

INFLUENCIA DE LA FLEXIÓN BRAQUIAL CON CARGA DEL MIEMBRO CONTRALATERAL AL PORTADOR DEL ACCESO VASCULAR SOBRE EL FLUJO DE ACCESO MEDIDO CON DILUCIÓN ULTRASÓNICA

**GUSTAVO SAMUEL AGUILAR GÓMEZ ANTONIO JOSÉ FERNÁNDEZ JIMÉNEZ IRENE CABRERA
PLAZA MERCEDES MORILLO PEDREGOSA**

—————**CENTRO DE HEMODIÁLISIS SIERRA ESTE. SEVILLA**

INTRODUCCIÓN

Enfermería plantea el cuidado del enfermo renal de una manera holística, y entre sus diversos aspectos, presta especial atención a la vigilancia de su acceso vascular, puesto que del buen funcionamiento de éste, va a depender la supervivencia y pronóstico de su portador^{1,2}. Nuestro objeto de estudio es uno de los parámetros fundamentales indicadores del funcionamiento del acceso vascular: el Flujo de Acceso (QA), que nos va a indicar el volumen de sangre por unidad de tiempo que aporta la arteria a la anastomosis de la fístula o prótesis. Para la medición del QA se utilizan distintos métodos, entre ellos la Dilución Ultrasónica o Método de Dilución con Ultrasonidos (DU) mediante el medidor de caudal sanguíneo Transonic HD01®, cuyos valores predicen de manera fiable posibles alteraciones en el funcionamiento del acceso vascular (AV)³. Para cuantificarlo, utilizamos el método descrito por Krivitski, consistente en realizar inyecciones de 10 ml de suero fisiológico por la rama venosa durante 4 ó 5 segundos y esperar al análisis del software específico de las diferencias dilucionales obtenidas entre las distintas ramas donde hemos colocado los detectores de flujo-dilución^{4,5}.

Con frecuencia nos encontramos con fístulas autólogas, que durante y tras el periodo de maduración no alcanzan QA adecuados que colaboren en este proceso, con el consiguiente peligro de trombosis precoz. Y aunque el concepto de QA adecuado es relativo, se acepta de forma general como iguales o superiores a 500 ml/min en fístulas radiocefálicas, que son las que a priori ofrecen menor flujo, y que van a permitir cualquier tipo de diálisis. Sin embargo, tenemos pocas técnicas, y limitadas, para intentar aumentar este flujo sanguíneo o QA de los AVs que cuidamos, durante y tras su maduración. En nuestro medio utilizamos varias técnicas, excluyendo las quirúrgicas terapéuticas, para aumentar el QA de un AV y por tanto contribuir a su desarrollo y maduración: ejercicio físico en sus múltiples variantes, entre ellos de forma muy extendida el isométrico en antebrazo, y compresiones intermitentes del retorno venoso, ambas para provocar una estimulación del aporte sanguíneo local. Para ello, aconsejamos a los enfermos realizar diversos ejercicios con el miembro portador del acceso, entre ellos la contracción de la mano con objetos de distintos materiales y la flexión braquial con y sin carga, cuando tras retirar los puntos de la intervención, la cicatriz está totalmente cerrada. Aunque existen controversias sobre la eficacia de los ejercicios en el desarrollo de la red vascular².

A veces la realización de ejercicio por parte del paciente con el miembro portador del AV no es posible por causas entre otras: infección de la herida quirúrgica y/o cicatrización en segunda intención que alargan significativamente el tiempo de cicatrización, accidentes vasculo-cerebrales con afectación del miembro portador, lesiones músculo-esqueléticas u osteomusculares y sus tratamientos correctivos con férulas. En estos casos el inicio o continuación de los ejercicios puede ser tardío y no producir su beneficio precozmente.

De la limitación o incapacidad del miembro portador del acceso del enfermo renal para realizar ejercicio con la finalidad de aumentar el aporte sanguíneo a la anastomosis, junto con la posibilidad de provocar un estímulo simpático de estrés muscular para provocar una respuesta vasomotora bilateral a través del ejercicio contralateral al AV surge nuestro problema de estudio: si el ejercicio realizado por el miembro contralateral al portador del acceso es capaz de provocar un aumento del flujo de acceso, podremos indicar en las circunstancias limitadoras, la inclusión de esta técnica para la maduración y/o desarrollo del AV sin movilizar significativamente el miembro portador.

