

## Efecto de la Respiración Diafrágica sobre la Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca en la Enfermedad Cardíaca Isquémica con Diabetes

Anupama Bangra Kulur<sup>1</sup>, Nagaraja Haleagrahara<sup>2</sup>, Prabha Adhikary<sup>3</sup>, Jeganathan P. S.<sup>3</sup>

Faculty of Medicine, University College of Sedaya International<sup>1</sup>, School of Medicine, International Medical University<sup>2</sup>, Kuala Lumpur, Malaysia; Faculty of Medicine, Kasturba Medical College<sup>3</sup>, Mangalore, India

### Resumen

**Fundamento:** La disminución de la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) está asociada a un pronóstico desfavorable en pacientes con enfermedades cardíaca isquémica (DCI) y diabetes. Todavía no se aprobó en definitivo si el cambio en el estándar respiratorio puede modificar el factor de riesgo en esos pacientes.

**Objetivo:** Evaluar el efecto de la respiración diafrágica sobre la VFC en pacientes diabéticos con DCI.

**Métodos:** La población del estudio consistió en 145 pacientes del sexo masculino seleccionados al azar, de los cuales 45 presentaban DCI, 52 presentaban DCI y diabetes (DCI-DM) y 48 presentaban DCI y neuropatía diabética (DCI-ND). La VFC se evaluó a través de ECG de 5 minutos con el empleo del método de dominio de tiempo. El grupo de intervención se dividió en grupo adherente y no-adherente y se registró el seguimiento tras tres meses y un año.

**Resultados:** La evaluación basal reveló una disminución significativa en VFC en los pacientes con enfermedades cardíaca isquémica con o sin diabetes ( $p < 0,01$ ). Los pacientes con DCI presentaban VFC más alta que los pacientes con DCI-DM ( $p < 0,01$ ) y DCI-ND ( $p < 0,01$ ). Un aumento en la VFC se observó en pacientes que practicaron respiración diafrágica por tres meses (DCI-DM:  $p < 0,01$ ; DCI-ND:  $p < 0,05$ ) y por un año (DCI-DM:  $p < 0,01$ ; DCI-ND:  $p < 0,01$ ). La VFC disminuyó significativamente tras un año en pacientes no-adherentes. La práctica regular de respiración diafrágica también mejoró el índice glucémico en esos pacientes.

**Conclusión:** La práctica regular de respiración diafrágica mejora de forma significativa la VFC en una dirección pronósticamente favorable en pacientes con DCI y diabetes. Esos efectos parecen ser potencialmente benéficos en el manejo de esos pacientes. (Arq Bras Cardiol 2009;92(6):440-447)

**Palabras clave:** Respiración, frecuencia cardíaca, insuficiencia cardíaca, diabetes mellitus, isquemia miocárdica.

### Introducción

La variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) es la natural elevación y disminución de la frecuencia cardíaca en respuesta a la respiración, presión arterial, hormonas y emociones<sup>1</sup>. Se la ve como un indicador reflectivo y predictivo de la salud y de la enfermedad psicológica en general. La VFC representa un de los marcadores más promisorio de la actividad autonómica<sup>2</sup>. Se ha observado una VFC deficiente en muchos cuadros clínicos, incluyendo la neuropatía autonómica, trasplante cardíaco, insuficiencia cardíaca congestiva, infarto de miocardio y otras enfermedades cardíacas y no-cardíacas<sup>3</sup>. Varios estudios han demostrado reducción en la VFC en

pacientes con enfermedad cardíaca isquémica (DCI)<sup>4,5</sup>. Sin embargo, no se conoce aún el mecanismo de la reducción de la VFC en la enfermedad cardíaca isquémica<sup>5,6</sup>. La isquemia crónica o intermitente puede tener un rol importante, ya que se evidenció que episodios isquémicos están asociados al tono vagal reducido de forma aguda<sup>7</sup>.

La neuropatía autonómica diabética afecta aproximadamente el 40% de todos los pacientes diabéticos y en su forma severa, ofrece un pronóstico malo<sup>8</sup>. Como la VFC refleja el grado de control autonómico del corazón, se la utiliza ampliamente para el diagnóstico de las disfunciones autonómicas en enfermedades no-cardíacas, considerándose que, si dicha disfunción cardíaca fuera identificada, es un signo de una neuropatía autonómica más generalizada, afectando todos los órganos<sup>9</sup>. Se ha observado que la neuropatía autonómica diabética cardiovascular está asociada a la pérdida de la variabilidad de la frecuencia cardíaca. En la neuropatía asociada a la diabetes mellitus, caracterizada por la alteración de las pequeñas fibras nerviosas, una reducción en los

**Correspondencia:** Nagaraja H S •

School of Medicine, International Medical University, Plaza Komanwel, Bukit Jalil, 57000 Kuala Lumpur - Malaysia  
E-mail: hsnagaraja@gmail.com

Artículo recibido el 13/01/08; revisado recibido el 26/04/08; aceptado el 08/05/08.

parámetros del dominio de tiempo de la VFC parece no sólo tener un valor pronóstico negativo, sino también preceder la expresión clínica de la neuropatía autonómica<sup>10,11</sup>.

Debido al hecho de la disminución de la VFC estar asociada a un resultado adverso, los investigadores concluyeron que el aumento en la VFC aumentaría también las tasas de supervivencia.

Muchas de las intervenciones asociadas a la disminución de la mortalidad, como práctica de ejercicios, abandono del hábito de fumar, terapia medicamentosa, también están asociadas al aumento de la VFC<sup>10-12</sup>. Se sabe que la actividad respiratoria influye la frecuencia cardíaca a través de mecanismos fisiológicos y anatómicos<sup>13</sup>.

