

G. Rodríguez Fuentes
R. Iglesias Santos

Bases físicas de la hidroterapia

Physical bases of hydrotherapy

Fisioterapeutas.
Profesores de la E. U.
de Fisioterapia de Pontevedra
Universidad de Vigo.

Correspondencia:
Gustavo R. Fuentes
E. U. de Fisioterapia
Campus A Xunqueira, s/n
36400 Pontevedra
E-mail: gfuentes@uvigo.es

RESUMEN

En este artículo hacemos un recorrido por los principios físicos que fundamentan la hidroterapia, así como por las implicaciones y aplicaciones prácticas de los mismos en nuestros Servicios de Hidroterapia.

PALABRAS CLAVE

Hidroterapia; Características fisicoquímicas del agua; Fisioterapia.

ABSTRACT

In this article we make a route by the physical principles that base the hydrotherapy, as well as by the practical implications and applications of such in our Services of Hydrotherapy.

KEY WORDS

Hydrotherapy; Water physicochemical characteristics; Physical therapy.

INTRODUCCIÓN

El presente artículo, tal como reza su título, versa sobre las bases físicas que fundamentan la hidroterapia y que le confieren al agua natural propiedades terapéuticas. Por ello el desarrollo de este artículo vendrá determinado por dos aspectos básicos: el primero, ver cuáles son esos principios físicos; el segundo, tan fundamental como el primero, ver cuáles son las implicaciones y aplicaciones prácticas de los mismos, es decir, cómo, por qué y para qué del uso de dichos principios en la práctica de la Fisioterapia. Finalmente también hablaremos de una serie de precauciones a tener presente debidas, precisamente, a la influencia de estos principios físicos.

HIDROTERAPIA

¿Qué entendemos por hidroterapia? Etimológicamente esta palabra viene de los términos griegos *hydor*, agua, y *therapeia*, terapia, curación a través de. Por tanto entendemos la *hidroterapia* como el empleo tópico o externo del agua con fines terapéuticos (uso de sus características mecánicas y térmicas).

Difiere de hidrología médica o crenoterapia y de la talasoterapia, en las cuales es fundamental el aporte de una energía química (aguas mineromedicinales y agua marina, respectivamente). Y de este apartado, el de las bases químicas, se habla en otros artículos de este monográfico, por lo que no vamos a entrar en él.

BASES FÍSICAS

En hidroterapia, por tanto, el agua logra sus efectos terapéuticos gracias a aportar al cuerpo una energía mecánica y/o térmica. Por ello nos encontramos que las propiedades terapéuticas del uso del agua en nuestros servicios de hidroterapia van a venir determinadas por:

- Principios mecánicos: factores hidrostáticos, hidrodinámicos e hidrocineéticos.
- Principios térmicos: aplicaciones calientes y frías.

A continuación pasamos a desarrollar cada uno de estos apartados, así como sus implicaciones terapéuticas.

15

PRINCIPIOS MECÁNICOS

Como acabamos de indicar, nos encontramos en la inmersión con:

Factores hidrostáticos

La *presión hidrostática* es la base del principio de flotación, de empuje o de Arquímedes. El agua ejerce una fuerza vertical hacia arriba a todo cuerpo sumergido en ella, denominada empuje, actuando sobre su centro de gravedad. Dicha fuerza de empuje equivale al peso de la columna del agua que está por encima de dicho cuerpo. Esta presión es la causante de que en el agua el cuerpo parezca que pesa menos y exista mayor facilidad para realizar los ejercicios (en el agua marina aún pesaría menos). Por lo dicho, la presión hidrostática es directamente proporcional a la densidad del líquido y la profundidad de la inmersión. Además, gracias a la flotación, el paciente realizará los ejercicios de carga con una reducción importante de su peso corporal (según la profundidad a la que trabaje), que le facilitará el ejercicio y lo hará con menos dolor.

La diferencia entre el empuje y el peso propio del cuerpo se denomina *peso aparente* (fig. 1). Éste varía en función de la respiración (en espiración forzada todos los cuerpos se hunden; en inspiración máxima la mayoría flotan) y otros factores, tales como sexo, edad, capacidad vital y densidad corporal.

