

淡江體育學刊 第十九期

2016 年，19，P.64-73

# 水中跑步機對於改善健康與訓練效益之應用探討

張建淳 /國立體育大學運動科學研究所

黃啟彰 /國立體育大學運動科學研究所

## 摘要

近年來，水中訓練應用概念已越來越普及，不論在一般民眾、超重、老人、運動員皆有利用其治療或復健訓練的一種模式。依據水為基礎的運動訓練，如深水位跑步和水中跑步機跑步已被證實可有效替代陸上的有氧運動，以及促進有氧運動適能。水中跑步機之所以被接受，其因在水中跑步的重複性壓力降低和減少下肢肌肉骨骼之負荷。水中跑步機的發明一般應用於運動訓練和物理治療，並且具體將跑步機設備安裝至水中，能使訓練者利用水的浮力效果，在水中進行健走、慢跑、跑步運動。因此，水中跑步機的發明提供另一種運動訓練方式，其中保留許多慢跑訓練的益處，也避免在陸上跑步機與環境和物理條件的不利影響。

**關鍵詞：**水中跑步機、健康效益、運動訓練

通訊作者：黃啟彰 Email : john5523@ntsu.edu.tw

## 壹、前言

有關於健康問題的慢性疾病如；心血管疾病、肥胖症、糖尿病和高血壓的罹患率已經到流行的程度 (Centers for Disease Control and Prevention [CDC]. 2011)。而運動訓練最被推薦為治療慢性疾病方式之一 (Franklin, & Fagard, 2004)。近年來，以水中的運動訓練方式正廣泛的研究，在一般情況之下作為高齡、肥胖與運動選手治療或是復健訓練模式 (Jadelis, Miller, Ettinger, & Messier, 2001; Wang, Belza, Elaine Thompson, Whitney, & Bennett, 2007)。水中運動係利用水的浮力、壓力、慣性，從熟悉水性到治療性的運動計畫，不但益於身體活動、增強心肺適能，更能夠從運動中建立自信心 (武而謨、周文博，1993)。透過水的流體靜力學和流體力學原理方式可以幫助訓練，從水獨特性，包括保暖、預防及緩解肌肉疼痛和痙攣，因水中浮力而減小關節負荷下，更有利於訓練的進行 (Foley, Halbert, Hewitt, & Crotty, 2003 ; Silva et al., 2008)。過去已有研究指出水中訓練有助於治療骨關節炎效果 (Bressel, , Wing, Miller, & Dolny, 2014)。此外更有研究證明水中跑步機可達到降低血壓，改善血管擴張能力 (Lambert et al., 2014)。然而有關水中的跑步訓練研究，例如：深水位跑步與水中跑步機訓練，皆證明可以有效的替代陸上有氧運動達到增進有氧能力 (Bennell, & Hinman, 2011; Bocalini, Serra, Murad, & Levy, 2008 ; Greene et al., 2009)。然而研究比較水中與陸地跑步機相同訓練處方後發現，兩者皆有增加有氧代謝能力與減少脂肪量，但在水中跑步機訓練部分有明顯的腿部肌肉量增加 (Lambert et al., 2015)。因水中為側向的阻力促使骨骼肌活化與路上跑步機為垂直負荷有所差異 (Wilk, & Joyner, 2014)。而本文針對研究水中跑步機訓練所改善之身體活動能力與疾病健康問題加以探討。

## 貳、水中運動跑步機介紹

水中運動為一種高需氧的運動，過去許多研究已證實水中有助於關節疾病與高血壓患者 (Nualnim et al 2012)。且水中健身也有利於肥胖患者增進活動能力，因有利於關節活動保護可增加身體活動有效地實現理想體重與健康目標

(Nuttamonwarakul, Amatyakul, & Suksom, 2012)。透過國際知名醫學期刊文獻索引資料庫 PubMed 有關於水中運動的研究刊登數量得知，從 2005 年到 2015 年，以水中運動 Aquatic Exercise (圖 1) 為主題的發表量從 21 篇成長至 102 篇，顯見有關水中運動主題之主題受到國際間社群重視的程度。