Refrenar la respiración por medio de la técnica de respiración lenta es una terapia adjunta útil para el control cardiorrespiratorio<sup>14</sup>. De acuerdo con Chacko et al<sup>15</sup> la respiración lenta a 6 ciclos por minuto aumenta la sensibilidad barorrefleja en individuos normales y en pacientes con insuficiencia cardíaca<sup>15</sup>. Se sabe que la respiración abdominal lenta disminuye la actividad del sistema nervioso simpático<sup>16</sup> y se ha evidenciado que la respiración abdominal reduce la recurrencia de eventos coronarios en individuos que ya sufrieron un infarto. Se sabe que ese tipo de respiración reduce la tensión en el músculo respiratorio, la sintomatología funcional y la ansiedad, además de promover una sensación de relajación<sup>17</sup>. Evidencias recientes sugieren que la respiración lenta disminuye la presión arterial en pacientes con hipertensión leve y moderada y en pacientes con hipertensión resistente, sin cambios en la medicación<sup>18</sup>.

Hay pocos estudios sobre el efecto de las maniobras de respiración diafragmática sobre la VFC en pacientes con diabetes mellitus. De esa manera, el presente estudio se llevó a cabo con el principal objetivo de determinar la VFC en pacientes con DCI y diabetes, con o sin neuropatía autonómica. Nuestra hipótesis de estudio fue que la práctica regular de respiración diafragmática mejora la VFC en pacientes con DCI y diabetes.

## Métodos

El grupo de estudio estaba conformado por 145 individuos del sexo masculino, seleccionados al acaso, en el Kasturba Medical College Hospital, de la Universidad Manipal, India, cuya edad variaba de 40 a 70 años. El grupo de pacientes tenía 45 pacientes con DCI sin diabetes, 52 pacientes con DCI y diabetes mellitus tipo 2 y 48 pacientes remanentes con DCI y neuropatía autonómica diabética. Tras aplicarse los criterios de inclusión y exclusión, se entrevistaron a los pacientes y se los sometieron a examen físico general. Se recolectaron los datos de los individuos sobre el perfil clínico, tratamiento farmacológico y perfil epidemiológico. Se obtuvieron altura, peso, razón cintura-cadera, presión arterial, frecuencia cardíaca y frecuencia respiratoria, y se llevó a cabo un estudio sistémico completo. Un electrocardiograma (ECG) de 12 derivaciones se llevó a cabo y los hallazgos se registraron. Se midió la glucemia de ayuno en la muestra de sangre por medio del método de glucosa deshidrogenasa. La hemoglobina glicosilada (HbA<sub>1c</sub>) se midió con el método inmunturbidimétrico.

Pacientes diagnosticados con angina, infarto de miocardio o infarto de miocardio con insuficiencia cardíaca y diabetes se incluyeron en el grupo de estudio. Los criterios de exclusión fueron los que siguen: pacientes con enfermedad cardíaca valvular, enfermedad pulmonar obstructiva, asma, cardiomiopatías, fibrilación atrial y bloqueo de rama. El diagnóstico de la DCI fue documentado por evidencia de ECG de infarto del miocardio previo, evidencia de ECG de depresión del segmento ST, dolor torácico en la prueba de esfuerzo en los últimos seis meses, angiografía coronaria con > 60% de estenosis en una arteria coronaria principal. Se clasificaron a pacientes con diabetes mellitus (DM) como portadores de diabetes con base en el histórico, independientemente de la duración de la enfermedad o necesidad de uso de agentes antidiabéticos. La DM se definió como glucemia de ayuno  $\geq 7,0$  mmol/l. La neuropatía diabética se estableció cuando dos o más pruebas reflejas cardiovasculares estándar de la función autonómica estaban anormales<sup>19,20</sup>. Las pruebas de función autonómica incluían (i) medida latido-a-latido de la variación de la frecuencia cardíaca durante ventilación medida, (ii) respuesta postural de la frecuencia cardíaca (razón 30:15), (iii) variación de la frecuencia cardíaca durante una maniobra de Valsalva estandarizada y (iv) respuesta hemodinámica a la postura erecta. A 60 individuos sanos pareados en edad se les utilizaron como grupo control. Ellos no presentaban síntomas de ninguna enfermedad, no utilizaban medicamentos y presentaron resultados normales al electrocardiograma de reposo. Los grupos de estudio eran bien balanceados en relación a los datos demográficos y tratamiento farmacológico. Todos los individuos fueron informados sobre el protocolo y firmaron el formulario de consentimiento informado para participar del estudio. El Comité Institucional de Ética aprobó el estudio y está de acuerdo con los principios postulados en la Declaración de Helsinki de 1983.

## Análisis de la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC)

La prueba de frecuencia cardíaca durante respiración profunda<sup>21-23</sup> se la condujo con el individuo en posición supina durante el registro electrocardiográfico estándar. Se enseñaron a los individuos a respirar a una tasa de 6 ciclos respiratorios por minuto; 5s para cada inhalación y 5s para cada exhalación. Se registró el ECG de forma continua a 25 mm/segundo por 5 minutos mientras que los pacientes respiraban de acuerdo con las instrucciones recibidas. Las alteraciones latido-a-latido en la frecuencia cardíaca se evaluaron por el método de dominio de tiempo. Se calculó el intervalo R-R en cada ciclo respiratorio y se tuvo en cuenta un intervalo R-R promedio para el cálculo de la VFC. La variabilidad de la frecuencia cardíaca se calculó como la diferencia entre los intervalos R-R más corto y más largo. La prueba de frecuencia cardíaca durante respiración profunda se eligió como un test corto a la cabecera del paciente, basado en la experiencia alcanzada en la prueba de control nervioso autonómico del corazón en pacientes con DM. El resultado de la prueba fue preespecificado como normal si hubiera diferencia de 10 latidos o más por minuto entre la frecuencia más corta y más rápida.