Tampoco debemos olvidarnos del *factor de compresión* generado por la presión hidrostática del agua (según la ley de Pascal, la presión transmitida en un punto cualquiera del fluido se va a transmitir a todos los puntos del mismo). Esta compresión depende del peso específico del organismo, así como de la altura absoluta del nivel del agua que gravita sobre el mismo. Esta compresión afecta al sistema venoso, a las cavidades corporales y a los músculos, de tal forma que se puede llegar a una disminución del perímetro torácico (en caso de estar en posición vertical) de 1 a

Fig. 1. Esquema sobre la influencia en el valor del peso aparente el hecho de sumergirse en agua dulce o en agua del mar (tomando los valores de Kemoun y otros). Estos valores varían ligeramente según los autores.

3,5 cm y del abdominal de 2,5 a 6,5 cm, así como a cambios metabólicos por disminución del consumo de oxígeno, lo que se traduce en relajación muscular y disminución del tono.

Factores hidrodinámicos

Hacen referencia a los factores que facilitan o resisten el movimiento dentro del agua y cuyo adecuado uso nos permite una progresión en los ejercicios. Un cuerpo en movimiento dentro del agua sufre una resistencia (resistencia hidrodinámica) que se opone a su avance, la cual depende de varios factores: $R = K S \sin \alpha V^2$ (R es la resistencia hidrodinámica; K es una constante que depende de la naturaleza del medio; S es la superficie del cuerpo; α es el ángulo de ataque, y V, la velocidad). A nivel global hemos de decir que la resistencia del agua es 900 veces mayor que la resistencia que opone el aire al movimiento (Kemoun).

La *naturaleza del medio* es importante por cuatro factores. El primero de ellos es la *fuerza de cohesión intermolecular* del líquido, fuerza que entre las moléculas del agua es elevada, por lo que la resistencia que va a oponer es mayor.

El segundo, la *tensión superficial*. Es la que oponen las moléculas del líquido cuando tocan las de un gas o un sólido, evitando la atracción. Esta tensión molecular en la superficie de contacto hace que el agua ofrezca más resistencia al movimiento horizontal del cuerpo dentro del agua si éste está sólo parcialmente hundido que si está totalmente hundido, algo estudiado en natación de competición. Otra cosa importante es que esta tensión superficial disminuye con la elevación de la temperatura.

El tercer factor es la *viscosidad*. Es la resistencia de los líquidos a fluir por la fricción interna de sus moléculas. Así, cuanto más viscoso sea un líquido, más resistencia opondrá a un movimiento en él. El agua posee una escasa viscosidad, la cual disminuye si se incrementa la temperatura.

Finalmente tenemos la *densidad*. La del agua es muy baja en relación a otras sustancias. En general, la densidad descenderá según aumente la temperatura de la sustancia. Pero en el caso del agua, su densidad disminuye según suba o baje la temperatura de 3,98° C (por eso el hielo flota en el agua líquida).

Otros factores que influyen en la resistencia hidrodinámica son la *superficie del cuerpo*, el *ángulo de ataque* o de incidencia y la *velocidad* del desplazamiento.

Además, aparte de la resistencia hidrodinámica, también influirán en la resistencia al movimiento dentro del agua *las turbulencias y la inercia de la aspiración* generadas por dicho movimiento (fig. 2). Al

Fig. 2. Trabajo de la marcha en contra de la resistencia que ponen unos chorros subacuáticos. En la foto se observan las turbulencias que los chorros generan en el agua.

moverse un cuerpo dentro del agua se genera una diferencia de presiones, máxima en la parte anterior y mínima en la posterior, y el flujo de agua hacia atrás generará un fenómeno de depresión y aspiración que desencadena turbulencias que van a dificultar el cambio brusco de sentido del desplazamiento, dificultad que será mayor cuanto menos hidrodinámica sea la forma del cuerpo.

Las turbulencias también las podremos desencadenar mediante turbinas o chorros subacuáticos de aire o agua, lo cual permite graduar la resistencia al movimiento (entrenamiento de natación) y el trabajo muscular isométrico.

Factores hidrocinéticos

Éstos hacen referencia a usar el agua en función de un componente de presión, bien por aplicar una *proyección de agua contra el cuerpo* (duchas y chorros, en los que influye la presión del chorro del agua, el calibre y el ángulo de incidencia, tema que se verá en otro artículo de este monográfico), bien por una *agitación del agua*. Aquí el agua, aparte del efecto por presión, así como por la temperatura o la inmersión, va a ejercer un masaje sobre la superficie corporal.