OBJETIVOS

- Detectar si existe diferencia entre las mediciones del QA realizadas antes y después de la realización de flexiones braquiales contralaterales repetidas con carga durante 2 minutos mediante Dilución Ultrasónica con Transonic HD01®.
- Detectar los posibles cambios que produce un ejercicio específico de flexión braquial con carga en los parámetros sistémicos: tensión arterial y frecuencia cardíaca, medidos en el brazo no portador del acceso.
- Cuantificar los posibles cambios que produce un ejercicio específico de flexión braquial contralateral con carga en el parámetro QA del AV.
- Relacionar los datos sistémicos y del acceso obtenidos.
- Aportar conclusiones que nos puedan inducir a indicar al enfermo este ejercicio para la maduración de las FAVIs.

Partimos de la Hipótesis nula:

“No existen diferencias significativas entre las mediciones del QA con método de dilución con ultrasonidos, realizadas antes y después de la realización de flexiones braquiales contralaterales repetitivas con carga”.

MATERIAL Y MÉTODO

Para la obtención de la muestra, se incluyeron en el estudio todos los enfermos de nuestro programa de hemodiálisis ambulatoria durante 8 meses (Agosto 2008- Marzo 2009), que cumplieron los siguientes criterios de inclusión:

- FAVI madura o Prótesis, normofuncionantes y que pudieran usarse en bipunción.
- Trayecto lineal comunicado que permitiese ambas punciones, arterial y venosa, en la misma vena y distanciadas sus puntas ≥ 6 cms.
- El AV debía permitir la punción arterial a contracorriente al flujo sanguíneo, aunque esto no fue criterio excluyente, y aceptamos mediciones de accesos en los que esto no era posible⁶.
- Capacidad funcional del miembro contralateral al portador del acceso
- Estado general del enfermo aceptable que le permitiese realizar el ejercicio indicado.
- Consentimiento tras información verbal del estudio.

Diseñamos un estudio autocontrolado que nos permitía obtener durante la misma sesión de hemodiálisis dos mediciones de los parámetros tensión arterial (TA), frecuencia cardíaca (FC) y QA, anterior y posteriormente a la aplicación de una variable independiente: las primeras mediciones correspondían a las basales o controles (TA1, FC1 y QA1) y las segundas correspondían a las obtenidas inmediatamente tras la realización del ejercicio (TA2, FC2 y QA2).

Aplicamos la variable independiente estandarizada flexión braquial o del codo dinámica con carga de 1000 grs, o 500 grs en enfermos con más dificultad, durante un tiempo de 2 minutos, tras informar al sujeto de las instrucciones del movimiento a realizar, para aumentar el estrés muscular y observar si existía respuesta cardiovascular que pudiese ser reflejada en el QA. Seleccionamos este ejercicio como variable independiente para que sus posibles efectos pudiesen ser medidos tanto en fístulas de brazo como de antebrazo. Este ejercicio moviliza al bíceps braquial, que es el músculo más importante flexor del codo, entre otros músculos e implica tanto contracción concéntrica como excéntrica, con una gran amplitud, concretamente de 135-145° de flexión activa, con 15° más a disposición en caso de asistencia pasiva. La medición de la tensión arterial y pulso se realizó en el miembro contralateral al portador del acceso, es decir, el mismo que realizaba el ejercicio, mediante tensiómetro electrónico y fueron tomados antes e inmediatamente posterior al término del ejercicio y simultáneamente a la medición del QA, que se realizó mediante DU^{3, 4, 5}. Las tensiones arteriales medias fueron calculadas posteriormente con la fórmula: $TAD+(TAS-TAD)/3$.

El material que utilizamos fue Ordenador portátil como soporte de registro y almacenamiento con software específico, monitor de flujo Transonic HD01® con conexiones para el ordenador, sensores de flujo /dilución, jeringas con agujas, suero fisiológico, conductor de ultrasonidos, bolsas de suero fisiológico autocolapsables de 500 y 1000 ml como cargas, por su fácil disposición y habitual uso, envueltas en toalla para su mejor sujeción y manipulación, y hoja de registro manual. Si la medición del QA no era procesada correctamente por el software, indicábamos al paciente la realización de 1 minuto más de ejercicio para su posterior análisis.

Las consideraciones previas que se tuvieron en cuenta inmediatamente antes de cada medición fueron la de asegurarnos la situación hemodinámica del paciente desarrollando la medición dentro de las dos primeras horas de sesión dialítica, aunque aceptamos alguna medida fuera de tiempo tras la comprobación correspondiente de la TA.

