

M. Caufriez^{1,2,3}
J.C. Fernández⁴
G. Guignel⁵
A. Heimann⁵

¹ Universidad de Castilla- La Mancha (Toledo) España.

² Laboratorio de Fisiología ocupacional y del entorno de la Comunidad francesa de Bélgica (HEPHS_ISEK) Bruselas.

³ Université Libre de Bruxelles, Bélgica.

⁴ Universitat de les Illes Balears, Palma de Mallorca, España.

⁵ Haute Ecole Libre de Bruxelles, Bélgica.

Correspondencia:

Juan Carlos Fernández Domínguez
Manuel Borobia, 23 bjs.
07181 Portals Nous
Illes Balears. España
E-mail: jcarlos.fernandez@uib.es

Comparación de las variaciones de presión abdominal en medio acuático y aéreo durante la realización de cuatro ejercicios abdominales hipopresivos

Comparison between abdominal pressure variations in aquatic and aerial environment during four hipopressive gymnastic exercises

Fecha de recepción: 28/07/06

Aceptado para su publicación: 24/01/07

RESUMEN

Objetivo. Analizar los efectos de la inmersión sobre la presión abdominal, estableciendo la eficacia de la gimnasia abdominal hipopresiva (GAH) en medio acuático.

Material. Se ha utilizado un local provisto de una piscina.

La medición de las variaciones de presión abdominal se ha realizado mediante un manómetro conectado a un captor de presión ubicado en el recto.

Método. Estudio comparativo de las variaciones de presión abdominal obtenidas sobre 4 posturas: de pie,

La realización de las sesiones de gimnasia abdominal hipopresiva, así como los estudios posteriores se efectuaron en el gimnasio del ISEK y en una piscina dependiente del mismo.

ABSTRACT

Objective. To analyze the effects of submersion in abdominal pressure and determine the effectiveness of hipopressive gymnastic in aquatic environment.

Material. To carry out the analysis an indoor-pool was used. Measurements of abdominal pressure variations have been taken using a manometer connected to a pressure sensor located in the anus.

Method. Comparison between abdominal pressure variations obtained in four different positions: stand up, crouching, kneeling and quadrupedic position and in four different situations: aerial with and without typical corrective factors of hipopressive postures and submersed in the same situations.

The analysis has been carried out within a group of eighteen young women.

cuclillas, rodillas y cuadrupedia en 4 situaciones funcionales: al aire libre sin las correcciones propias de las posturas hipopresivas y con dichas correcciones y en inmersión, en esas mismas situaciones funcionales. El estudio se ha efectuado sobre un grupo de 18 mujeres jóvenes.

Resultados. Las diferencias de presión abdominal obtenidas han sido comparadas aplicando el test de Wilcoxon.

Hemos encontrado una disminución estadísticamente significativa de la presión abdominal en todas las posturas al aire libre sin correcciones hipopresivas con respecto a la posición de referencia. Estas diferencias se acentúan al aplicar las correcciones (sobre todo en cuadrupedia).

En el medio acuático observamos un aumento de la presión abdominal en todas las situaciones funcionales correspondiente a las variaciones de presión hidrostática del agua.

Conclusión. Realizar la GAH dentro del agua no ofrece ninguna ventaja significativa en términos cuantitativos en cuanto a la disminución de la presión abdominal. Sin embargo, el efecto generado por la presión hidrostática (con o sin ejercicio hipopresivo) a las profundidades utilizadas en el estudio sirve de ayuda para disminuir el tono y mejorar la movilidad de las cúpulas diafragmáticas.

PALABRAS CLAVE

Presión abdominal; Fisioterapia; Diafragma torácico; Presión hidrostática.

INTRODUCCIÓN

Hace más de 10 años, el Dr. Marcel Caufriez creó la gimnasia abdominal hipopresiva¹ (GAH), que se encuentra englobada dentro de las técnicas hipopresivas, que son técnicas posturales sistémicas que buscan la disminución de la presión intraabdominal.

Esta disminución de la presión intraabdominal tiene como objetivos: provocar una activación de las fibras musculares estriadas (sobre todo de las fibras tipo I) a ni-

Results. Variations in abdominal pressure have been compared using the Wilcoxon test.

It has been found a statistically significant decrease in abdominal pressure in each aerial position, without hipopressive corrective factors applied in relation to the reference position. These deviations become remarked with corrective factors applied (specially in quadrupedic position).

In acuatric enviroment, an increase of abdominal pressure has been detected in every functional situation, corresponding to hydrostatic pressure variation induced by water.

Conclusions. Acuatric Hipopressive Gymnastic offers no quantitative significant advantage attending to abdominal pressure decrease (in absolute values).

Nevertheless, hydrostatic pressure effect (with or without hipopressive exercise) at this specific depth results quite useful to reduce muscular tone and improve diaphragmatic domes mobility.