APLICACIONES TERAPÉUTICAS DE LOS PRINCIPIOS MECÁNICOS

1. La flotación va a permitir:

- *Realizar ejercicio pasivo*, bien porque el fisioterapeuta realice el movimiento articular (el paciente está inmóvil, sujeto por flotadores o sobre una camilla o un asiento lastrados), bien gracias al uso de flotadores (los cuales, no debemos olvidarnos de ello, exigen un movimiento contra resistencia en sentido contrario).
- *Asistir el ejercicio*, reduciéndose el estrés sobre las articulaciones. El movimiento tendrá que ir en dirección a la superficie. Así, habrá mayor asistencia cuanto más largo sea el brazo de palanca, mayor asistencia si se usan dispositivos de flotación, pues aumenta el brazo de palanca y la fuerza de empuje es proporcional al volumen de

agua desplazado y menor asistencia con lastres. También es asistido si el movimiento se hace horizontal sobre la superficie del agua (en este caso el movimiento pasará a ser activo-resistido en cuanto aumentemos la velocidad del movimiento o coloquemos lastres).

- *Resistir el movimiento* para mejorar la fuerza muscular. El movimiento, inicialmente, se realiza en contra de la superficie. Tendremos, por ello, una mayor resistencia cuanto más largo sea el brazo de palanca, mayor resistencia si se añaden flotadores, palas o aletas a las extremidades, mayor resistencia cuanto más rápido sea el movimiento, mayor resistencia si se realizan movimientos en contra de chorros subacuáticos o se moviliza el agua con turbinas (forma de entrenamiento contra resistencia de nadadores), etc., y mayor resistencia cuanto más rápido cambiemos el sentido del desplazamiento (por las turbulencias) (fig. 3).
- 2. La inmersión ayuda a *mantener o restaurar la movilidad* de un segmento. Esto se debe al peso aparente y a la graduación progresiva de la carga de trabajo.
- 3. La inmersión también *mejora la propiocepción, el equilibrio y la coordinación*. La presión hidrostática, la resistencia hidrodinámica y la viscosidad son fuente de estímulos sensoriales

17

Fig. 3. Trabajo contrarresistido en hidroterapia (la fuerza externa es aplicada por la fisioterapeuta).

18

y el trabajo en inmersión mejora el equilibrio y la coordinación (ejemplo, marcha) y el trabajo de los mismos (aplicación de situaciones desequilibrantes o desarrollo de ejercicios de re-equilibración estática o dinámica).

4. *Mejora del estado psicológico y emocional del sujeto.* Se debe a que existe una mayor seguridad en el movimiento, así como una mayor movilidad con menos dolor. También influye la interrelación con otros pacientes y que sea casi un ambiente recreacional.
5. También *está facilitada la circulación de retorno*, en el caso de que el paciente esté sumergido en bipedestación, por la presión hidrostática.
6. La inmersión prolongada en agua termoindiferente genera *relajación muscular*. Si es excesivo en el tiempo, fatiga y cansancio.
7. También se puede emplear para la *reeducación respiratoria*, pues la presión hidrostática fortalece la musculatura inspiratoria.
8. Si se aplica agua a presión y/o se generan turbulencias alrededor del sujeto, además se produce un efecto de *masaje*, el cual será tanto más eficaz cuanto a mayor profundidad se aplique esa presión y/o esas turbulencias.

PRINCIPIOS TÉRMICOS

De los principios térmicos que se podrían señalar, cabe indicar que los fundamentales para la Fisioterapia son:

- El *calor específico* o la capacidad calorífica: cantidad de calor que es necesario aportar para que un gramo de masa de un cuerpo eleve un grado su temperatura. El agua presenta un alto calor específico, el cual es mínimo a 35° C, aumentando proporcionalmente según nos separemos de esa temperatura. Esto quiere decir que el agua mantiene bien su temperatura (almacena gran cantidad de calor y se enfría lentamente).
- La *conductividad térmica*: cantidad de calor en calorías que pasa en un segundo desde un foco situado a 1 cm a través de una lámina de sustancia de área unidad y espesor unidad, con un

gradiente de temperatura de 1° C entre ambas caras. El agua es buena conductora de calor, siendo la conductividad térmica del hielo cuatro veces superior a la del agua líquida (aunque no relacionado con esto, no debemos olvidar que el agua también es buen conductor eléctrico y sonoro).

El cuerpo humano propaga o pierde calor de cuatro formas: conducción, convección, radiación y evaporación. Cuando está en el agua, la energía térmica se intercambia mediante los dos primeros mecanismos, fundamentalmente la *convección* (la radiación y la evaporación sólo se dará en las zonas corporales no sumergidas).

