

## Original Article

## Developing Upper Body Strength Through Water Exercises

Mateescu Adriana <sup>1\*</sup>Mihaiu Costinel <sup>2</sup><sup>1</sup>University of Pitesti, St. Targu din Vale, 110040, Romania<sup>2</sup>University of Bucharest, Bvd. Regina Elisabeta, 030018, Romania

DOI: 10.29081/gsjesh.2022.23.2.02

**Keywords:** *force, aquatic, environment, workout, muscle***Abstract**

It is a topic that has not been sufficiently researched, thus requiring investigations into the results, that can be had if we apply water-based exercises. In this sense, we conducted a study, during 10 weeks, which consisted in developing and experimenting with muscle training programs in the aquatic environment and on land, as well as testing two strength indicators on a number of 24 students, aged 20-21 years, who were selected voluntarily and divided into 2 experimental groups in order to compare the results of the development of muscle strength of the upper body. The same training and testing facilities, methods, were used for each assessment and lesson. Each lesson lasted between 60 - 80 minutes, 3 days a week. The subjects improved in strength scores significantly, as compared to the control group, which followed the same muscular training protocol adapted for land, having a value comprised between: 1, 25 and 7, 98%.

**1. Introduction**

Strength development is one of the most ample problems of the theory and practice of training.

Over the last decade, numerous discoveries were made in terms of physiological substratum of strength, but also in optimizing strategies for the development of this mobility skill.

The benefits of aquatic exercise originate from the supportive nature of the water environment, muscular strengthening and toning of muscles, which result from the resistive properties of water as a dense liquid. Water has several properties that make it an ideal environment for exercise.

Water creates a “non-impact medium” that produces little strain on muscle, bones, and connective tissue when compared with land activities (Politino, McCormick, & Jefferys, 1995; Robinson, Devor, Merrick, & Buckworth, 2004).

---

\* E-mail: adrianamateescu@ymail.com, tel 0723618909

Water also provides buoyancy, this dramatically decreases compression stress on weight-bearing joints, bones, and muscle however, movement in water increases the resistance (Ruoti, Troup, & Berger, 1994; Sova, 1992; Darby, & Yaekle, 2000; DiPrampero, 1986; Wilder, & Brennan, 2004). An increase in resistance results in a greater workload. The viscosity and drag force of water provides a resistance proportional to the exerted effort (Wilder, & Brennan, 2004).

Aquatic training also allow individuals to exercise almost every muscle and joint in the body at the same time, while conducting heat away from the body more efficiently than air (Ruoti *et al.*, 1994).

The primary advantage of aquatic activities is the effects of buoyancy and resistance that places minimum strain on the joints and muscles (Robinson *et al.*, 2004).

The resistance of the water promotes strengthening. In recent years, aquatic training became one of the most important training to improve the physical and physiological variables (Beale, 2005).

The benefits of water are both internal and external. Repeted studies have proven that the addition of regular exercise to a person's routine will benefit all body systems, including the circulatory, cardio-respiratory and musculoskeletal systems (Sova, 2000; Knecht, 1992)

Prior studies support the inclusion of aquatic activities in training programs to increase muscular strength (Weinstein, 1986; Binkley, 1996; White, & Smith, 1999), while reducing muscular fever- muscular pain (Woods, 1989).

*Viscosity* - water creates a non-impact environment that solicits the muscles, bones and conjunctive tissue to a lesser extent than land based activities.

Water offers support to a sportsman body while moving downwards and also offers resistance when the sportsman lifts (concentric) or jumps (plyometrics). It also adds resistance to lateral moves, thus increasing intensity, with a potential advantage of raising the force level.

## **2. Material and methods**

*The purpose of the research.* This research proposes to pursue the effects of water exercises over the upper body strength development by applying certain training programs in students (20- 21 years) within the field of physical education and sports.

*Hypothesis of the research.* We suppose that exercises used in water shall lead to significant effects in what concerns strength development, by creating the premises for a complex training comparatively to the regular methods used.

The experiment used the following *research methods and procedures*. measurement and testing method, educational experiment, statistical - mathematical method of data processing, comparative analysis and graphical method.

Two samples were selected to assess muscle training: flat bench press 1RM and abs for the upper limbs through which we evaluated the level of training and progress of the experimental and control groups according to the means used in the muscle preparation. Data were analyzed using Microsoft Excel, 365.

To test the research hypothesis, dependent variables were first compared using paired t test for each group to determine whether there are differences between muscle training in the aquatic environment and force training on land. We used unpaired t test to examine comparative developments of motricity indicators in experimental and control groups, both in initial and final testing.