KEY WORDS

Abdominal pressure; Physiotherapy; Thoracic diaphragm; Hydrostatic pressure.

vel de los músculos del suelo pélvico y de la faja abdominal, con lo cual se consigue su tonificación; y también y de manera más general, conseguir la normalización de las tensiones intrínsecas de todas las estructuras musculoesqueléticas antagonistas a los mismos, es decir de todos los grandes grupos musculares esqueléticos. Además la práctica de este tipo de ejercicios también consigue una activación del sistema ortosimpático a nivel global (Caufriez M. Propédeutique en Rééducation Myostatique Hypopressive. Bruselas: I.N.K., 1999).

14 En sus inicios se creó con la intención de tonificar la faja abdominal durante el posparto con un carácter preventivo; dados los enormes perjuicios que se observó que suponía para el suelo pélvico la realización de la gimnasia posparto “clásica” o cualquier otro tipo de ejercicio físico intenso tras el parto^{2,3} (sobre todo en cuanto al riesgo de prolapso de los órganos pelvianos).

Por otro lado, sabemos que muy distintas civilizaciones a lo largo de la historia han extraído provecho de los beneficios del agua; bien con fines terapéuticos, de purificación o incluso simplemente de relajación.

Hoy en día, el hombre sigue utilizando el agua por sus numerosas ventajas y de hecho, diversos estudios científicos han sido llevados a cabo a fin de resaltar lo interesante de las propiedades físicas del agua⁴⁻⁷. Algunas de estas propiedades permiten establecer tratamientos adecuados para determinadas patologías en el campo de la fisioterapia⁸⁻¹⁰, de manera que en este trabajo hemos tratado de averiguar su posible utilidad en la reeducación fisioterápica de las disfunciones del suelo pélvico femenino.

En este campo concreto es muy interesante la presión hidrostática: se puede definir como aquella presión que se ejerce sobre toda la superficie de un cuerpo sumergido a través de los tejidos, lo que engendra un efecto de compresión. Esto podría tener un efecto beneficioso que derivaría del hecho de que esta presión extrínseca engendrada por el agua (presión hidrostática) se aplicaría sobre las paredes externas del espacio manométrico abdominal tendiendo a empujar al periné hacia arriba, a la faja abdominal hacia el interior, y también tendría una acción indirecta sobre el diafragma, de manera que las vísceras podrían ser reposicionadas hacia atrás sobre la columna lumbosacra y hacia arriba sobre el diafragma, lo que engendraría una sollicitación de las cúpulas de este último. Esto ocasionaría un cambio de posición de las mismas y por tanto también una relajación y una mejora de su movilidad. Esta presión actuaría igualmente sobre la respiración, favoreciendo la contracción de los músculos de la faja abdominal durante la espiración, así como la de otros músculos de manera más general^{11,12}.

Por último, según el principio de Arquímedes, en todo cuerpo sumergido se produce una disminución aparente del peso del cuerpo, disminuyendo por tanto igualmente el trabajo antigravitatorio de los músculos del tronco y

de los miembros inferiores lo que reduce el tono postural e induce una relajación muscular global incluyendo a los grandes grupos musculares esqueléticos.

Dentro de este contexto, el objetivo de nuestro trabajo es analizar el efecto de la inmersión sobre la variación de la presión abdominal en mujeres, ya que nuestro campo fundamental de actuación es la reeducación de las disfunciones del suelo pélvico femenino, en especial en el ámbito de la reeducación posparto. Para ello hemos contado con una muestra compuesta por 18 personas, y sobre ella, hemos tratado de establecer la mayor o menor eficacia de la GAH en medio acuático en relación a su realización al aire libre.

En dependencia de los resultados obtenidos la finalidad futura de este estudio será la mejor adaptación de los ejercicios hipopresivos al medio acuático.

MATERIAL Y MÉTODO

El presente trabajo es un estudio cuantitativo analítico de intervención.

Fue desarrollado en el Laboratorio de Fisiología Ocupacional y del Entorno de la Comunidad francesa de Bélgica (HEPHS_ISEK), ajustándose a la normativa local vigente sobre ensayos clínicos en seres humanos.

Las mediciones han sido efectuadas sobre 18 personas, de las cuales 17 son nulíparas y una es múltipara; tratándose exclusivamente de mujeres jóvenes, en las que la media de edad es de 23 años. La población testada constituye una muestra aleatoria; es decir, no ha sido predefinida de antemano, ya que se ha escogido a todas las personas que voluntariamente se han presentado para realizar el estudio; exceptuando a aquellas que cumplan alguno de los criterios de exclusión que citaremos más adelante.

Descripción del material

La práctica de los ejercicios y la toma de mediciones tuvo lugar en un local que se mantuvo a una temperatura constante de 25 °C y que está equipado con una piscina de un metro de profundidad donde el agua se mantuvo a 32 °C.

Las medidas de variación de la presión abdominal han sido registradas con un aparato manométrico con captor

de presión localizado en el recto que mide la presión interna del abdomen en milibares (mbar).