La *conducción* es un intercambio de energía térmica por contacto físico entre dos superficies. Lo importante aquí es tener presente que la grasa actúa más como aislante que como conductor, por lo que:

- El calentamiento superficial por conducción será tanto menor cuanto mayor sea la composición grasa del cuerpo.
- A mayor cantidad de grasa, mayor dificultad para disipar calor, por lo que hay que tener mucho cuidado con los afectados por patología cardíaca o vascular periférica, en los que no funcionan correctamente los mecanismos fisiológicos convectivos de disipación de calor (se podría incrementar a niveles peligrosos la temperatura corporal).

La *convección* es el proceso de transferencia térmica que presentan especialmente líquidos y gases, desplazándose las partes del líquido más calientes a las más frías. El poder de transferencia térmica del agua es 25 veces superior al del aire, y esta transferencia dependerá de:

- La diferencia de temperaturas entre piel y agua.
- La superficie de intercambio.
- El coeficiente de convección, que depende de, entre otras cosas, la velocidad de desplazamiento relativo entre el cuerpo y el agua (el desplazamiento aumenta la transferencia térmica, y más cuanto más rápido se haga) y la presión (a mayor profundidad de inmersión, habrá mayor transferencia térmica por convección).

La convección, por tanto, va a ser muy importante tanto en el calentamiento como en el enfriamiento del cuerpo. Por ello, cuidado con pacientes cardíacos o vasculares periféricos.

Los efectos biofísicos térmicos de la hidroterapia van a depender, además, de otros factores a mayores:

- El estímulo térmico será tanto mayor cuanto más separe de la temperatura indiferente (existen diferencias a la hora de considerar cuál es la temperatura indiferente: unos indican que entre 34-36° C, otros entre 31-33° C). Esta temperatura indiferente hace referencia a la temperatura que debe tener el agua para que no se pongan en marcha los mecanismos de termorregulación del paciente, tanto para disipar como para generar calor.
- Las extremidades tienen menor capacidad de adaptación a los cambios térmicos. Por eso para modificar la temperatura corporal es mejor incidir a nivel de tronco.
- A mayor superficie de aplicación, mayor efecto térmico.
- A mayor tiempo de aplicación, mayor efecto térmico.
- También influyen las características de los tejidos y la sensibilidad del sujeto.

APLICACIONES TERAPÉUTICAS DE LOS PRINCIPIOS TÉRMICOS

Las aplicaciones terapéuticas del agua en función de los principios térmicos van a venir determinadas por los efectos fisiológicos desencadenados bien por el agua caliente (que está por encima de la temperatura indiferente), bien por el agua fría (que está por debajo de dicha temperatura indiferente).

Inicialmente hemos de comentar que las reacciones generales ante estímulos térmicos hidroterápicos son los siguientes: se genera un aumento de la tensión arterial, la frecuencia cardíaca y respiratoria y del volumen minuto, y, según aumenta la temperatura de la superficie corporal y pasa el tiempo, desciende la tensión arterial, algo que se nota sobre todo al salir del baño.

Pasando ya al punto de los efectos fisiológicos desencadenados, nos encontramos que, como agente calorífico, la hidroterapia implicará:

- *Analgesia*, pues el calor aumenta el umbral de sensibilidad de los nociceptores y disminuye la velocidad de conducción nerviosa y la contractura muscular. También influye a través de la teoría de Melzack y Wall, bien por la sensación térmica o por añadir una estimulación mecánica (baños de remolino y técnicas de hidromasaje).
- *Aumento de la temperatura local y vasodilatación*. El calor generará un aumento de la temperatura corporal entre 0,5 y 3° C, aumentando, asimismo, las funciones orgánicas (*ojo en mujeres embarazadas* en no sobrepasar los 38,9° C, límite de seguridad para el feto (Meijide et al, 1998, p. 349)). El aumento de temperatura generará disminución progresiva del tono muscular e hiperemia, mejorará la nutrición y aumentará los procesos de reparación tisular. Como también permite la pérdida de calor y disminuye la velocidad sanguínea, *ojo en caso de pacientes con insuficiencia venosa*. En caso de querer el efecto térmico del agua, las aplicaciones suelen durar unos 20 minutos. Normalmente cuando se hace hidrocinesiterapia se mantiene el agua en torno a los 35-36° C. Generalmente por encima de los 36,5° C no es muy recomendable para ejercicios debido a la elevada exageración de la temperatura corporal, desencadenando reacciones de congestión, hipotensión y exudación de líquidos.
- *Efecto sedante*, con aplicaciones calientes próximas a la temperatura indiferente y durante un largo período de tiempo. Sin embargo, *aplicaciones muy calientes de corta duración* generan efectos opuestos: insomnio, excitación (*si son largas*, sensación de bienestar, pero cuidado, porque si nos excedemos de tiempo generan fatiga).
- *Efecto antiespasmódico*. Afecta tanto a la musculatura estriada como a la lisa de órganos y vísceras internas, produciéndose una disminución del tono muscular, lo cual facilitará la movilización.
- *Efectos sobre el tejido conjuntivo*. Aumenta su elasticidad, por lo ayuda a disminuir las rigideces articulares y periarticulares en los reumatismos, sobre todo si están cubiertas de poco tejido blando.