## Respiración diafragmática

Un fisioterapeuta del hospital enseñó la respiración diafragmática (respiración abdominal) y controles a los

pacientes. Se les solicitó a los individuos que realizaran la respiración diafrágica en la posición supina. Se les pidió que inhalaran lenta y profundamente por la nariz hasta el fondo de los pulmones, de modo que enviaran el aire a los pulmones, tan profundamente hacia abajo, lo más posible. El tórax se mueve levemente mientras que el abdomen se expande. El diafragma se mueve hacia abajo. Tras una respiración profunda, se le pedía al paciente que prendiera la respiración por un momento y tras ello exhalara lentamente por medio de espiración controlada.

El grupo de intervención de ejercicio respiratorio se dividió prospectivamente entre aquellos que estaban dispuestos a realizar los ejercicios regularmente (grupo adherente: 80 pacientes y 32 controles) y aquellos que no estaban dispuestos (grupo no-adherente: 65 pacientes y 28 controles). Los pacientes y controles en el grupo adherente fueron incentivados a ejecutar el ejercicio respiratorio diafrágico completo 10 veces de cada vez en la posición supina con intervalos de 30s a 1 minuto de descanso y entonces, empezar de nuevo. Se les recomendaron a practicar la respiración diafrágica por 10 a 15 minutos, dos veces al día (por la mañana y por la noche), durante un año y después volver a la observación. Los pacientes y los controles se siguieron en el ambulatorio por un período de 12 meses, con visitas en intervalos de 30 días. Durante la visita, el fisioterapeuta entrevistaba los individuos y registraba los detalles del régimen de ejercicios respiratorios. Se les motivaron a continuar con los ejercicios respiratorios de modo regular. En el hospital, un médico orientó a los individuos sobre el manejo de la enfermedad isquémica cardíaca y DM tipo 2 y el rol de los ejercicios respiratorios en el manejo de las enfermedades. Cada individuo recibió un cuaderno con instrucciones y beneficios de los ejercicios respiratorios e ilustraciones de la respiración abdominal. Los individuos fueron orientados a tomar nota sobre el tratamiento medicamentoso, dieta y otras actividades físicas durante el período del estudio. Durante los 12 meses de seguimiento, un médico y un fisioterapeuta hicieron la supervisión de todos los individuos incluidos en el estudio. Los resultados de ambos grupos adherente y no-adherente se grabaron para registro del seguimiento. Durante el período

de seguimiento de 3 y 12 meses, se registraron la VFC, glucemia de ayuno, peso corporal y niveles de hemoglobina glicosilada. Las actividades físicas de los individuos, peso corporal, terapia medicamentosa, dietas, etc., se verificaron y cualesquiera problemas encontrados durante los ejercicios respiratorios se discutieron.

Todos los resultados fueron expresados como promedio  $\pm$  error estándar del promedio o números y porcentajes. Se empleó el paquete estadístico para ciencias sociales SPSS versión 11 para todos los análisis estadísticos. La prueba U de Mann-Whitney se utilizó para comparar varios parámetros entre diferentes grupos. Se empleó la prueba de rangos con signos (*Wilcoxon Signed Rank Test*) para comparar los resultados entre registros basales y de seguimiento. Para evaluar si la respiración diafrágica aislada influyó la VFC, una prueba de regresión múltiple *stepwise* se llevó a cabo. Valores de  $p < 0,05$  se consideraron estadísticamente significantes.

## Resultados

Las características clínicas de los pacientes están detalladas en la Tabla 1. Los tres grupos de estudio y el grupo control eran bien equilibrados con relación a los datos demográficos. Los grupos de estudio no difirieron significativamente con relación a la edad, duración de la diabetes y medicación. Hubo una disminución significativa en la VFC en los pacientes con DCI sin diabetes ( $p < 0,01$ ) cuando comparados con los controles sanos. El grupo con DCI y diabetes mellitus ( $p < 0,01$ ) y el grupo con neuropatía también tenían VFC significativamente reducida ( $p < 0,01$ ) cuando comparados a los controles. Los pacientes con DCI sin diabetes presentaban VFC significativamente más alta ( $p < 0,05$ ) que aquellos con DCI sin DM y con neuropatía diabética (ND). No hubo diferencia significativa con relación a la VFC entre el grupo con DCI y DM y el grupo con DCI y ND. La HbA<sub>1c</sub> y la glucemia de ayuno eran significativamente más altas en el grupo con DCI y DM ( $p < 0,01$ ) y en el grupo con DCI y ND ( $p < 0,01$ ), cuando comparados con los grupos control y DCI (Tabla 2).

Como se pudo ver en la Tabla 3, los pacientes con DCI sin DM y aquellos con DM con o sin neuropatía mostraron un aumento significativo en la VFC ( $p < 0,01$ ) tras tres meses

**Tabla 1 - Características clínicas e demográficas dos pacientes e individuos controles. Resultados están expresados como promedio  $\pm$  error estándar promedio (EEP); \* $p < 0,05$  - entre grupos**

Parámetros	Control Normal	DCI	DCI con Diabetes	DCI con neuropatía diabética	P<
Edad [años]	52 $\pm$ 4,17	55 $\pm$ 2,75	56 $\pm$ 3,33	50 $\pm$ 4,45	0,624
Números	60	45	52	48	-
IMC [kg/m <sup>2</sup> ]	24,75 $\pm$ 0,48	26,80 $\pm$ 1,45	27,10 $\pm$ 1,95	27,65 $\pm$ 0,85	0,187
Fumo	11	8	6	8	0,915
Duración de la diabetes (años)	-	-	5,10 $\pm$ 0,95	8,90 $\pm$ 2,80	0,069
Tratamiento de la diabetes:					
Insulina	-	-	11	8	0,850
Sulfonilurea	-	-	32	25	0,350
Otros medicamentos	-	-	9	10	0,561

DCI - enfermedad cardíaca isquémica.