Recopilamos los datos de las historias clínicas, gráficas de HD y de las hojas de registro de mediciones, en base de datos para su tratamiento con el programa estadístico SPSS en su versión 16.0. Utilizamos Test estadístico de contrastación de normalidad de Kolmogorov-Smirnov, Test de comparación de medias T-Student para datos apareados y Test de correlación de Pearson.

RESULTADOS

El estudio se realizó con 44 muestras procedentes de 36 enfermos con una edad media de $63,77 \pm 12,82$ y comprendidas entre los 41 y 86 años, con una antigüedad de tratamiento que oscilaba entre 1 y 12 años, con una media de $4,02 \pm 2,86$. La distribución de la muestra por sexos fue de 27 hombres (61,4%) y 17 mujeres (38,6%). Sus AVs estudiados fueron 42 fístulas autólogas (95,5%) y 2 protésicas (4,5%). La distribución de las anastomosis de los AVs que formaron parte del estudio fue: 19 Radio-cefálicas de Cimino-Brescia o de antebrazo (43,2%), 6 Húmero-Medianas (13,6%), 1 Húmero-Basílica (2,3%), 16 Húmero-Cefálicas (36,4%) y 2 Húmero-Axilares (4,5%). De ellas, 17 estaban localizadas en el miembro superior derecho y 27 en el izquierdo, y 7 habían sido reanastomosadas. Realizamos las mediciones con agujas de calibre 15 en la punción arterial en el 92,5% de los casos y 97,5% con este mismo calibre en la punción de retorno venoso. Y la TA tuvo que ser medida en el miembro inferior en 3 casos, por lo que los efectos del ejercicio fueron tomados en cuenta de forma distinta.

En cuanto al ejercicio: 40 pruebas (90,9%) se realizaron con carga de 1000 grs y el resto, 4 (9,1%), con carga de 500 grs. El número de flexiones realizadas osciló entre 17 y 46 durante el primer minuto y 18 y 45 flexiones durante el segundo minuto. Respecto al movimiento desarrollado, el 25% de los enfermos que formaron parte del estudio tuvieron dificultad manifiesta, arco de movimiento limitado o ambas, para realizar el ejercicio o lo realizaron lentamente; el resto lo realizó sin dificultad. Habitualmente el enfermo se encontraba en una posición ligeramente flexionada de brazo y antebrazo respecto a la posición neutra de 0°, en la que ambos están en línea recta, y esto junto con el sillón, impedían que realizase el movimiento con la amplitud teórica máxima de flexión activa. En 2 ocasiones, los enfermos tuvieron que repetir el ejercicio por fallos durante el procesado del QA o por paro de la bomba de sangre, lo cuál también se tuvo en cuenta por ser datos en los que el ejercicio se desarrolló durante más de 2 minutos.

Asumimos que tanto las variables de estudio pre-ejercicio: TAS1, TAD1, TAM1, FC1, QA1, como las post-ejercicio: TAS2, TAD2, TAM2, FC2, QA2; proceden de distribuciones gaussianas tanto por sus respectivos histogramas y polígonos de frecuencia, como por sus gráficos de probabilidad normal P-P y Q-Q; todas asimétricas positivas o desplazadas hacia la derecha y leptocúrticas. Y posteriormente lo confirmamos con Test de Kolmogorov-Smirnov. Las medidas que describen la distribución de las principales variables mencionadas se muestran en la Imagen 1. Los estadísticos del test de comparación de medias para datos apareados se muestran en la Imagen 2.

	TAS1	TAD1	TAM1	FC1	QA1	TAS2	TAD2	TAM2	FC2	QA2
Media	137,30	67,91	91,04	73,78	1205,23	144,91	71,43	95,92	75,34	1254,09
±DE	±28,11	±15,75	±18,54	±11,89	±817,11	±27,18	±15,38	±17,26	±14,45	±888,79

Imagen 1. Valores medios de las variables

- TAS1: Tensión Arterial Sistólica pre-ejercicio.
- TAD1: Tensión Arterial Diastólica pre-ejercicio.
- TAM1: Tensión Arterial Media pre-ejercicio.
- FC1: Frecuencia Cardíaca pre-ejercicio.
- QA1: Flujo de Acceso pre-ejercicio.
- TAS2: Tensión Arterial Sistólica post-ejercicio.
- TAD2: Tensión Arterial Diastólica post-ejercicio.
- TAM2: Tensión Arterial Media post-ejercicio.
- FC2: Frecuencia Cardíaca post-ejercicio.
- QA2: Flujo de Acceso post-ejercicio.