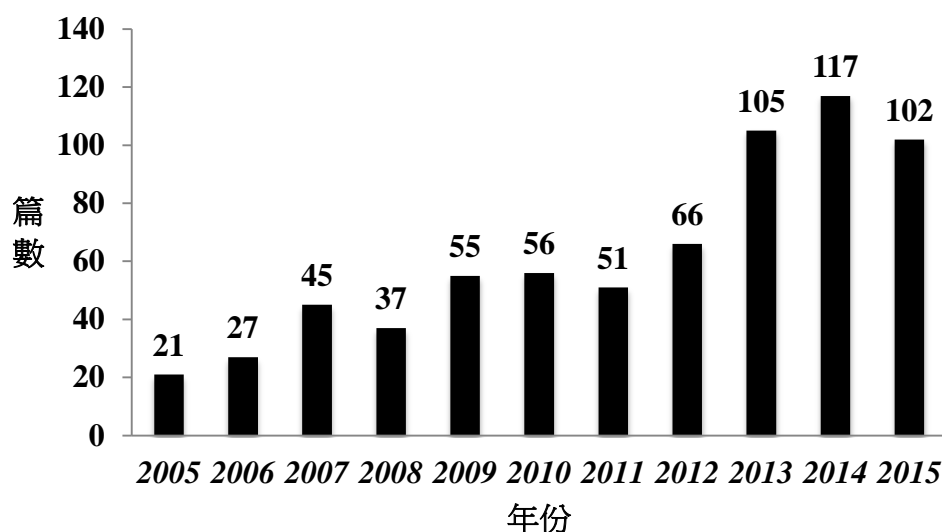


圖 1. 近十年 (2005-2015) 以水中運動為題所發表之論文數目分佈圖 (資料來源：PubMed 作者自行繪製)

近年來，因慢跑訓練的盛行，跑步機已廣泛成為接受度最高的運動與治療設備，不但可以調節速度和跑步機的阻力，以達到訓練所需之條件，同時不受限於惡劣的天氣與地形下運動 (Shafer, & White, 2000)。但同時亦有探討在跑步中所導致的運動傷害，尤其下肢骨骼關節部分，但其他相關的運動傷害之危險因素仍然沒有明確證實 (Saragiotto et al., 2014)。然而水中跑步機為一種訓練和物理治療設備，並具體的將跑步機結合水的特性為一種新穎和改善傳統陸上跑步機的水中跑步機設備，使訓練者利用浮力和在行走中的接受水包覆性的效果中慢跑或治療 (Hopkins, 1996)。水中跑步機設計為在水浴池中提供足夠容納一位成人半身的水量空間，給予水的浮力與包覆性，結合跑步機之馬達驅動跑步速度，以提供使用者訓練所需之負荷或阻力程度 (Miller, 1986; Hopkins, 1996)。水中跑步機的發明為運動器材導向，並且是更具體運動介入的訓練設備，這是過去慢跑訓練類型所未見的，並可減少慢跑所導致傷害的影響 (Miller, 1986)。基於水中訓練的

效益，利用水中跑步機（圖 2）訓練研究結果也證實可有效的替代陸上跑步機與有氧運動的效果（Brubaker, Ozemek, Gonzalez, Wiley, & Collins, 2011 ; Lambert et al., 2015）。