**Tabla 2 - HbA<sub>1c</sub> (%), glucosa en la sangre (mmol/l) y VFC en controles y pacientes con DCI y diabetes/ neuropatía diabética. Valores están expresados como Promedio ± EEP, \* p<0,05; \*\* p<0,01- control en comparación con otros grupos, \* p<0,05 - sin diabetes, con diabetes y neuropatía diabética**

Grupos	HbA <sub>1c</sub> (%)	Glucosa en la sangre (mmol/l)	VFC (lpm)
Control	5,50 ± 0,20	5,85 ± 1,70	22,85 ± 0,63
DCI	6,10 ± 0,85	6,70 ± 1,05	17,14 ± 0,18**
DCI con diabetes	8,60 ± 0,25****	10,60 ± 0,79****	14,68 ± 0,49***
DCI con neuropatía diabética	8,95 ± 0,75****	11,05 ± 1,43****	13,50 ± 0,78***

VFC - variabilidad de la frecuencia cardiaca; DCI - enfermedad cardiaca isquémica.

**Tabla 3 - VFC (lpm) en diabetes (sin neuropatía y con neuropatía) en grupo adherente. Valores están expresados como Promedio ± EEP, \*\* p<0,01 - registro inicial con seguimientos I e II**

Grupos	Registro inicial	Seguimiento I	Seguimiento II
Control	22,85 ± 0,63	23,90 ± 0,16	25,22 ± 1,37**
DCI	17,14 ± 0,18	19,21 ± 0,11**	20,05 ± 0,24**
Diabetes sin neuropatía	14,68 ± 0,49	17,00 ± 1,23**	17,69 ± 1,21**
Diabetes con neuropatía	13,50 ± 0,78	14,69 ± 1,11**	15,00 ± 1,14**

DCI - enfermedad cardiaca isquémica; VFC - variabilidad de la frecuencia cardiaca.

y un año de seguimiento de la respiración diafragmática. Un aumento más estadísticamente significativo en la VFC se registró (p<0,01 - para todos los grupos) tras un año de seguimiento, en comparación con los registros basales en todos los grupos del estudio. Un aumento en la VFC tras el seguimiento fue significativamente mayor (p<0,01) en el grupo con DCI y DM que en el grupo DCI con ND.

La práctica regular de la respiración diafragmática aumentó la VFC en los individuos control también luego de un año (p<0,01) (Tabla 3). Una disminución significativa en los niveles de HbA<sub>1c</sub> (p<0,01) y glucosa (p<0,01) se observó tras 3 y 12 meses de seguimiento en el grupo adherente. Aunque

los niveles de HbA<sub>1c</sub> y glucosa fueran significativamente más altos (p<0,01) que en los controles y en el grupo con DCI, la práctica regular de respiración diafragmática significativamente disminuyó esos parámetros metabólicos tras 12 meses de seguimiento, cuando comparados con los niveles basales (Tabla 4). La Tabla 5 detalla la VFC registrada en los controles no-adherentes y en los pacientes con DCI tras 3 meses y 12 meses. No hubo diferencia significativa en la VFC tras 3 meses de seguimiento en todos los grupos no-adherentes. Hubo una diferencia significativa en la VFC en los pacientes con DCI sin DM (p<0,01), DCI con DM (p<0,01) y DCI con ND (p<0,01) tras un año de seguimiento del estudio (Tabla 5). No se registró ninguna diferencia significativa en los parámetros metabólicos (HbA<sub>1c</sub> y glucemia) luego del primer período de seguimiento, pero la HbA<sub>1c</sub> aumentó significativamente tras un año de seguimiento en pacientes con DCI y ND (p<0,01). Los niveles de glucemia aumentaron significativamente en pacientes con DCI no-adherentes sin DM (p<0,05), DCI con DM (p<0,01) y DCI con ND (p<0,01) indicando que la condición de la enfermedad empeoró en la ausencia de la respiración diafragmática (Tabla 6).

Cuando se comparó la VFC entre los grupos adherente y no-adherente luego de un año de seguimiento, un aumento más significativo se registró en todos los grupos, incluyendo los controles (p<0,01) (Tabla 7). En los grupos no-adherentes, hubo una disminución significativa en la VFC entre los pacientes con DCI y DM y pacientes con DCI y ND (p<0,01) cuando comparados con los pacientes adherentes.

El análisis de regresión múltiple indicó que la respiración, aisladamente, fue responsable de un 58,8% (R=0,588) de la variación en la VFC luego de un año de seguimiento. Cuando otras variables predictivas se incluyeron, la contribución de la respiración aumentó para el 72% (R=0,725). La respiración diafragmática, aisladamente, mostró un aporte para los cambios observados en la VFC. El coeficiente de la respiración diafragmática fue el mayor, mostrando el máximo de aporte en comparación a otros predictores, tales como medicación, duración de la diabetes, edad, etc.

## Discusión

El presente estudio reveló que hubo una disminución significativa en la VFC en pacientes con enfermedad cardiaca isquémica y pacientes con enfermedad cardiaca isquémica y diabetes mellitus. Pocos estudios relataron la reducción de la VFC en pacientes con diabetes. En pacientes diabéticos sin evidencia de neuropatía autonómica, la reducción en

**Tabla 4 - HbA<sub>1c</sub> (%), niveles de glucemia (mmol/l) en DCI y Diabetes (sin Neuropatía & con Neuropatía) en grupo adherente. Valores están expresados como Promedio ± EEP; \* p<0,05; \*\* p<0,01 - registro inicial con seguimientos I e II**

