial coronary angiography: Percutaneous retrieval using a sheathless guide catheter. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2014 Apr 16. doi: 10.1002/ccd.25515.
17. Fernández-Portales J, Valdesuso R, Carreras R, Jiménez-Candil J, Serrador A, Romani S. Vía radial derecha o izquierda en la coronariografía. Importancia en la curva de aprendizaje. *RevEspCardiol*. 2006;59:1071-4.
18. Norgaz T, Gorgulu S, Dagdelen S. A randomized study comparing the effectiveness of right and left radial approach for coronary angiography. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2012;80(2): 260-4.
19. Dominici M, Diletti R, Milici C, Bock C, Placanica A, D'Alessandro G, et al. Operator exposure to x-ray in left and right radial access during percutaneous coronary procedures: OPERA randomised study. *Heart*. 2013;99(7):480-4.
20. Kado H, Patel AM, Suryadevara S, Zenni MM, Box LC, Angiolillo DJ, et al. Operator Radiation Exposure and Physical Discomfort During a Right Versus Left Radial Approach for Coronary Interventions: A Randomized Evaluation. *JACC CardiovascInterv*. 2014;11(14):S:1936-8798
21. Pacchioni A, Versaci F, Mugnolo A, Penzo C, Nikas D, Sacca S, et al. Risk of brain injury during diagnostic coronary angiography: comparison between right and left radial approach. *Int J Cardiol*. 2013;167(6):3021-6.
22. Pancholy S, Coppola J, Patel T, Roke-Thomas M. Prevention of radial artery occlusion-patent hemostasis evaluation trial (PROPHET study): A randomized comparison of traditional versus patency documented hemostasis after transradial catheterization. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2008; 72:335–340.
23. Pancholy, S. B., Patel, T. M. Effect of duration of hemostatic compression on radial artery occlusion after transradial access. *Cathet. Cardiovasc. Intervent*. 2012;79(1):78–81.
24. Agostoni P, Biondi-Zoccai GGL, de Benedictis ML, Rigattieri S, Turri M, Anselmi M, et al. Radial versus femoral approach for percutaneous coronary diagnostic and interventional procedures; Systematic overview and meta-analysis of randomized trials. *J Am Coll Cardiol*. 2004; 44:349–56.
25. Uhlemann M, Mobius-Winkler S, Mende M, et al. The Leipzig prospective vascular ultrasound registry in radial artery catheterization: impact of sheath size on vascular complications. *JACC CardiovascInterv*. 2012; 5:36–43.
26. Yonetsu T, Kakuta T, Lee T, Takayama K, Kakita K, Iwamoto T, et al. Assessment of acute injuries and chronic intimal thickening of the radial artery after transradial coronary intervention by optical coherence tomography. *Eur Heart J*. 2010; 31:1608–15.
27. Madssen E, Haere P, Wiseth R. Radial artery diameter and vasodilatory properties after transradial coronary angiography. *Ann Thoracic Surg*. 2006; 82:1698–702.
28. Pancholy SB, Bertrand OF, Patel T. Comparison of a priori versus provisional heparin therapy on radial artery occlusion after transradial coronary angiography and patent hemostasis (from the PHARAOH Study). *Am J Cardiol*. 2012; 110:173–6.
29. Pancholy S, Coppola J, Patel T, Roke-Thomas M. Prevention of radial artery occlusion-patent hemostasis evaluation trial (PROPHET study): a randomized comparison of traditional versus patency documented hemostasis after transradial catheterization. *Catheter Cardio Inte*. 2008; 72:335–40.
30. Zankl AR, Andrassy M, Volz C, Ivandic B, Krumdorf U, Katus HA, et al. Radial artery thrombosis following transradial coronary angiography: incidence and rationale for treatment of symptomatic patients with low-molecularweight heparins. *Clin Res Cardiol*. 2010;99:841–7.
31. Honda T, Fujimoto K, Miyao Y, Koga H, Hirata Y. Access site-related complications after transradial catheterization can be reduced with smaller sheath size and statins. *CardiovascIntervTher*. 2012;27(3):17480.
32. Zhou YJ, Zhao YX, Cao Z, Fu XH, Nie B, Liu YY, et al. Incidence and risk factors of acute radial artery occlusion following transradial percutaneous coronary intervention. *ZhonghuaYiXueZaZhi*. 2007;87:1531–1534.
33. Bertrand OF, Rao SV, Pancholy S, Jolly SS, Rodes-Cabau J, Larose E, et al. Transradial approach for coronary angiography and interventions: results of the first international transradial practice survey. *J Am CollCardiolCardiovascInterv*. 2010; 3:1022–1031.
34. Babunashvili A, Dundua D. Recanalization and reuse of early occluded radial artery within 6 days after previous transradial diagnostic procedure. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2011;77:530-536.
35. Bruhova H, Sterbakova G, Stepankova L, Costerousse O. Efficacy and safety of transient ulnar artery compression to recanalize acute radial artery occlusion after transradial catheterization. *Am J Cardiol*. 2011;107:1698–1701.