Para la toma de mediciones, se deben realizar los siguientes pasos:

1. Situar el captor de presión en el recto previamente exonerado y localizarlo a cierta distancia de los receptores barosensibles de la unión anorrectal (para evitar el tennesmo).
2. Realizar un "offset" (puesta a 0 del captor).
3. Medir las variaciones de presión (expresadas en mbar) sobre una escala de 100 mbar convencional.

Después de la instalación de la sonda, las mediciones son realizadas sobre 4 posturas diferentes (a fin de poder establecer una base de datos lo más fiable posible); primero al aire libre y después dentro del agua.

Con la finalidad de poder objetivar los resultados, la primera medición es realizada sin efectuar las correcciones posturales necesarias para lograr el efecto hipopresivo, y la segunda aplicando dichas correcciones.

Debemos tener en cuenta que los ejercicios en posturas hipopresivas no han sido enseñados de antemano, sino únicamente en el momento de su ejecución.

Descripción de las posturas

Las 4 posturas que hemos elegido para realizar los test son: ortostática (de pie), de cuclillas, de rodillas y en cuadrupedia.

Como ya hemos dicho, las variaciones de presión intraabdominal en estas posturas han sido estudiadas en distintas situaciones funcionales:

- Al aire libre, en reposo (sin correcciones hipopresivas).
- Al aire libre, con correcciones hipopresivas.
- Dentro del agua, en reposo.
- Dentro del agua con correcciones hipopresivas.

Posturas en reposo

- Postura ortostática en reposo: al aire libre y dentro del agua (fig. 1). Esta postura será la que nos servirá de referencia a lo largo de todo el estudio.



Fig. 1. Posturas ortostáticas en reposo: al aire libre y dentro del agua. En la posición de pie dentro del agua, el nivel de la misma es subpubiano.



Fig. 2. Postura cuadrupédica en reposo: al aire libre y dentro del agua. En la posición en cuadrupedia dentro del agua, el sujeto está en inmersión total dentro de la piscina de 1 m de profundidad. Lógicamente, y a fin de poder mantener la postura, el sujeto se encuentra en apnea respiratoria.

- Postura en cuclillas en reposo: al aire libre y dentro del agua. En la posición en cuclillas en inmersión, el agua debe llegar a nivel de los hombros, de manera que las mediciones de la variación de la presión abdominal se efectúan con la región abdominal (ombligo) situada a aproximadamente 45 cm de profundidad.

- Postura de rodillas en reposo: al aire libre y dentro del agua. En esta posición en inmersión, el nivel del agua también debe llegar a la altura de los hombros (en este caso la región umbilical se encuentra situada a aproximadamente 30 cm de profundidad).

- Postura cuadrupédica en reposo: al aire libre y dentro del agua (fig. 2). En esta posición dentro del agua la región abdominal del sujeto también se sitúa a aproximadamente 45 cm de profundidad).

16 Posturas hipopresivas¹

– Postura ortostática hipopresiva: al aire libre y dentro del agua (fig. 3).



Fig. 3. Posturas ortostáticas hipopresivas: al aire libre y dentro del agua. En el ejercicio hipopresivo en inmersión, el agua (al igual que en la posición de reposo), debe llegar a nivel subpubiano.



Fig. 4. Posturas en cuclillas hipopresivas: al aire libre y dentro del agua. En el ejercicio en inmersión, el nivel del agua es el mismo que utilizábamos para la posición de reposo, es decir, llega a la altura de los hombros.

Para conseguir el efecto hipopresivo en esta postura, el sujeto debe partir de la siguiente posición: pies paralelos, con las rodillas en extensión, con las manos situadas lateralmente a nivel de las crestas ilíacas sin apoyarse sobre las mismas, con las muñecas en flexión dorsal y dedos en extensión orientados hacia su tronco, con los codos flexionados y dirigidos hacia delante y con los hombros en rotación interna.

A partir de ahí, le pedimos al sujeto las siguientes adaptaciones posturales (correcciones hipopresivas): autoelongación, retropulsión de cabeza, flexión ligera de rodillas y contracción de los músculos serratos mayores mediante un empuje de los codos hacia el suelo en la prolongación del eje de los brazos. A continuación, manteniendo esta posición, el paciente debe llevar el conjunto tronco-pelvis hacia delante en un plano anterior al plano de referencia y mantener esta postura durante unos 10 s. Después, lentamente, debe volver a la posición de partida y relajarse.

A lo largo de la realización tanto de este ejercicio como de los siguientes hemos verificado la exactitud de las posturas y corregido en todo momento los errores que se han podido producir en la ejecución de los mismos.

– Postura en cuclillas hipopresiva: al aire libre y dentro del agua (fig. 4).

Para la corrección hipopresiva, el sujeto debe partir de la siguiente posición: en cuclillas, con pies paralelos y plantas de los pies apoyadas en el suelo y resto de parámetros idénticos al ejercicio precedente.

A partir de ahí se le piden al sujeto las siguientes correcciones suplementarias: realizar una autoelongación, retropulsión de cabeza y contracción del músculo serrato mayor. Dicha postura también debe ser mantenida unos 10 s.