20 Por otra parte, cuando se utiliza *agua a temperatura por debajo de la indiferente* (teniendo en cuenta, además, que normalmente se usa en aplicaciones parciales o de contraste) las aplicaciones van a perseguir la consecución de:

- *Disminución de la temperatura, vasoconstricción tisular y escalofrío térmico.* En personas delgadas se necesita aplicar menos tiempo y tiene un mayor efecto la aplicación fría. Además, demasiado tiempo de frío retrasa el proceso de cicatrización y está contraindicado su uso en pacientes con afectación arterial o venosa, por desencadenar espasmo vascular o estancamiento venoso, o en aquellos que tienen frío.
- *Analgesia y relajación muscular.* El frío disminuye la excitabilidad de las terminaciones nerviosas libres, aumenta el umbral del dolor y reduce el espasmo muscular, de ahí su uso en pacientes hemipléjicos, parapléjicos y con esclerosis múltiple (*ojo con el escalofrío térmico*, que desencadena justo lo contrario).

PRECAUCIONES

No quisiéramos terminar este artículo sin una serie de consideraciones que debiéramos tener presentes cuando realizamos un tratamiento de hidroterapia para, en la medida de lo posible, evitar los posibles efectos perniciosos correspondientes. Obviamente, las precauciones que vamos a citar sólo van a ser aquellas relacionadas con los principios físicos tratados en el presente artículo. Así:

- *Pacientes cardíacos (insuficiencia cardíaca o coronaria, HTA), pacientes con patología vascular periférica y pacientes respiratorios.* En estos casos estos pacientes engrosarán la lista de *contraindicaciones absolutas* siempre que las alteraciones sean graves, estén mal controladas, estén en fase no estable y la capacidad vital sea menor de 1.500 ml. Si no es el caso, hay que ir aumentando progresivamente el tiempo de tratamiento, hacer una progresión de los ejercicios y un control de los pacientes (antes, durante y después del tratamiento).

- *Pacientes que conlleven una contaminación del agua o que transmitan una enfermedad infecciosa.* Son una contraindicación absoluta en piscinas colectivas, pero pueden usar tanques individuales.
- Con *mujeres embarazadas* mejor que no sobrepase el agua los 37,8° C.
- Como la temperatura corporal, sobre todo en la hidrocinesiterapia, va a aumentar, hay que tener presente que la *grasa* dificulta la disipación de calor, por lo que hay que tener cuidado con personas obesas y con patología cardíaca (por no funcionar correctamente los mecanismos termorreguladores) o vascular periférica (disminuye la velocidad sanguínea, que implica una concentración de sangre a nivel de los miembros inferiores; si está en bipedestación, aumentando el cuadro).
- Según aumenta la temperatura de la superficie corporal y pasa tiempo, se produce una vasoconstricción interna y una *disminución de la tensión arterial* (cuidado al salir del baño o piscina, pues el paciente puede marearse y caerse).
- Tener en cuenta la *termosensibilidad del paciente*.
- Aparte de lo indicado, nos encontramos con una serie de dificultades a la hora de la hidrocinesiterapia, tales como:
 - Conseguir el aislamiento de un movimiento determinado.
 - Fijar pacientes con deficiencias importantes.
 - El fisioterapeuta, si permanece más de media hora seguida dentro del agua trabajando con los pacientes, debe evitar el agotamiento por pérdida de líquidos (debe ingerir líquidos) y tener en cuenta la hipotensión arterial que va a sufrir.

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento tanto a los pacientes como a nuestra compañera María Soledad González Prieto (Clínica Fátima, Vigo) por su «disponibilidad fotográfica».