*Subjects and the description of the experimental process.* The experiment was conducted inside the pool of Victoria Spa and Wellness Pitesti, the experimental group consisting of 12 boys in the 3<sup>nd</sup> academic year, students of the Department of Physical Education and Sport of Pitesti, UPIT.. The control group was represented by 12 boys in the 3<sup>nd</sup> academic year, students of the same faculty, who worked in the gym inside the faculty. The experiment conducted during an 10 weeks consisted in the application of muscle training programs through combined contraction schemes in water on an experimental group and we compared the results with a control group who worked on land following the same adapted programs.

### 3. Results and Discussions

The first test subject to testing consisted in flat bench press, the 1 RM test was used for assessing maximal strength of upper body, and the second test assessed abdominal strength.

**Table 1.** Dynamics for the evolution of strength in initial- final testing  
 The experimental group

No	NAME	Flat bench press		Abs	
		1RM		IT	FT
1.	CT	51	60	5	7
2.	CR	62	68	5	7
3.	IV	50	57	5	7
4.	DE	55	61	5	7
5.	SE	57	64	5	7
6.	TB	60	69	5	6
7.	VO	62	70	5	7
8.	TB	65	80	6	7
9.	LI	64	77	6	7
10.	BI	65	70	6	7
11.	RR	70	76	5	7
12.	PU	70	75	6	7
	<b>x</b>	60.91	68.91	5.33	6.91
	<b>S</b>	6.59	7.30	0.49	0.28
	<b>Cv</b>	10.83	10.59	9.23	4.17
	<i>t calculated</i>		8,844		10,651
	<i>t critical</i>		<0.001		<0.001

*Evolution of the strength factor in the experiment group (Table 1.)*

*Flat bench press* – During the experiment, the means of the experimental group to this indicator increase from 60, 91 in initial testing to 68, 91 in final testing, being registered a statistically significant change of 8,  $t_{critical} = 2,179 < t_{calculated} = 8,844$ ,  $p < 0,001$ .

The null hypothesis is rejected. The homogeneity of the results is very good,  $Cv = 10,83\%$  in initial testing and  $10,59\%$  in final testing.

**Table 2.** *Flat bench press experimental group*

<b>H<sub>0</sub></b> Null <b>hypothesis</b>	<b>H<sub>1</sub></b> Alternative <b>hypothesis</b>	<b><math>\alpha</math></b>	<b>df</b>	<b>t calculated d</b>	<b>t critical</b>
$m_1 = m_2$	$m_1 \neq m_2$	0.001	8	8,844	2,179

*t critical < t calculated. Statistically, the results of the two measurements are significantly different.*

*The null hypothesis is rejected and the alternative hypothesis is accepted.*

*Abs* – in this indicator the means increase from 5, 33 in initial testing to 6, 91 in final testing, with a difference of 1, 58 determining a statistically significant change,  $t_{critical} = 2,179 < t_{calculated} = 10,651$ ,  $p < 0,001$ .

The null hypothesis is rejected. The homogeneity of performances is very good  $Cv = 9,23\%$  in initial testing and  $4,17\%$  in final testing.

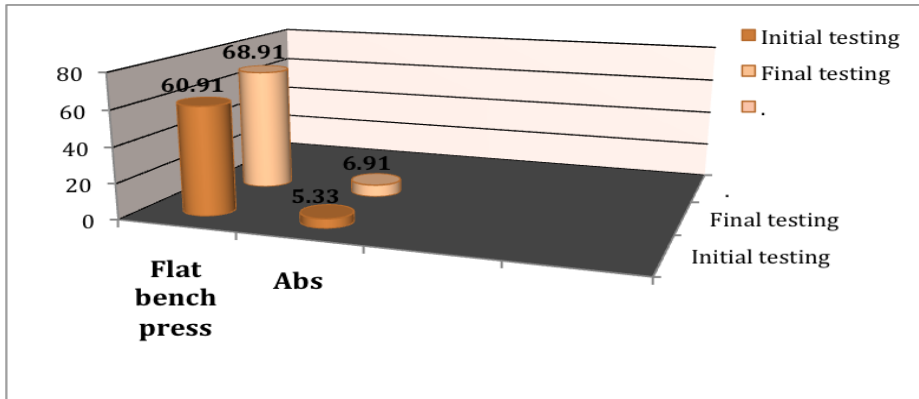
**Table 3.** *Abs experimental group*

<b>H<sub>0</sub></b> Null <b>hypothesis</b>	<b>H<sub>1</sub></b> Alternative <b>hypothesis</b>	<b><math>\alpha</math></b>	<b>df</b>	<b>t calculated</b>	<b>t critical</b>
$m_1 = m_2$	$m_1 \neq m_2$	0.001	1,58	10,651	2,179

*t critical < t calculated. Statistically, the results of the two measurements are significantly different.*

*The null hypothesis is rejected and the alternative hypothesis is accepted.*

In figure 1 is showed the dynamics for the evolution of strength indicators in the experimental group.