– Postura de rodillas hipopresiva: al aire libre y dentro del agua (fig. 5).

La postura de partida es de rodillas y para conseguir el efecto hipopresivo se realiza el mismo tipo de correcciones que en los ejercicios precedentes.

El sujeto también debe realizar el mismo tipo de correcciones suplementarias que en el ejercicio anterior, pero añadiendo simultáneamente una anteriorización del conjunto tronco-pelvis hacia delante (similar a la

realizada en el primer ejercicio). Esta postura debe ser mantenida unos 15 s.

– Postura en cuadrupedia hipopresiva: al aire libre y dentro del agua (fig. 6).

En el ejercicio hipopresivo en cuadrupedia, debemos partir de una posición con manos apoyadas sobre el suelo por delante de los hombros, con muñecas colocadas en flexión dorsal y dedos en extensión dirigidos hacia la cara, con codos flexionados a 90° y dirigidos hacia fuera y adelante, con cabeza colgando, y con rodillas flexionadas a 90°, tobillos en flexión dorsal y dedos de los pies en apoyo plantar.

A partir de ahí, el sujeto debe efectuar las correcciones habituales: contracción de los serratos mayores, anteriorización del conjunto tronco-pelvis manteniendo la espalda recta, y además debe aumentar la flexión de codos y extender las rodillas a aproximadamente 130°. Esta postura debe mantenerse unos 15 s y después debe relajarse lentamente.

Criterios de exclusión

Únicamente los determinados por las contraindicaciones formales:

- Propias de la GAH¹³ (hipertensión arterial no tratada farmacológicamente, mujer gestante).
- Propias de la hidroterapia^{8,14}:

a) Relativas al estado del paciente (afecciones agudas, afecciones intercurrentes que prohíban los esfuerzos físicos, p. ej., insuficiencia cardíaca no compensada, senilidad, algunas afecciones muy evolucionadas del aparato locomotor, p. ej., de tipo neurológico).

b) Relativas a las cualidades propias del agua (enfermedades infecciosas, ciertos perfiles psicológicos, etc.).

Criterios de inclusión

No ha habido criterios de inclusión específicos para poder participar en el estudio, pero dado que se ha realizado dentro del ámbito universitario, podemos observar que en todos los casos se trata de mujeres jóvenes (todas ellas menores de 28 años) y entre las que únicamente se encuentra una mujer con antecedentes obstétricos.



Fig. 5. Posturas de rodillas hipopresivas: al aire libre y dentro del agua. En el medio acuático, el nivel del agua es idéntico al de la posición de reposo.



Fig. 6. Posturas en cuadrupedia hipopresivas: al aire libre y dentro del agua. En este ejercicio el sujeto está en inmersión total, en las mismas condiciones vistas en la figura 2.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La postura de pie sin correcciones hipopresivas al aire libre servirá como posición de referencia (posición 0) para la toma de mediciones en cada sujeto. Debemos tener en cuenta que entre las mediciones de la variación de presión abdominal en las posturas de pie dentro y fuera del agua no se ha registrado ninguna variación significativa, dado que el nivel del agua en esta posición es subpubiano.

Esta referencia permite realizar un estudio comparativo de las variaciones de presión abdominal obtenidas en función del cambio tanto de posturas como de medio en el que se realizan.

18 Para poder comparar las diferencias de presión obtenidas y saber si resultan o no significativas con respecto a la posición de referencia hemos aplicado el test de Wilcoxon.

Al aire libre sin correcciones hipopresivas (tabla 1)

Los resultados nos muestran que las variaciones de presión registradas en las diferentes posturas con respecto a la posición de referencia son estadísticamente significativas: en cuclillas se produce una caída de la presión en el 95 % de los casos (de -1,7 mbar de media), de rodillas en el 97 % (de -1,6 mbar de media) y en cuadrupedia en el 100 % de casos (de -30,8 mbar de media).

Estos resultados reflejan la existencia de una relación entre la presión intraabdominal y la posición del sujeto: en efecto, la presión abdominal parece disminuir en las diferentes posiciones en relación al descenso del centro de gravedad del cuerpo.

Para explicar esto, debemos tener en cuenta que la presión abdominal en reposo va a depender de: la resistencia las vías aéreas al flujo de aire, de la fase respiratoria y también de la postura en que se encuentre el sujeto, ya que la modificación de la posición estática de la persona va a provocar una modificación de la actividad postural de las fibras musculares tipo I del diafragma torácico, siendo éste el responsable en último término de las variaciones cuantitativas de la presión abdominal^{15,16}.

Además podemos ver que esta disminución es mucho más acentuada en posición cuadrupédica, ya que en este caso, al fenómeno explicado anteriormente se añadiría el hecho de que la variación de presión abdominal en la misma persona también depende del propio peso de las vísceras, de manera que en la posición de pie las vísceras reposan sobre el suelo pélvico y están situadas dentro del espacio manométrico abdominal; mientras que en la posición cuadrupédica, reposan sobre la faja abdominal y están posicionadas hacia delante de dicho espacio manométrico. De esta forma, el periné está aligerado del peso de las vísceras y al haber menos peso, hay menos presión intraabdominal.