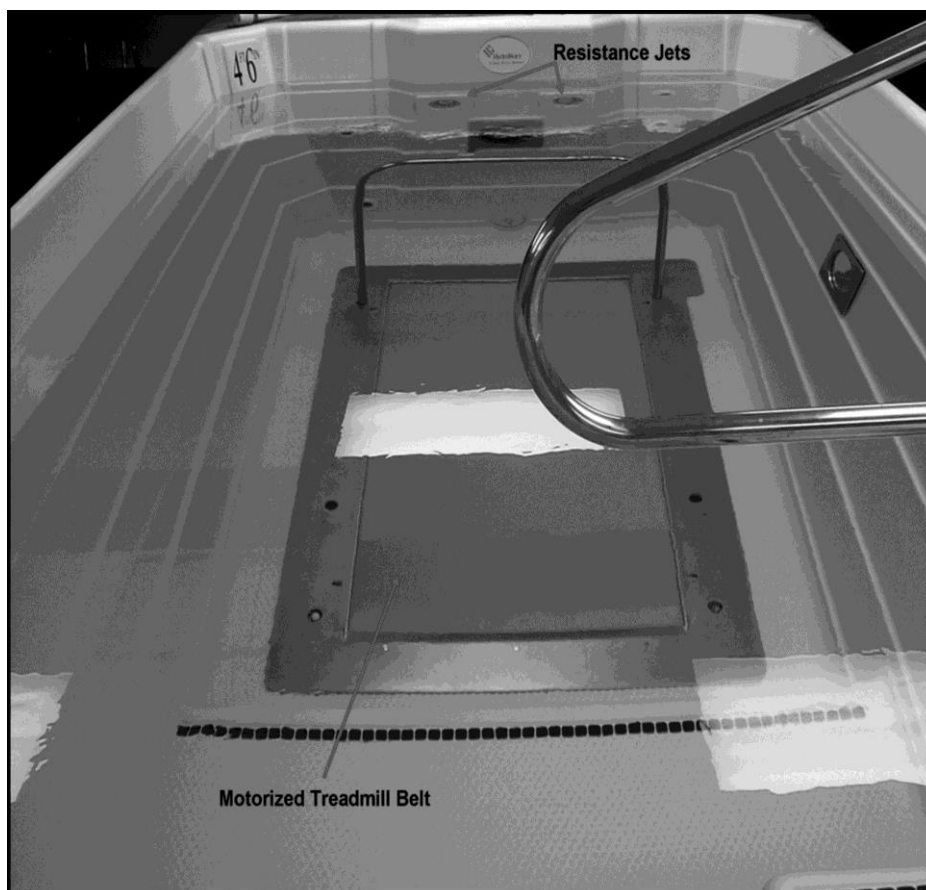


圖 2. 水中跑步機（圖片來源：Lambert et al., 2015 ; HydroWorx Aquatic treadmill: HydroWorx 1000i, USA）

## 參、水中跑步機改善健康及訓練效益之研究

根據國外有關於水中跑步機研究發現，能夠應用的領域從醫療、運動科學研究機構甚至到運動職業隊伍，不僅在作為物理治療復健與慢性疾病的改善，更有利用水中跑步機進行相關之運動訓練，可見水中跑步機有其應用性與研究價值。

## 一、水中跑步機改善健康之相關應用

過去有關研究水中訓練可能有效治療骨關節炎，但型態多為水中適能或體操，若需要增加運動強度有其限制性存在。然而 Bressel 等人研究介入六週水中跑步機訓練，有效的量化在水中跑步機上的疼痛感、平衡感，功能性和移動性的訓練計劃，結果顯示規律的訓練計畫結合水中跑步機運動對於骨關節炎的患者沒有不良影響，有助於預防或治療管理骨關節炎 (Bressel, Wing, Miller, & Dolny, 2014)。在水中跑步機當中跑步訓練，跑步的慣性與水的浮力結合後，可減少患者在臀部與膝關節上的應力負荷，因為在跑步機上沒有地形崎嶇的問題，加上水的包覆性對於腳踝關節也有保護作用 (Bartels et al., 2016; Rewald et al., 2016)。水中跑步機除了可以應用於物理治療外，更有研究利用水中跑步機運動訓練改善慢性病高血壓的問題，並比較陸上跑步機在相同運動訓練處方下改善高血壓的效果 (Lambert et al., 2014)。運動訓練最被推薦為治療慢性疾病方式之一，然而美國運動醫學學院對於運動與高血壓問題表明，運動訓練可促使 3 至 7 毫米汞柱之間的收縮壓 (SBP) 降低，但取決於休息和運動訓練的介入 (Franklin, & Fagard, 2004 ; Franklin, Whaley, & Howley, 2000)。因此，針對水中跑步機運動訓練的療效研究，作為在預防和治療高血壓的新型療法，結果顯示水中跑步機訓練效果優於陸上跑步機，可以降低血壓反應物理作用，並可能預防高血壓產生，以減少心血管疾病的風險 (Lambert et al., 2014)。陸上與水中運動相比在運動過程中，研究觀察到血流動力反應變化是不同的，且兩者運動訓練產生的適應性反應與壓力負荷具有差異性 (Christie et al., 1990 ; Connelly et al., 1990 ; Greene, Martin, & Crouse, 2012 ; Lambert et al., 2014)。過去有關水中運動研究推論，運動訓練過程中，人體軀幹與下肢在水中壓力，具有輔助靜脈回流的可能性 (Svedenhag, & Seger, 1992)。而血管舒張的反應在運動訓練時，可以提高作為企圖克服全身負荷壓力變化的結果 (Greene, Greene, Carbuhn, Green, & Crouse, 2011)。