	Diferencias entre parejas						t	gl	Sig.
	Media	DE	Media Error E	95% Intervalo de confianza					
				inferior	superior				
TAS1-TAS2	-7,614	13,339	2,011	-11,669	-3,558	-3,786	43	,000	
TAD1-TAD2	-3,523	6,970	1,051	-5,642	-1,404	-3,353	43	,002	
TAM1-TAM2	-4,886	7,669	1,156	-7,218	-2,555	-4,226	43	,000	
FC1-FC2	-1,625	6,176	0,976	-3,600	0,350	-1,664	39	,104	
QA1 – QA2	-48,864	216,926	32,703	-114,815	17,088	-1,494	43	,142	

Imagen 2. Test de T-Student para datos apareados

- TAS1. Tensión Arterial Sistólica pre-ejercicio.
- TAD1: Tensión Arterial Diastólica pre-ejercicio.
- TAM1: Tensión Arterial Media pre-ejercicio.
- FC1: Frecuencia Cardiaca pre-ejercicio.
- QA1: Flujo de Acceso pre-ejercicio.
- TAS2. Tensión Arterial Sistólica post-ejercicio.
- TAD2: Tensión Arterial Diastólica post-ejercicio.
- TAM2: Tensión Arterial Media post-ejercicio.
- FC2: Frecuencia Cardiaca post-ejercicio.
- QA2: Flujo de Acceso post-ejercicio.

El Test de correlación paramétrico de Pearson mostró relación muy alta entre las principales variables estudiadas antes y después del ejercicio. Aunque de forma global no ha habido diferencias significativas entre las mediciones del QA realizadas antes y después del ejercicio, analizamos las diferentes respuestas tras el ejercicio, obteniéndose los resultados del gráfico 1.

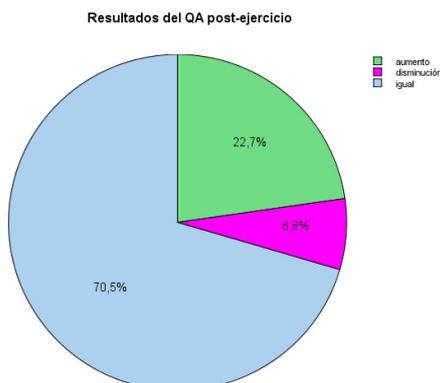


Gráfico 1

Los datos de respuesta del QA diferenciados por sexo se muestran en la Imagen 3

	Aumento	Disminución	Igual	Total
Hombre	8	0	19	27
Mujer	2	3	12	17
Total	10	3	31	44

Imagen 3. Respuesta del QA tras ejercicio según sexo.

Estudiando las características, patologías y tratamientos de los sujetos, y relacionándolos posteriormente con las variables estudiadas durante la prueba, exponemos los resultados más interesantes:

- Aumento manifiesto del QA post-ejercicio en ambas prótesis respecto al resto de fístulas.
- Aumento mayor de la TAM post-ejercicio en mujeres respecto a los hombres.
- Aumento del QA post-ejercicio en hombres respecto a las mujeres cuya media de la diferencia no experimenta cambios relevantes.
- Falta de respuesta o no cambios en el QA de los sujetos con arteriopatía periférica
- Respuesta al ejercicio homogénea de aumento del QA en los sujetos que padecen Cardiopatía Isquémica.
- Respecto a las patologías de base, los enfermos con Nefropatía vascular y Nefropatía Glomerular han respondido mejor al ejercicio incrementándose sus QA.
- Aumento homogéneo de la FC en los sujetos que tienen dentro de su tratamiento farmacológico alfabloqueantes.
- Aumento homogéneo del QA en los sujetos que tienen dentro de su tratamiento farmacológico IECAS (inhibidor de la enzima convertidora de la angiotensina).
- Aumento homogéneo del QA en los sujetos que tienen dentro de su tratamiento farmacológico corticoides.

Al analizar las características del grupo de enfermos incluidos en el estudio que habían experimentado aumento del QA tras el ejercicio encontramos que:

- El 90% tenía el acceso vascular en el MSI.
- Ninguno de ellos estaba diagnosticado de arteriopatía periférica.
- El 90% realizó la prueba con carga de 1000 grs.
- De ellos sólo 1 era diabético.