Al aire libre con posturas hipopresivas (tabla 2)

En este caso, los resultados también nos permiten afirmar que las variaciones de presión obtenidas son significativamente menores para todas las posturas hipopresivas (siempre con respecto a la posición de referencia): de pie se produce una disminución de la presión de -5,7 mbar de media (p = 0,001), en cuclillas la disminución es de -5 mbar de media (p = 0,02), de rodillas es de -5,9 mbar de media (p = 0,02) y en cuadrupedia es de -43,2 mbar de media (p = 0,000).

Observamos por tanto que se han generado, como cabía esperar, mayores diferencias en la disminución de la presión abdominal que en el caso anterior (con respecto a la posición de referencia).

Tabla 1. Resultados de presión abdominal obtenidos al aire libre sin correcciones hipopresivas

	Valores absolutos convencionales				Valores relativos			
	De pie (referencia)	En cuclillas	De rodillas	Cuadrupedia	De pie	En cuclillas	De rodillas	Cuadrupedia
Máximo	50	57	57	41	0	7	7	-9
Media	50	48,3	48,4	19,2	0	-1,7	-1,6	-30,8
Mínimo	50	40	40	-10	0	-10	-10	-60
Mediana	50	48	48	22,5				
Varianza	0	20,2	13,6	231,8				
DE	0	4,5	3,7	15,2				

DE: desviación estándar.

Tabla 2. Resultados de presión abdominal obtenidos al aire libre con posturas hipopresivas

	Valores absolutos convencionales					Valores relativos				
	Referencia	De pie	En cuclillas	De rodillas	Cuadrupedia	Referencia	De pie	En cuclillas	De rodillas	Cuadrupedia
Máximo	50	55	56	68	37	0	5	6	18	-13
Media	50	44,3	45	44,1	6,8	0	-5,7	-5	-5,9	-43,2
Mínimo	50	26	31	31	-25	0	-24	-19	-19	-75
Mediana	50	45	45,5	42	9,5					
Varianza	0	39	53,4	100,3	254,9					
DE	0	6,2	7,3	10	16					

DE: desviación estándar.

Tabla 3. Resultados de presión abdominal obtenidos dentro del agua sin correcciones hipopresivas

	Valores absolutos convencionales				Valores relativos			
	De pie (referencia)	En cuclillas	De rodillas	Cuadrupedia	Referencia	En cuclillas	De rodillas	Cuadrupedia
Máximo	50	97	94	96	0	47	44	46
Media	50	68,3	67	70,2	0	18,3	17	20,2
Mínimo	50	46	48	40	0	-4	-2	-10
Mediana	50	68	67	70,5				
Varianza	0	135,4	105	180,2				
DE	0	11,6	10,2	13,4				

DE: desviación estándar.

Si además comparamos los valores en las diferentes posturas con y sin correcciones hipopresivas, podemos observar que también obtenemos unas diferencias por término medio de -5,7 mbar en posición de pie, -3,2 mbar en cuclillas, -4,3 de rodillas y -12,4 en cuadrupedia. Esto se produce en todos los sujetos, incluso sin haber sido entrenados previamente en la realización de las correcciones hipopresivas.

Los efectos beneficiosos de la hipopresión abdominal se basan en la utilización de este fenómeno, que se explicaría por la teoría de la divergencia neurológica¹⁷. Basándose en ella; el Dr. Caufriez¹⁸ preconiza que la realización repetida de ejercicios abdominales hipopresivos produce una transferencia de tonicidad neurológica entre dos de los grandes grupos de músculos que constituyen el sistema somático. Esta transferencia de energía

daría origen a una normalización del tono muscular en ambos grupos, produciendo una especie de “trasvase de tonicidad” de las estructuras hipertónicas entre las que se encuentra el diafragma torácico (cuyo elevado tono es el principal responsable de la hiperpresión cuantitativa abdominal) hacia las estructuras habitualmente hipotónicas: serrato mayor, músculos del suelo pélvico y de la faja abdominal. Esto conduce a largo plazo a una disminución mantenida de la presión abdominal.

Dentro del agua sin posturas hipopresivas (tabla 3)

Los resultados estadísticos confirman que en todas las posiciones adoptadas dentro del agua sin correcciones hipopresivas, se engendra en el 100 % de los casos un aumento de la presión intraabdominal con res-

20 pecto a la posición de referencia: por término medio, estos aumentos son: en posición de cuclillas de +18,3 mbar, de rodillas de +17 mbar y en cuadrupedia de +20,2 mbar.

Estos aumentos también se producen con respecto a las mismas posturas realizadas fuera del agua (al comparar las medias de los valores absolutos).

Debemos recordar que el objetivo fundamental de este trabajo es analizar qué podría aportar el medio acuático a la gimnasia abdominal hipopresiva, dado los enormes beneficios terapéuticos que en numerosas ocasiones conlleva la aplicación de la hidroterapia en múltiples patologías y/o disfunciones.