## 二、水中跑步機之運動訓練效益

根據研究指出水中跑步是一項有利於運動員接受調整與避免運動傷害的交叉訓練，及為結合有效恢復的訓練模式 (Reilly, Dowzer, & Cable, 2003)。相較於陸上跑步所導致的運動傷害，水中運動則有助於減少使用者的疲勞損傷，如；肌

腱炎、足底肌膜炎、疲勞性骨折等問題 (Moening, Scheidt, Shepardson, & Davies, 1993)。然而水中與陸上跑步運動訓練效益上，運動生理與體適能的反饋，更值得探討。Silvers 等人研究水中與陸上跑步機運動後效益，比較最大心肺適能的反應，實驗證實利用水中跑步機同樣可以達到與陸上跑步機相同的訓練效果，水中跑步機具有適當的平衡性、浮力、流體阻力，為可行之維持或增進運動員健康體能的訓練方式 (Silvers, Rutledge, & Dolny, 2007)。然而 Lambert 等人，研究將阻力訓練結合新穎的水中跑步機結果發現，有利於兩者複合式訓練可助於有氧適能與肌肉適能的維持與提升，且相較於單純阻力訓練或阻力訓練加陸上跑步機效益更佳 (Lambert et al., 2013)。此外有關訓練效益的機轉，研究指出人體中血流動力學影響肌肉發展與營養的輸送 (Timmerman et al., 2012)。從 Lambert 等人 2014 的研究，比較了以下水中跑步機及陸上跑步機訓練，在急性劇烈運動下的血流動力學與血壓反應，結果證實水中跑步機有助於在提高骨骼肌的血流。在血壓降低的同時，骨骼肌內皮型一氧化氮合酶 (eNOS) 增加，eNOS 的調節作用使得內皮血管舒張 (Lambert et al., 2013 ; Trott, Gunduz, Laughlin, & Woodman, 2009)。因此推論水中跑步機的訓練能夠具有改善血壓與增加肌肉量的效果。

## 肆、結論

水中跑步機綜合水中訓練與跑步機的優點，因此本文根據國外研究相關改善疾病健康、運動訓練效益進行整理，經過文獻探討後發現，水中跑步機其應用與運動科學研究的領域可探討相當廣泛，文獻亦證實水中跑步機的物理治療機制與運動生理學上反映，有其促進改善健康問題與輔助運動訓練的效益。然而國內尚未有相關水中跑步機的研究，因此水中跑步機對於哪些適應症與運動訓練，具有極佳正面改善成效之相關研究與應用的主題，仍有相當大的研究發展潛力與應用價值。