Grupos	Registro Inicial		Seguimiento I		Seguimiento II	
	HbA <sub>1c</sub>	Glucemia	HbA <sub>1c</sub>	Glucemia	HbA <sub>1c</sub>	Glucemia
Control	5,50 ± 0,20	5,85 ± 1,70	5,95 ± 0,15	5,30 ± 1,23	4,10 ± 0,18**	4,87 ± 1,27**
DCI	6,10 ± 0,85	6,70 ± 1,05	6,55 ± 0,42	6,10 ± 0,84	5,25 ± 0,69*	5,85 ± 0,75*
Sin neuropatía	8,60 ± 0,25	10,60 ± 0,79	8,12 ± 1,23	9,05 ± 0,13**	7,80 ± 1,11*	7,10 ± 1,26**
Con neuropatía	8,95 ± 0,75	11,05 ± 1,43	8,20 ± 0,73	10,73 ± 0,85**	6,95 ± 1,24**	8,28 ± 1,14**

la VFC durante condiciones controladas también ha sido relatada<sup>11,24,25</sup>. La VFC anormal en pacientes diabéticos representa un aumento de riesgo para arritmias ventriculares, así como morbilidad y mortalidad cardiovascular total<sup>12</sup>. La disminución en la VFC en pacientes con DCI y diabetes refleja las reducciones en las modulaciones simpática y parasimpática del corazón. La disminución observada en la VFC en pacientes con DCI podría ser debida a la disfunción autonómica como un resultado de la isquemia. Una regulación desbalanceada del sistema nervioso autonómico cardiaco es una de las alteraciones patofisiológicas importantes en la DCI<sup>26,27</sup>. Hubo una disminución más significativa en la VFC de pacientes con DCI y neuropatía que en pacientes sin neuropatía. La VFC puede estar disminuida en pacientes con diabetes debido a la neuropatía autonómica cardiovascular. Se ha observado que en pacientes adultos con diabetes, hay una disfunción del sistema nervioso autonómico con la larga duración de la enfermedad<sup>26-29</sup>. La neuropatía autonómica diabética es seguida inicialmente por disturbios del sistema parasimpático y, posteriormente, del sistema simpático<sup>28</sup>. Nuestra evaluación de las alteraciones en la VFC apoya la idea de que hay una disminución en la función autonómica en el inicio del desarrollo de la diabetes y que la diabetes conlleva un descenso progresivo en la función autonómica y que la VFC puede ser un método eficiente de detección precoz de la neuropatía autonómica diabética.

En el presente estudio, la práctica de la respiración abdominal mejoró las mediciones de la VFC. El presente estudio evidenció que la variación de la frecuencia cardiaca mejoró en pacientes con DCI sin diabetes y en pacientes con DCI y diabetes que practicaron regularmente ejercicios de respiración. Hubo un aumento significativo en la VFC

en controles normales que practicaron la respiración diafrágica por un año. La mejora observada en la VFC con la técnica modificada de respiración puede ser debida al efecto directo de la respiración sobre el sistema nervioso autonómico controlando el corazón<sup>30</sup>. En el cuerpo humano, la mayoría de los parámetros de función cardiaca parece estar relacionada al modo respiración. La respiración adecuada puede influenciar hasta aun parámetros cardiacos sutiles, como la fracción de eyección, presión aórtica y presión arterial pulmonar, pre y post-carga, y hasta aun la oxigenación de los tejidos<sup>31,32</sup>. La respiración diafrágica puede reducir la actividad simpática al aumentar el ritmo inhibitorio central<sup>33</sup>. Debido al aumento del volumen tidal durante la respiración diafrágica profunda, hay una activación del reflejo de Hering-Breuer<sup>34</sup>, lo que reduce la sensibilidad quimiorrefleja y puede aumentar el barorreflejo y reducir la actividad simpática<sup>34-36</sup>. Parece que la respiración profunda induce a una disminución generalizada en las vías excitatorias que regulan el sistema respiratorio y cardiovascular. Los sistemas respiratorio y cardiovascular comparten mecanismos de control similares y una alteración en uno de los sistemas modificará el funcionamiento del otro<sup>15,35</sup>. En la enfermedad cardiaca isquémica, hay un aumento en la activación simpática y quimiorrefleja y la respiración diafrágica indujo a una disminución en la activación simpática, lo que puede haber aumentado la VFC. Hubo una mejora importante en los parámetros metabólicos estudiados tras la práctica regular de respiración diafrágica en el presente estudio. La disminución en la HbA<sub>1c</sub> está de acuerdo con los estudios previos<sup>37,38</sup>. La disminución en la hemoglobina glicosilada y la glucosa sanguínea registrada en pacientes con DCI y diabetes y en pacientes con DCI y neuropatía diabética indica que los ejercicios regulares con respiración prolongada puede significativamente mejorar la homeostasis de la glucosa y el tan necesario control glucémico en esos pacientes. La hiperglicemia y sus consecuencias metabólicas relacionadas conllevan la patogénesis de la neuropatía autonómica en la diabetes mellitus<sup>11,24</sup>. La mejora observada en los parámetros metabólicos se podría atribuir a los cambios autonómicos causados por la respiración diafrágica, la cual disminuyó la actividad simpática<sup>15,35,39,40</sup>.