De esta forma, si analizamos los resultados de las variaciones de presión abdominal *dentro de agua con respecto a fuera del agua* podemos afirmar que la inmersión en medio acuoso produce en todos los casos (es decir, en todas las posiciones estudiadas y con/sin correcciones hipopresivas) un aumento de la presión intraabdominal, el cual deriva de la presión hidrostática que se ejerce sobre las paredes externas del organismo. Debemos tener en cuenta que a cada metro de profundidad se produce un aumento de la presión (presión hidrostática) de un 10 % con respecto a la presión atmosférica (que es la única presión extrínseca que actúa cuando nos encontramos fuera del agua en reposo en las diferentes posiciones). De esta manera, a cada metro de profundidad la variación de presión sería de aproximadamente 100 mbar¹⁹.

Esta acción de la presión hidrostática explicaría el hecho de que *dentro del agua sin correcciones hipopresivas* se produzca un aumento de la presión abdominal en las tres posiciones que dependería de la profundidad a la que se sitúa la región abdominal en cada una de las posiciones.

Sin embargo, debemos hacer una serie de precisiones al respecto de esto: en la posición de cuclillas, la presión abdominal dependiente de la presión hidrostática sería de 45 mbar; sin embargo, en la realidad se objetiva un aumento de la presión abdominal de únicamente +18,3 mbar por término medio (con respecto a la posición de referencia). Esto es así porque en realidad el valor de presión abdominal para cada posición resulta de la suma de la presión (resistencia o tono) ejercido por el diafragma torácico (que como ya dijimos es el principal

responsable fuera del agua de las variaciones cuantitativas de la presión abdominal)²⁰ y de la propia presión hidrostática; de manera que esta diferencia de presión hallada entre la presión hidrostática y la presión abdominal medida en el interior del cuerpo (18,3 mbar – 45 mbar = –26,7 mbar) sería el reflejo de la resistencia (o tono) del diafragma torácico. Como podemos ver esta diferencia se sitúa en valores negativos en términos absolutos, lo cual implica que en realidad se produce una disminución de presión del mismo (o lo que es lo mismo un aumento del volumen torácico por ascenso de las cúpulas diafragmáticas, ya que debemos recordar que $P \square \text{vol} = \text{cte}$).

Esto mismo ocurre en las otras 2 posiciones estudiadas: en posición de rodillas, la diferencia de presión entre la presión hidrostática en esa posición (30 mbar) y la presión abdominal hallada (17 mbar) es de –13 mbar; lo que también implica una disminución de la presión (tono) del diafragma torácico. Por último en la posición de cuadrupedia, ocurre exactamente lo mismo (presión abdominal real 20,2 mbar – presión hidrostática 45 mbar = –24,8 mbar); es decir, también se produce una disminución del tono del diafragma.

Dentro del agua con posturas hipopresivas (tabla 4)

En esta última situación podemos observar que también se produce un aumento de la presión abdominal con respecto a la posición de referencia: en posición de cuclillas de +18,1 mbar, de rodillas +19,1 mbar y en cuadrupedia de +15,1 mbar.

Podemos ver que en cuadrupedia y en cuclillas se produce una disminución de los valores de la presión abdominal con respecto a la realización de las mismas posturas dentro del agua y sin correcciones hipopresivas (al igual que ocurría al aire libre); pero que sin embargo en este caso no es significativa (a diferencia de la realización de los mismos al aire libre).

Ahora bien, si seguimos el mismo razonamiento empleado anteriormente podemos concluir que en realidad se obtendría una disminución de la presión, lo que reflejaría un menor tono del diafragma torácico. De esta manera, en posición de cuclillas (presión abdominal real 18,1 mbar – presión hidrostática 45 mbar = –26,9 mbar);

Tabla 4. Resultados de presión abdominal obtenidos dentro del agua con correcciones hipopresivas

	Valores absolutos convencionales				Valores relativos			
	De pie (referencia)	En cuclillas	De rodillas	Cuadrupedia	Referencia	En cuclillas	De rodillas	Cuadrupedia
Máximo	50	93	86	100	0	43	36	50
Media	50	68,1	69,1	65,1	0	18,1	19,1	15,1
Mínimo	50	43	42	30	0	-7	-8	-20
Mediana	50	67	70	64				
Varianza	0	136,6	122,6	197,7				
DE	0	11,7	11,1	14,1				

*De pie dentro del agua con correcciones hipopresivas se obtienen los mismos valores que de pie fuera del agua con correcciones hipopresivas y por ello ya no se incluye en la tabla.

DE: desviación estándar.