## 參考文獻

- 武而謨、周文博 (1993)。水中運動簡介。中華民國物理治療學會雜誌，18(2)，202-205。
- Bartels, E. M., Juhl, C. B., Christensen, R., Hagen, K. B., Danneskiold-Samsøe, B., Dagfinrud, H., & Lund, H. (2016). Aquatic exercise for the treatment of knee and hip osteoarthritis. *Cochrane Library*, (3).
- Bennell, K. L., & Hinman, R. S. (2011). A review of the clinical evidence for exercise in osteoarthritis of the hip and knee. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 14(1), 4-9.
- Bocalini, D. S., Serra, A. J., Murad, N., & Levy, R. F. (2008). Water-versus land-based exercise effects on physical fitness in older women. *Geriatrics & Gerontology International*, 8(4), 265-271.
- Bressel, E., Wing, J. E., Miller, A. I., & Dolny, D. G. (2014). High-intensity interval training on an aquatic treadmill in adults with osteoarthritis: effect on pain, balance, function, and mobility. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(8), 2088-2096.
- Brubaker, P., Ozemek, C., Gonzalez, A., Wiley, S., & Collins, G. (2011). Cardiorespiratory responses during underwater and land treadmill exercise in college athletes. *Journal of Sport Rehabilitation*, 20(3), 345-354.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2011). Behavioral Risk Factor Surveillance System Survey Data. Atlanta: US Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention; 2006.
- Christie, J. L., Sheldahl, L. M., Tristani, F. E., Wann, L. S., Sagar, K. B., Levandoski, S. G., & Morris, R. D. (1990). Cardiovascular regulation during head-out water immersion exercise. *Journal of Applied Physiology*, 69(2), 657-664.
- Connelly, T. P., Sheldahl, L. M., Tristani, F. E., Levandoski, S. G., Kalkhoff, R. K., Hoffman, M. D., & Kalbfleisch, J. H. (1990). Effect of increased central blood volume with water immersion on plasma catecholamines during exercise. *Journal of Applied Physiology*, 69(2), 651-656.
- Foley, A., Halbert, J., Hewitt, T., & Crotty, M. (2003). Does hydrotherapy improve strength and physical function in patients with osteoarthritis—a randomised controlled trial comparing a gym based and a hydrotherapy based strengthening programme. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 62(12), 1162-1167.
- Franklin, B. A., & Fagard, R. (2004). Position stand: Exercise and hypertension. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(3), 533-553.
- Franklin, B., Whaley, M. H., & Howley, E. T. (2000). American college of sports medicine guidelines for exercise testing and prescription. Williams and Wilkins, Baltimore.
- Greene, N. P., Greene, E. S., Carbuhn, A. F., Green, J. S., & Crouse, S. F. (2011). VO2 prediction and cardiorespiratory responses during underwater treadmill exercise. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 82(2), 264-273.
- Greene, N. P., Lambert, B. S., Greene, E. S., Carbuhn, A. F., Green, J. S., & Crouse, S. F. (2009). Comparative efficacy of water and land treadmill training for overweight or

- obese adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(9), 1808-1815.
- Greene, N. P., Martin, S. E., & Crouse, S. F. (2012). Acute exercise and training alter blood lipid and lipoprotein profiles differently in overweight and obese men and women. *Obesity*, 20(8), 1618-1627.
- Hopkins, T. H. (1996). U.S. Patent No. 5,558,604. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Jadelis, K., Miller, M. E., Ettinger, W. H., & Messier, S. P. (2001). Strength, balance, and the modifying effects of obesity and knee pain: results from the Observational Arthritis Study in Seniors (OASIS). *Journal of the American Geriatrics Society*, 49(7), 884-891.
- Lambert, B. S., Greene, N. P., Carradine, A. T., Joubert, D. P., Fluckey, J. D., Riechman, S. E., & Crouse, S. F. (2014). Aquatic treadmill training reduces blood pressure reactivity to physical stress. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 46, 809-816.
- Lambert, B. S., Greene, N. P., Carradine, A., Joubert, D., Green, J., & Crouse, S. (2013). Aquatic Treadmill Training Enhances Strength and Lean Mass Gains When Combined with Resistance Training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 45(5), 526-526.
- Lambert, B. S., Shimkus, K. L., Fluckey, J. D., Riechman, S. E., Greene, N. P., Cardin, J. M., & Crouse, S. F. (2015). Anabolic responses to acute and chronic resistance exercise are enhanced when combined with aquatic treadmill exercise. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 308(3), 192-200.
- Miller, P. H. (1986). U.S. Patent No. 4,576,376. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Moening, D., Scheidt, A., Shepardson, L., & Davies, G. J. (1993). Biomechanical comparison of water running and treadmill running. *Isokinetics and Exercise Science*, 3(4), 207-215.
- Nualnim, N., Parkhurst, K., Dhindsa, M., Tarumi, T., Vavrek, J., & Tanaka, H. (2012). Effects of swimming training on blood pressure and vascular function in adults > 50 years of age. *The American Journal of Cardiology*, 109(7), 1005-1010.
- Nuttamonwarakul, A., Amatyakul, S., & Suksom, D. (2012). Twelve weeks of aqua-aerobic exercise improve health-related physical fitness and glycemic control in elderly patients with type 2 diabetes. *Journal of Exercise Physiology Online*, 15(2), 64-71.
- Reilly, T., Dowzer, C. N., & Cable, N. T. (2003). The physiology of deep-water running. *Journal of Sports Science*, 21(12), 959-972.
- Rewald, S., Mesters, I., Lenssen, A. F., Emans, P. J., Wijnen, W., & de Bie, R. A. (2016). Effect of aqua-cycling on pain and physical functioning compared with usual care in patients with knee osteoarthritis: study protocol of a randomised controlled trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 17(1), 1.
- Roper, J. A., Bressel, E., & Tillman, M. D. (2013). Acute aquatic treadmill exercise improves gait and pain in people with knee osteoarthritis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 94(3), 419-425.