El estrés puede tener efectos negativos en la salud y el hecho de que pacientes con DM tipo 2 puedan presentar riesgo aumentado de experimentar estrés está asociado a la liberación de hormonas contraregulatorias que resultarán en la elevación de los niveles de glucemia<sup>41</sup>. Además de

**Tabla 5 - VFC (lpm) en DCI y diabetes (sin neuropatía y con neuropatía) en grupo no-adherente. Valores están expresados como Promedio ± EEP, \*\* p < 0,01 - registro inicial con seguimientos I e II**

Grupos	Registro inicial	Seguimiento I	Seguimiento II
Control	22,85 ± 0,63	22,04 ± 1,13	21,05 ± 0,86
DCI	17,14 ± 0,18	16,01 ± 0,18	15,08 ± 0,20**
Diabetes sin neuropatía	14,68 ± 0,49	13,33 ± 1,45	11,44 ± 1,35**
Diabetes con neuropatía	13,50 ± 0,78	12,22 ± 0,99	10,78 ± 0,98**

**Tabla 6 - HbA<sub>1c</sub> (%), niveles de glucemia (mmol/l) en DCI y Diabetes (sin Neuropatía y con Neuropatía) en grupo no-adherente. Valores están expresados como Promedio ± EEP; \* p < 0,05; \*\* p < 0,01 - registro inicial con seguimientos I e II**

Grupos	Registro inicial		Seguimiento I		Seguimiento II	
	HbA1C	Glucemia	HbA1C	Glucemia	HbA1C	Glucemia
Control	5,50 ± 0,20	5,85 ± 1,70	5,78 ± 0,54	5,97 ± 1,21	5,92 ± 0,88	5,80 ± 0,55
DCI	6,10 ± 0,85	6,70 ± 1,05	6,25 ± 0,87	6,85 ± 0,57	6,89 ± 1,01	6,92 ± 0,42*
Diabetes sin neuropatía	8,60 ± 0,25	10,60 ± 0,79	8,65 ± 0,51	10,90 ± 0,84	8,95 ± 0,20	11,05 ± 1,04**
Diabetes con neuropatía	8,95 ± 0,75	11,05 ± 1,43	8,87 ± 0,65	11,53 ± 0,97	9,05 ± 1,05**	12,93 ± 0,83**

**Tabla 7 - Alteraciones en la VFC (lpm) en DCI y diabetes (sin neuropatía y con neuropatía) en grupos adherente y no-adherente tras 1 año de seguimiento. Valores están expresados como Promedio  $\pm$  EEP; \*\*  $p < 0.01$  - Grupos adherente y no-adherente**

Grupos	Adherente	No-adherente
Control	25,22 $\pm$ 1,37	21,05 $\pm$ 0,86**
DCI	20,05 $\pm$ 0,24	15,08 $\pm$ 0,20**
Diabetes sin neuropatía	17,69 $\pm$ 1,21	11,44 $\pm$ 1,35**
Diabetes con neuropatía	15,00 $\pm$ 1,14	10,78 $\pm$ 0,98**

DCI - enfermedad cardíaca isquémica; VFC - variabilidad de la frecuencia cardíaca.

ello, el estrés puede interferir con el control de la diabetes indirectamente, por medio de efectos en la dieta, ejercicio y otros comportamientos de autocuidado. Se puede gestionar el estrés por medio del empleo de programas comportamentales de gestión de estrés o con medicamentos. Ambos tipos de intervención se han mostrado eficaces en la mejora del control glucémico en pacientes con diabetes mellitus tipo 2<sup>38,42,43</sup>. El entrenamiento de la gestión de estrés incluye típicamente relajación muscular progresiva con o sin biofeedback, imágenes mentales, respiración diafrágica, yoga e instrucciones sobre como modificar las respuestas fisiológicas, cognitivas y comportamentales al estrés. Relatos de investigadores al estudiar el efecto de la gestión de estrés sobre el control glucémico han sido inconsistentes<sup>44,45</sup>, sin embargo, diversos de esos estudios tenían un bajo poder y otros tenían problemas de proyecto. Nuestro estudio apoya la idea de que la intervención en forma de práctica de respiración diafrágica profunda conllevaría una mejora en el control glucémico y también reduciría la insuficiencia autonómica cardíaca en pacientes con DCI y diabetes mellitus.

La actividad física, como una intervención no-farmacológica, es muy importante en pacientes con síndromes metabólicos en quien la ocurrencia simultánea de diabetes está seguida de un aumento en la actividad del sistema nervioso simpático. Así, el efecto de la respiración diafrágica en la VFC se debe principalmente a la alteración en el equilibrio entre la actividad del sistema nervioso simpático y parasimpático sobre el corazón. La práctica de largo plazo de la respiración diafrágica conlleva cambios estables en el control autonómico del corazón y resulta en el aumento de la VFC. Se sabe que la respiración abdominal trae calma interior, relajación y calentamiento periférico. Se considera la respiración diafrágica como la forma más sana de respiración, además de ser ella una de las formas más sencillas, aunque la más efectiva, de las técnicas de gestión de estrés<sup>16,32</sup>. La respiración diafrágica intenta revertir el equilibrio autonómico en favor del estímulo parasimpático desde el estímulo simpático en pacientes diabéticos, reduciendo la sintomatología funcional y promoviendo un impacto positivo en la salud de los individuos<sup>40</sup>. El estudio claramente indica una mejora en el grupo de intervención. Eso prueba que la respiración abdominal es mucho más

benéfica a los pacientes con DCI, DCI con diabetes y DCI con neuropatía autonómica diabética.

### Limitaciones del estudio

Hay varias limitaciones en el estudio. La ausencia de datos metabólicos, la falta de medidas cardiovasculares adicionales, el efecto de diferentes composiciones de alimentos sobre la VFC, la medida de la capacidad de ejercicio ( $VO_2$  pico) y la ausencia de datos ecocardiográficos son las mayores limitaciones. Una de las dificultades enfrentadas por nuestro grupo de investigación es la falta de análisis de la VFC en el dominio de frecuencia. Nuestro laboratorio no estaba específicamente equipado para ese propósito, por tanto, no pudimos conducir el análisis de VFC por análisis espectral, que tiene mayor sensibilidad y especificidad. Sin embargo, la utilidad clínica de los hallazgos de la VFC desde los registros del electrocardiograma de corta duración es bien establecida<sup>46,47</sup>. La influencia del entrenamiento medicamentoso y su discontinuidad sobre la VFC se deberían tener en cuenta cuidadosamente. Por razones éticas, no discontinuamos el tratamiento por un período de tiempo extenso.