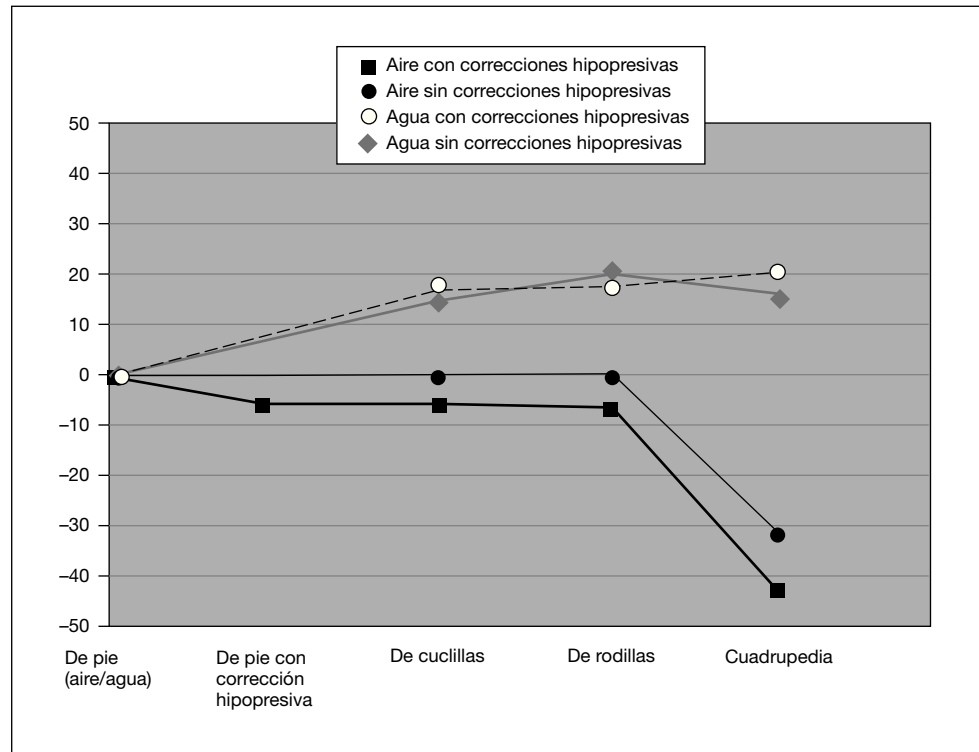


Fig. 7. Gráfica de los valores relativos de la presión abdominal con respecto a las posiciones de referencia (de pie) en las distintas situaciones funcionales propuestas.

de rodillas (19,1 mbar – 30 mbar = –10,9 mbar); y en cuadrupedia (15,1 mbar – 45 mbar = –29,9 mbar).

Podemos observar en la figura 7 un resumen de los resultados de las variaciones de presión abdominal en todas las situaciones funcionales propuestas.

Según estos resultados obtenidos (tabla 5) podemos afirmar que con respecto a la posición de referencia 0 (de pie fuera del agua), se obtiene una disminución del tono de las cúpulas diafragmáticas en todas las posiciones y en todos los medios (aéreo y acuoso).

Tabla 5. Valores cuantitativos de presión (expresados en mbar) que reflejan el tono del diafragma torácico con respecto a la posición de referencia (0) de pie fuera del agua

	Fuera del agua sin hipopresión	Dentro del agua sin hipopresión	Fuera del agua con hipopresión	Dentro del agua con hipopresión
En cuclillas	-1,7	-26,7	-5,9	-26,9
De rodillas	-1,6	-13	-5	-10,9
Cuadrupedia	-30,8	-24,8	-43,2	-29,9

Sin embargo, hay que hacer notar el hecho de que en las posiciones de rodillas y cuclillas la simple inmersión del cuerpo (a esta determinada profundidad) sin realizar ningún tipo de corrección produciría el mismo efecto que realizando dichas correcciones hipopresivas.

Sin embargo en la posición de cuadrupedia se observa que lo más eficaz para obtener un efecto beneficioso sobre el tono del diafragma es realizar ejercicios hipopresivos pero fuera del agua; lo cual creemos que posiblemente es debido a las dificultades de mantener una correcta postura hipopresiva en inmersión completa y sobre todo por el hecho de que en esa posición fuera del agua y al realizar las correcciones hipopresivas ya se alcanzan los umbrales máximos posibles de disminución de presión (porque ya no puede haber un reposicionamiento más elevado de las cúpulas diafragmáticas).

Con respecto al objetivo de nuestro estudio, podemos determinar que la simple inmersión en el agua sirve de gran ayuda para conseguir la relajación del diafragma torácico^{16,18} siendo muy cómodo y relajante para el paciente la utilización del medio acuático (excepto quizá para la posición de cuadrupedia por las razones que hemos aducido). Sin embargo no hay en principio ningún beneficio estadísticamente significativo en términos cuantitativos y a esa determinada profundidad entre hacer o no las correcciones hipopresivas.

Debemos añadir por último que la muestra de población utilizada es reducida y con unas características similares: jóvenes y nulíparas (excepto en un caso), por lo que resulta difícil extrapolar los resultados obtenidos. Por ello abogamos en el futuro por realizar estudios con

muestras de población mayores y más heterogéneas o bien centradas en aquellos grupos de población con mayores factores de riesgo de disfunción de la esfera uroginecológica, como por ejemplo, las mujeres en el parto.