- Aramburu de Vega C. Hidroterapia. En: Aramburu de Vega C, Muñoz Díaz E, Igual Camacho C, editores. Electroterapia, termoterapia e hidroterapia. Madrid: Síntesis; 1998. p. 261-73.
- Arnould-Taylor W. Arnould-Taylor's Principles and Practice of Physical Therapy. 4.^a ed. London: Stanley Thornes; 1997.
- Arroyo Rodríguez-Navas AR, Rellán Ramos E, Domínguez Táboas L. Hidrocinesiterapia en las artrosis de los miembros inferiores. Cuestiones de Fisioterapia 1997;5:59-66.
- Badelon BF, Margery V, Lemaitre D, Chauvel F. La kinébalnéothérapie dans la lombosciatique. En: Herisson Ch, Simon L, editores. Hydrothérapie et kinébalnéothérapie. París: Masson; 1987. p. 57-68.
- Bates A, Hanson N. Aquatic exercise therapy. Philadelphia: Saunders Company; 1996.
- Becker BE, Cole AJ. Comprehensive aquatic therapy. Newton: Butterworth-Heinemann; 1997.
- Brun V, Codine P. Hydrothérapie, proprioception et troubles de l'équilibre et de la coordination. En: Herisson Ch, Simon L, editores. Hydrothérapie et kinébalnéothérapie. París: Masson; 1987. p. 46-56.
- Cromer AH. Física para las ciencias de la vida. 2.^a ed. Barcelona: Reverté; 1994.
- Davies B, Harrison R. Hydrotherapy in Practice. Edimbur: Churchill-Livingstone; 1988.
- De Pedraza Velasco ML, Miangolarra Page JC, Dias Soares OD, Rodríguez Rodríguez LP. Física aplicada a las ciencias de la salud. Barcelona: Masson; 2000.
- Esnault M. Rééducation dans l'eau. París: Masson; 1988.
- Galcerán Montaña I. Tratamiento acuático de las lesiones del hombro en deportistas. Fisioterapia 2001;23(MN 1):38-48.
- Hérison Ch et Simon L. Hydrothérapie et kinébalnéothérapie. París: Masson; 1987. p. 1-56.
- Jardí Pinyol C. Movernos en el agua. 2.^a ed. Barcelona: Paidotribo; 1998.
- Kane JW, Sterheim MM. Física. 2.^a ed. Barcelona: Reverté; 1992.
- Kemoun G, Durlent V, Vezirian T, Talman C. Hidrokinesiterapia. Encicl Med Quir, Kinesiterapia, 26-140-A-10.
- Meijide Faílde R, Rodríguez-Villamil Fernández JL, Teijeiro Vidal J. Hidroterapia. En: Martínez Morillo M, Pastor Vega JM, Sendra Portero F, editores. Manual de Medicina Física. Madrid: Harcourt Brace de España; 1998. p. 335-57.
- Meijide Faílde R, Rodríguez-Villamil Fernández JL, Teijeiro Vidal J. Técnicas hidroterápicas. En: Martínez Morillo M, Pastor Vega JM, Sendra Portero F, editores. Manual de Medicina Física. Madrid: Harcourt Brace de España; 1998. p. 358-76.
- Orosia Lucha López M, Tricás Moreno JM, Domínguez Oliván P, Jiménez Lasanta AI, García Rivas B, Herranz F. Hidrocinesiterapia en enfermos respiratorios. Cuestiones de Fisioterapia 1999; 11:19-39.
- Ortoño Ortín M. Física para Biología, Medicina, Veterinaria y Farmacia. Barcelona: Crítica; 1996.
- Reid Campion M, editor. Hydrotherapy: principles and practice. Oxford: Butterworth-Heinemann; 1997.
- Viñas F. La curación por el agua. Hidroterapia. 4.^a ed. Barcelona: Oasis; 1994.
- Zaragoza Ruvira C. Bases físicas de la hidroterapia. En: Aramburu de Vega C, Muñoz Díaz E, Igual Camacho C, editores. Electroterapia, termoterapia e hidroterapia. Madrid: Síntesis; 1998. p. 255-60.
- Zarza Stuyck A. Técnicas de ejercicios en el agua. En: Aramburu de Vega C, Muñoz Díaz E, Igual Camacho C, editores. Electroterapia, termoterapia e hidroterapia. Madrid: Síntesis; 1998. p. 274-85.