DISCUSIÓN

Los resultados mostraron que la variable independiente diseñada y estandarizada no produjo cambios estadísticamente significativos en la FC ni en el QA. Sin embargo, el ejercicio sí provocó respuesta sistémica, obteniéndose un aumento manifiesto de la TA tanto en las sistólicas y diastólicas, como en sus respectivas tensiones arteriales medias. Como la TA viene condicionada por el gasto cardíaco y la resistencia vascular periférica, probablemente el ejercicio provocó respuesta vascular pero no cardíaca en la mayor parte de los casos; y si hubo respuesta cardíaca, fue solo inotrópica.

El ejercicio contralateral objeto de estudio provocó en un 29,54% de los casos, cambios significativos en el QA. Creemos que aunque el ejercicio estudiado no ha provocado efectos estadísticamente significativos respecto al QA de forma general, el aumento post-ejercicio obtenido en el 22,72% de los casos de una muestra muy heterogénea, nos hace pensar en no descartar el ejercicio contralateral como método para desarrollar flujo. En 3 casos (6,82%) se produjo un descenso evidente del QA que podemos asociarlo a una respuesta de vasoconstricción, pues las diferencias eran notablemente superiores al margen de error cuantificado por el fabricante del medidor de caudal⁷.

Cuando un movimiento es intenso, continuo y/o prolongado, aumentan los requerimientos energéticos de los músculos esqueléticos implicados, y exige una respuesta cardíaca y vasomotora que atienda a esta demanda energética. Este planteamiento científicamente aceptado apoya la hipótesis de que la intervención o modificación sobre alguno de los parámetros que han sido estandarizados de la variable independiente estudiada, puede modificar la respuesta obtenida. Y como no podemos dejar de lado la variabilidad individual de la respuesta a un ejercicio, pensamos que si estas flexiones braquiales se realizan con cargas mayores pero adaptadas a las características del individuo tras una valoración personalizada de su capacidad física, y/o durante un periodo continuo mayor, y/o con una frecuencia elevada de los movimientos, los requerimientos energéticos inmediatos serán mayores y la respuesta probablemente permitiría aumentar los QA.

Interpretando los datos obtenidos del grupo de enfermos que habían experimentado aumento del QA post-ejercicio por encima del error aceptado del medidor de caudal Transonic®, es importante destacar que aunque la distribución respecto a la lateralidad del miembro portador no era del 50% para cada posibilidad, la lateralidad izquierda puede tener influencia en la respuesta cardiovascular al ejercicio; probablemente por menor trayecto arterial desde el corazón. La falta de respuesta del QA en enfermos con arteriopatía periférica, unido a que en el grupo con respuesta positiva ninguno sufría este problema y solo uno era diabético, hace pensar en la influencia de la patología vascular periférica sobre el aporte de flujo a la anastomosis del AV.

Como conclusión, podemos decir, que el ejercicio contralateral al miembro portador del AV estudiado aumenta el QA en determinados individuos, y que para extender la conclusión en un estudio de forma general tendríamos que adaptar las características de dicho ejercicio, buscando una respuesta cardiovascular mayor, en muestras más amplias y homogéneas.

Agradecimientos

A todas y cada una de las personas que nos han apoyado...y soportado.

BIBLIOGRAFÍA

1. NFK-DOQI Clinical practice guidelines for vascular access. Am J Kidney Dis 30: S152-S191, 1997.
2. Varios autores. Guía de acceso vascular en hemodiálisis. SEN. 2004
3. Krivitski N.M. Novel method to measure access flow during hemodialysis by ultrasound velocity dilution technique. ASAIO J41: M 741-M 745.1995.
4. Krivitski NM. Theory and validation of access flow measurement by dilution technique during hemodialysis. Kidney Int. 1995 Jul;48(1):244-50.
5. Krivitski NM, MacGibbon D, Gleed RD, Dobson A. Accuracy of dilution techniques for access flow measurement during hemodialysis. Am J Kidney Dis. 1998 Mar;31(3):502-8.

6. Aguilar GS, Fernández AJ, Cabrera I. Medición del flujo de acceso utilizando los distintos sentidos de la punción arterial mediante técnica de dilución con ultrasonidos. En libro de comunicaciones del XXXIII Congreso Nacional de la Sociedad Española de Enfermería Nefrológica; San Sebastián 8-11 Octubre 2008.SEDEN; 2008. p. 174-175.
7. Krivitski N.M. Pitfalls of the glucose pump test for access flow measurements. Nephrol Dial Transplant 2003; 18: 1230-1231.