CONCLUSIONES

En primer lugar debemos decir que los resultados de este estudio son difícilmente extrapolables, ya que han sido realizados sobre sujetos de edades muy similares y con una muestra de población muy pequeña.

Se constata que existen numerosas diferencias entre las diversas variaciones de presión registradas.

Las primeras series de medidas efectuadas (al aire libre y sin correcciones hipopresivas), muestran que el descenso de la presión abdominal está íntimamente relacionado con la posición del sujeto. En efecto, cuanto más cercana al suelo es la posición en que se coloca el sujeto, más desciende la presión intraabdominal, de manera que el descenso más acusado se produce particularmente en la posición cuadrupédica.

Además podemos constatar que la asociación de las posturas hipopresivas con las distintas posiciones del sujeto produce una caída todavía más importante de la presión abdominal, ocurriendo esto también de forma más acentuada en la posición cuadrupédica. Estos resultados se corresponden con los encontrados en nuestra práctica clínica diaria y de hecho en nuestro estudio podemos corroborar que esto es así en todos los sujetos, incluso sin entrenamiento previo.

Sin embargo, cuando el sujeto se coloca en las mismas posiciones utilizadas anteriormente pero dentro del agua (sin o con correcciones), se registra en todos los casos un importante aumento de la presión abdominal. Este aumento es debido a la acción de la presión hidrostática del agua, que sin embargo no es tan elevado como lo que cabría suponer a esa profundidad de inmersión: esto traduce un efecto enormemente beneficioso, ya que significa que la inmersión produce en todos los casos una notable disminución de la presión ejercida por el diafragma torácico.

También constatamos que al realizar las correcciones hipopresivas dentro del agua no se produce una

disminución estadísticamente significativa de la presión abdominal con respecto a las mismas posiciones sin realizar las citadas correcciones, con lo cual podemos afirmar que realizar la gimnasia hipopresiva dentro del agua a esa profundidad no resulta más útil

desde el punto de vista terapéutico que la simple inmersión. **23**

Sería interesante poder continuar los estudios de las variaciones de la presión abdominal a diferentes profundidades y con grupos de población más amplios.

BIBLIOGRAFÍA

1. Caufriez M. *Gymnastique abdominale hypopressive*. Bruselas: M.C. Editions; 1997.
2. Stadnicka G, Iwanowicz-Palus GJ. Urinary incontinence in pregnancy. *Wiadomosci Lekarskie*. 2004;57 Suppl 1:314-8.
3. Eliasson K, Nordlander I, Hammarstrom M, Mattsson E. Influence of physical activity on urinary leakage in primiparous women. *Scand J Med Sci Sports*. 2005;15:67-8.
4. Bartels EM, Lund H, Danneskiold-Samsoe B. Pool exercise therapy of rheumatoid arthritis. *Ugeskr Laeger*. 2001;163: 5507-13.
5. Prins J, Cutner D. Aquatic therapy in the rehabilitation of athletic injuries. *Clin Sports Med*. 1999;18:447-61.
6. Konlian C. Aquatic therapy: making a wave in the treatment of low back injuries. *Orthop Nurs*. 1999;18:11-8.
7. Giessler A. Physical properties of waters and their medical importance. *Arch Phys Ther*. 1957;9:81-103.
8. Pérez Fernández M. *Principios de hidroterapia y balneoterapia*. Madrid: McGraw Hill Interamericana; 2005.
9. Esnault M. *Rééducation dans l'eau*. Paris: Masson; 1991.
10. Grossiord A, Held JP. *Kinésithérapie, médecine en rééducation*. Paris: Ed Flammarion; 1981.
11. Huey L, Forster R. *Manual completo de ejercicios hidrodinámicos*. Buenos Aires: Paidotribo; 2003.
12. Plas F, Cossalter B. *Kinésithérapie, exercices dans l'eau, kinésithérapie active*. Paris: Masson; 1979.
13. Caufriez M. *Rééducation dans le cadre du postpartum*. Paris: ANAES; 2003.
14. Herisson CH, Simon L. *Hydrothérapie and kinésithérapie*. Paris: Masson; 1987.
15. Hodges PW, Gandevia SC. Activation of the human diaphragm during a repetitive postural task. *J Physiol*. 2000;522: 165-75.
16. Hodges PW, Butler JE, McKenzie DK, Gandevia SC. Contraction of the human diaphragm during rapid postural adjustments. *J Physiol*. 1997;505:539-48.
17. Shepard GM. *Neurobiology*. New York: Oxford University Press; 1983.
18. Caufriez M. *Cours de specialisation en neuromyostatique viscérale cephalo-abdomino-pelvienne: kinésithérapie et réadaptation viscérale uro-gynécologique*. Syllabus 2. Lessines: M.C. Editions; 2001.
19. White FM. *Mecánica de fluidos*. 5ª ed. Barcelona: McGraw-Hill Interamericana; 2004.
20. Caufriez M, Bleus JP, Ska D. *Contribution a l'analyse quantitative de la sangle abdominale*. Bruselas: AIRUG; 1996.