En conclusión, el estudio confirma que la VFC se reduce en pacientes con DCI que tienen diabetes y que esa disminución de la VFC es mayor en pacientes con neuropatía diabética, indicando un severo desequilibrio autonómico. La práctica regular de respiración diafrágica aumenta la VFC en controles normales y en pacientes con DCI y DM. Los datos observados deberían incentivar la práctica regular de respiración diafrágica como terapia no-farmacológica en pacientes con enfermedad cardíaca isquémica con o sin diabetes y neuropatía diabética, junto con el tratamiento usual. El objetivo del abordaje sería mantener un excelente equilibrio del sistema nervioso autonómico y regulación fisiológica de la frecuencia cardíaca. Ya que la respiración diafrágica es una actividad física fácil, segura y psicológicamente aceptable, consideramos este un hallazgo valioso y como los perfiles sociodemográficos de los pacientes en el presente estudio se asejaron a los de otros estudios internacionales, consideramos que el resultado del presente estudio se puede aplicar a otras poblaciones. Estudios futuros pueden ser necesarios para establecer los beneficios, a largo-plazo, de la respiración diafrágica sobre otros métodos establecidos de medición de la VFC en muestras mayores.

### Potencial Conflicto de Intereses

Declaro no haber conflicto de intereses pertinentes.

### Fuentes de Financiamiento

El presente estudio no tuvo fuentes de financiamiento externas.

### Vínculo Académico

No hay vínculo de este estudio a programas de post grado.