- Saragiotto, B. T., Yamato, T. P., Junior, L. C. H., Rainbow, M. J., Davis, I. S., & Lopes, A. D. (2014). What are the main risk factors for running-related injuries? *Sports Medicine*, 44(8), 1153-1163.
- Shafer, T. C., & White, M. E. (2000). U.S. Patent No. 6,045,490. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Silva, L. E., Valim, V., Pessanha, A. P. C., Oliveira, L. M., Myamoto, S., Jones, A., & Natour, J. (2008). Hydrotherapy versus conventional land-based exercise for the management of patients with osteoarthritis of the knee: a randomized clinical trial. *Physical Therapy*, 88(1), 12-21.
- Silvers, W. M., Rutledge, E. R., & Dolny, D. G. (2007). Peak cardiorespiratory responses during aquatic and land treadmill exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(6), 969-975.
- Svedenhag, J., & Seger, J. (1992). Running on land and in water: comparative exercise physiology. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 24(10), 1155-1160.
- Timmerman, K. L., Dhanani, S., Glynn, E. L., Fry, C. S., Drummond, M. J., Jennings, K., & Volpi, E. (2012). A moderate acute increase in physical activity enhances nutritive flow and the muscle protein anabolic response to mixed nutrient intake in older adults. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 95(6), 1403-1412.
- Trott, D. W., Gunduz, F., Laughlin, M. H., & Woodman, C. R. (2009). Exercise training reverses age-related decrements in endothelium-dependent dilation in skeletal muscle feed arteries. *Journal of Applied Physiology*, 106(6), 1925-1934.
- Wang, T. J., Belza, B., Elaine Thompson, F., Whitney, J. D., & Bennett, K. (2007). Effects of aquatic exercise on flexibility, strength and aerobic fitness in adults with osteoarthritis of the hip or knee. *Journal of Advanced Nursing*, 57(2), 141-152.
- Wilk, K.E., & Joyner, D. M. (2014) . *The Use of Aquatics in Orthopedic and Sports Medicine Rehabilitation and Physical Conditioning*. New Jersey, NJ : SLACK Incorporated.

# **Application of Aquatic Treadmill for Improving the Health benefits And Exercise Training**

**Chien-Chun Chang / National Taiwan Sport University Graduate Institute of Sports Science**

**Chi-Chang Huang / National Taiwan Sport University Graduate Institute of Sports Science**

## **Abstract**

In recent years, aquatic exercise has grown in popularity in the general, overweight, elderly, and athletic populations as a mode of therapeutic or rehabilitative exercise. According to aquatic-based running exercises such as deep water running and aquatic treadmill running have also been shown to be effective alternatives to land-based aerobic exercises for promoting increases in aerobic fitness. Its popularity stems from its ability to reduce repetitive strain and stress to the lower extremity from musculoskeletal. Aquatic Treadmill invention relates in general to an apparatus for exercise and physical therapy, and, more particularly, to an underwater treadmill device, which enables the exerciser to utilize the effects of buoyancy and resistance of water in walking, jogging and running. Therefore, it is an object of the present invention to provide an exercising device, which will preserve many of the benefits of jogging, and yet avoids the detrimental effects of land treadmill environmental and physical conditions.

**Keywords :** Aquatic treadmill exercise, Health benefits, Exercise training