36. Zankl AR, Andrassy M, Volz C, Ivandic B, Krumdorf U, Katus HA, et al. Radial artery thrombosis following transradial coronary angiography: incidence and rationale for treatment of symptomatic patients with low-molecular-weight heparins. *Clin Res Cardiol.* 2010; 99: 841–847.
37. Rathore S, Stables RH, Pauriah M, et al. Impact of length and hydrophilic coating of the introducer sheath on radial artery spasm during transradial coronary intervention: a randomized study. *JACC: CardiovasInte.* 2010; 3:475–83.
38. Kiemeneij F, Vajifdar BU, Eccleshall SC, Laarman G, Slagboom T, van der Wieken R. Measurement of radial artery spasm using an automatic pullback device. *Catheter CardiovascInterv.* 2001; 54(4): 437–41.
39. Jia DA, Zhou YJ, Shi DM, Liu YY, Wang JL, Liu XL, et al. Incidence and predictors of radial artery spasm during transradial coronary angiography and intervention. *Chin Med J.* 2010; 123(7): 843–7.
40. Ruiz-Salmerón R, Mora R, Vélez-Gimón M, OrtizJ, Fernández C, Vidal B, et al. Espasmo radial en el cateterismo cardíaco transradial. Análisis de los factores asociados con su aparición y de sus consecuencias tras el procedimiento. *Rev Esp Cardiol.* 2005;58(5): 504-11.
41. Rosencher J, Chaïb A, Barbou F, Arnould M-A, Huber A, Salengro E, et al. How to limit radial artery spasm during percutaneous coronary interventions: The spasmolytic agents to avoid spasm during transradial percutaneous coronary interventions (SPASM3) study. *Cathet. Cardiovasc. Intervent.* 2014. doi: 10.1002/ccd.25163
42. Vuurmans T, Hilton D. Brewing the right cocktail for radial intervention. *Indian Heart J.* 2010; 62(3): 221-5.
43. Dawson E, Alkarmi A, Thijssen D, Rathore S, Marsman D, Cable NT, et al. Low-Flow Mediated Constriction is Endothelium-Dependent. Effects of Exercise Training After Radial Artery Catheterization. *Circulation: Cardiovascular Interventions.* 2012; 5:713-719.
44. Bertrand OF. Acute forearm muscle swelling post transradial catheterization and compartment syndrome: prevention is better than treatment! *Catheter Cardio Inte.* 2010; 75:366–8.
45. Mubarak SJ, Owen CA, Hargens AR, Garetto LP, Akesson WH. Acute compartment syndromes: diagnosis and treatment with the aid of the wick catheter. *J Bone Joint Surg.* 1978; 60:1091–5.
46. Tizón-Marcos H, Barbeau GR. Incidence of compartment syndrome of the arm in a large series of transradial approach for coronary procedures. *J Inte Cardiol.* 2008; 21:380–4.
47. Araki T, Itaya H, Yamamoto M. Acute compartment syndrome of the forearm that occurred after transradial intervention and was not caused by bleeding or hematoma formation. *Catheter Cardio Inte.* 2010; 75:362–5.
48. Gunasekaran S, Cherukupalli R. Radial artery perforation and its management during PCI. *J Invasive Cardiol.* 2009; 21:E24–6.
49. Collins N, Wainstein R, Ward M, Bhagwande R, Dzavik V. Pseudoaneurysm after transradial cardiac catheterization: case series and review of the literature. *Catheter CardiovascInterv.* 2012;80(2):283-7.
50. Villanueva-Benito I, Solla-Ruiz I, Rodriguez Calveiro R, Maciñeiras Montero JL, Rodriguez-Paz, Ortiz-Saez A. Iatrogenic Subclavian Artery Pseudoaneurysm Complicating a Transradial Percutaneous Coronary Intervention. *JACC: Cardiovascular Interventions.* 2012;5(3):360-361.
51. Spence MS, Byrne J, Haegeli L, Mildemberger R, Kinloch D. Rare access site complications following transradial coronary intervention. *Can J Cardiol.* 2009;25:e206.
52. Rhyne D, Mann T. Hand ischemia resulting from a transradial intervention: successful management with radial artery angioplasty. *Catheter Cardio Inte.* 2010;76:383–6.
53. Rojas-Marte G, Chen O, Verma S, Rao A, Shani J, Ayzenberg S. An avulsed radial artery with a high take-off. *Vascular.* 2014 Jun 25. pii: 1708538114540640. Available in: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Rojas-Marte+G%2C+Chen+O%2C+Verma+S%2C+Rao+A%2C+Shani+J%2C+Ayzenberg+S.+An+avulsed+radial+artery+with+a+high+take-off+Vascular.+2014+Jun+25.+pii%3A+1708538114540640>.
54. FealeyME, Edwards WD, Giannini C, Piegras DG, Cloft H, Rihal CS. Complications of endovascular polymers associated with vascular introducer sheaths and metallic coils in 3 patients, with literature review. *Am J Surg Pathol.* 2008; 32:1310–6.
55. Zellner C, Ports TA, Yeghiazarians Y, Boyle AJ. Sterile radial artery granuloma after transradial procedures: a unique and avoid- able complication. *Catheter Cardio Inte.* 2010; 76:673–6.
56. Kozak M, Adams DR, Ioffreda MD, Nickolaus MJ, Seery TJ, Chambers CE, et al. Sterile inflammation associated with transradial catheterization and hydrophilic sheaths. *CardiovascIntervent.* 2003; 59:207-13.
57. Parin Parikh P, Staniloae C, Coppola J. Pain in the Neck: A Rare Complication of Transradial Cardiac Catheterization. *J Invasive Cardiol.* 2013;25(4):198-200.
58. Cho E J, Yang J H, Song Y B. Type II complex regional pain syndrome of the hand resulting from repeated arterial punctures during transradial coronary intervention. *Cathet. Cardiovasc. Intervent.* 2013;82():E4654–E468.
59. Fundarò P, Di Mattia DG, Cialfi A, Santoli C. Repair of aortic cusp traumatic laceration caused by cardiac catheterization. *J Heart Valve Dis.* 1996;5:281–282.
60. Mark E. Lanzieri, Sala J. Radial Artery Catheterization Causes Pacemaker Oversensing in Rate-Adaptive Cardiac Pacing. *J Invasivecardiol.* 2013;25(11):E205-E206

Recibido: 13-11-2014

Aceptado: 20-11-2014