## Referencias

- Kristal Boneh E, Raifel M, Froom P, Ribak J. Heart rate variability in health and disease. *Scan J Work Environ Health*. 1995; 21:85-95.
- Pomeranz B, Macauley RJ, Caudill MA, Kutz I, Adam D, Gordon D. Assessment of autonomic function in humans by heart rate spectral analysis. *Am J Physiol*. 1985; 248: H151-H153.
- Tsuji H, Venditti FJ, Manders ES. Reduced heart rate variability and mortality risk in an elderly cohort. The Framingham Heart Study. *Circulation*. 1994; 90: 878-83.
- Huikuri HV, Makikallio TH. Heart rate variability in ischemic heart disease. *Auton Neurosci*. 2001; 90 (1-2): 95-101.
- Rich MW, Saini JS, Kleiger RE, Carney RM, Te Velde A, Freedland KE. Correlation of heart rate variability with clinical and angiographic variables and late mortality after coronary angiography. *Am J Cardiol*. 1988; 62: 714-7.
- Hayano J, Sakakibara Y, Yamada M, Ohte N, Fuginami T, Yokoyama K, et al. Decreased magnitude of heart rate spectral components in coronary artery disease: its relation to angiographic severity. *Circulation*. 1990; 81 (4): 1217-24.
- Vardas PE, Kochiadakis GE, Manios EG, Kanoupakis EM, Zouridakis EG, Chlouverakis G. Spectral analysis of heart rate variability before and during episodes of nocturnal ischemia in patients with extensive coronary artery disease. *Eur Heart J*. 1996; 17: 383-93.
- Al Hazimi A, Al Ama N, Syiamic A, Qosti R, Abdel Galil K. Time domain analysis of heart rate variability in diabetic patients with and without autonomic neuropathy. *Ann Saudi Med*. 2002; 22 (5-6): 400-3.
- Masaoka S, Lev-Ran A, Hill LR, Vakil G, Hon EH. Heart rate variability in diabetes; relationship to age and duration of the disease. *Diabetes Care*. 1985; 8: 64-8.
- Kamath MV, Fallen EL. Power spectral analysis of heart rate variability; a non invasive signature of cardiac autonomic function. *Crit Rev Biomed Eng*. 1993; 1: 245-311.
- Kitney RI, Byrne S, Edmonds ME, Watkins PJ, Roberts VC. Heart rate variability in the assessment of autonomic diabetic neuropathy. *Automedica*. 1982; 4: 155-67.
- Stein PK, Kleiger RE. Insights from the study of heart rate variability. *Ann Rev Med*. 1999; 50: 249-61.
- Sipinakova J, Hahn G. Effect of respiration and posture on heart rate variability. *Physiol Res*. 1997; 46: 173-9.
- Pinheiro CHJ, Medeiros RAR, Pinheiro DGM, Marinho MJF. Spontaneous respiratory modulation improves cardiovascular control in essential hypertension. *Arq Bras Cardiol*. 2007; 88 (6): 576-83.
- Joseph CN, Porta C, Casucci G, Casiraghi N, Maffei M, Rossi M, et al. Slow breathing improves arterial baroreflex sensitivity and decreases blood pressure in essential hypertension. *Hypertension*. 2005; 46: 714-8.
- Pepper E, Crane-Gockley V. Towards effortless breathing. *Medical Psychotherapy*. 1990; 3: 135-40.
- Boyer BA, Poppen R. Effects of abdominal and thoracic breathing on multiple site electromyography and peripheral skin temperature. *Percept Mot Skills*. 1995; 81: 3-14.
- Grossman E, Grossman A, Schein MH, Zimlichman R, Gavish B. Breathing control lowers blood pressure. *J Hum Hypertens*. 2001; 15: 263-9.
- American Diabetes Association and American Academy of Neurology. Proceedings of a consensus development conference on standardized measures in diabetic neuropathy. *Diabetes Care*. 1992; 15 (Suppl. 3): 1080-107.
- May O, Arildsen H. Assessing cardiovascular autonomic neuropathy in diabetes mellitus. How many tests to use? *Journal of Diabetes and Its Complications*. 2000; 14: 7-12.
- Katz A, Liberty IF, Porath A, Ovsyshcher I, Prystowsky EN. A simple bedside test of one minute heart rate variability during deep breathing as a prognostic index after myocardial infarction. *Am Heart J*. 1999; 138 (1 Part 1): 32-8.
- Jagomagi K, Raamat R, Talts J, Lansimies E, Jurvelin J. Portapres and differential oscillometric finger blood pressure changes during deep breathing test in the assessment of BRS index. *Clin Physiol Function Imag*. 2003; 23: 9-13.
- Tamosiunaite M, Urbonaviciene G, Vainoras A, Gargasas G, Kaminskiene S, Bluzaitė I, et al. Influence of deep breathing on heart rate variability in patients with ischemic heart disease. *Elektronika ir Elektrotechnika*. 2005; 59: 33-6.
- Takase B, Kurita A, Noritake M, Uehata A, Maruyama T, Nagayoshi H, et al. Heart rate variability in patients with diabetes mellitus, ischemic heart disease and congestive heart failure. *J Electrocardiol*. 1992; 25: 79-8.
- Pfeifer MA, Weinberg CR, Cook CL, Reenan A, Halter JB, Ensinck JW, et al. Autonomic neural dysfunction in recently diagnosed diabetic subjects. *Diabetes Care*. 1984; 7: 447-53.
- Yan W, Zuo W, Lin Q. Evaluation of autonomic nervous function and heart rate variability and cardiovascular reflex tests in type II diabetes mellitus patients. *Zhonghua Nei Ke Za Zhi*. 2000; 39: 670-3.
- Pagani M, Malfatto G, Pierini S, Casati R, Masu AM, Poli M, et al. Spectral analysis of heart rate variability in the assessment of autonomic diabetic neuropathy. *J Auton Nerv Syst*. 1988; 23: 143-53.
- Barkai L, Madacsy L. Cardiovascular autonomic dysfunction in diabetes mellitus. *Arch Dis Child*. 1995; 73 (6): 515-8.
- Malliani A, Pagani M, Lombardi F, Cerutti S. Cardiovascular neural regulation explored in the frequency domain. *Circulation*. 1991; 84: 1482-92.
- Menezes Jr AS, Moreira HG, Daher MT. Análise da variabilidade da frequência cardíaca em pacientes hipertensos, antes e depois do tratamento com inibidores da enzima conversora da angiotensina II. *Arq Bras Cardiol*. 2004; 83 (2):165-8.
- Bernardi L, Spadacini G, Bellwon J. Effect of breathing rate on oxygen saturation and exercise performance in chronic heart failure. *Lancet*. 1998; 351: 1308-11.
- Van Dixhoorn J. Favorable effects of breathing and relaxation instructions in heart rehabilitation: a randomized 5-year follow-up study. *Ned Tijdschr Geneesk*. 1997; 141: 530-4.
- Montano N, Cogliati C, Porta A, Pagani M, Malliani A, Narkiewicz K, et al. Central vagotonic effects of atropine modulate spectral oscillations of sympathetic nerve activity. *Circulation*. 1998; 98: 1394-9.
- Bernardi L, Gabutti A, Porta C, Spicuzza L. Slow breathing reduces chemoreflex response to hypoxia and hypercapnia, and increases baroreflex sensitivity. *J Hypertens*. 2001; 19: 2221-9.
- Spicuzza L, Gabutti A, Porta C, Montano N, Bernardi L. Yoga and chemoreflex response to hypoxia and hypercapnia. *Lancet*. 2000; 356: 1495-6.
- Francis DP, Ponikowski P, Coats AJS. Chemoreflex-baroreflex interactions in cardiovascular disease. In: Bradley DT, Floras JS (eds). *Sleep apnea: implications in cardiovascular disease*. New York (NY): Dekker; 2000. p. 33-56.
- VanRooijen AJ, Rheedes P, Eales CJ, Becker PJ. Effect of exercise vs relaxation on HbA1C in black females with type 2 diabetes mellitus. *Q J Med*. 2004; 97: 343-51.
- Surwit RS, Feinglos MN, Van Tilburg MAL, Edwards CL, Zucker N, Williams P. Stress management improves long-term glycemic control in type 2 diabetes. *Diabetes Care*. 2002; 25: 30-4.
- Goso Y, Asanoi H, Ishise H, Kameyama T, Hirai T, Nozawa T. Respiratory modulation of muscle sympathetic nerve activity in patients with chronic heart failure. *Circulation*. 2001; 104: 418-23.
- Pepper E, Tibbetts V. Fifteen month follow up with asthmatics utilizing EMG incentive spirometer feedback. *Biofeedback and Self Regulation*. 1992; 17: 143-51.
- Surwit RS, Schneider MS. Role of stress in the etiology and treatment of diabetes mellitus. *Psychosom Med*. 1993; 55: 380-93.
- Lane JD, McCaskill CC, Ross SL, Feinglos MN, Surwit R. Relaxation training for NIDDM: predicting who may benefit. *Diabetes Care*. 1993; 16: 1087-94.
- Lustman PJ, Griffith LS, Clouse RE, Freedland KE, Eisen SA, Rubin EH, et al.

- 
- Effects of alprazolam on glucose regulation in diabetes: results of double-blind, placebo-controlled trial. *Diabetes Care*. 1995; 18: 1133-9.
44. Bradley C. Contributions of psychology to diabetes management. *Br J Clin Psychol*. 1994; 33: 11-21.
45. Aikens J, Kiolbasa TA, Sobel R. Psychological predictors of glycemic change with relaxation training in non-insulin-dependent diabetes mellitus. *Psychother Psychosom*. 1997; 66: 302-6.
46. Vinik AI, Maser RE, Mitchell BD, Freeman R. Diabetic autonomic neuropathy. *Diabetes Care*. 2003; 26: 1553-9.
47. Mackay JD, Page MM, Cambridge J, Watkins PJ. Diabetic autonomic neuropathy: the diagnostic value of heart rate monitoring. *Diabetologia*. 1980; 18: 471-8.