**Figure 1.** Dynamics for the evolution of strength indicators in the experimental group

**Table 4.** Dynamics for the evolution of the strength indicator in initial – final testing  
The control group

No.	NAME	Flat bench press/IRM		Abs	
		IT	FT	IT	FT
1.	B.A.	62	61	5	6
2.	N.E.	50	51	5	6
3.	R.D.	59	60	4	4
4.	B.I.	60	61	5	5
5.	U.A.	63	64	5	6
6.	P.C.	58	60	6	6
7.	A.I.	54	53	5	6
8.	S.R.	57	57	4	5
9.	L.A.	63	64	5	6
10.	G.V.	71	72	5	6
11.	C.I.	64	63	6	6
12.	D.R.	57	58	5	6
	<b>x</b>	59.83	60.33	5	5.66
	<b>S</b>	5.37	5.46	0.60	0.65
	<b>Cv</b>	8.98	9.05	12.06	11.49
	<i>t calculated</i>		1.732		4,690
	<i>t critical</i>		> 0.05		< 0.001

*Evolution of the strength factor in the control group (Table 4)*

*Flat bench press* – During the experiment, the means of the control group to this indicator increase from 59, 83 in initial testing to 60, 33 in final testing, there being a statistically insignificant difference of 0, 5,  $t_{critical} - 2, 179 > t_{calculated} = 1, 732$ ,  $p < 0, 05$ .

The null hypothesis is accepted. The homogeneity of the results is very good,  $Cv = 10, 83\%$  in initial testing and  $10, 59\%$  in final testing.

**Table 5. Flat bench press control group**

<b>H<sub>0</sub></b> Null hypothesis	<b>H<sub>1</sub></b> Alternative hypothesis	<b>α</b>	<b>df</b>	<b>t calculated</b>	<b>t critical</b>
$m_1 = m_2$	$m_1 \neq m_2$	0.05	0,5	1,732	2,179

*t critical > t calculated. Statistically, the results of the two measurements are insignificantly different.  
 The null hypothesis is accepted.*

**Abs** – in this indicator the means increase from 5, in initial testing to 5, 66 in final testing, with a difference of 0, 66 determining a statistically significant change,  $t_{critical} = 2, 179 < t_{calculated} = 4, 960$ ,  $p < 0,001$ .

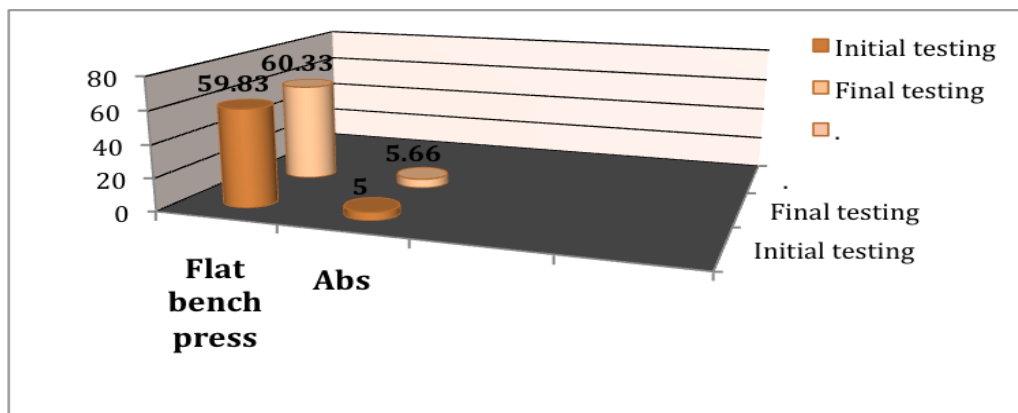
The null hypothesis is rejected. The homogeneity of performances is very good  $Cv = 12, 06\%$  in initial testing and  $11, 49\%$  in final testing.

**Table 6. Abs control group**

<b>H<sub>0</sub></b> The null hypothesis	<b>H<sub>1</sub></b> The alternative hypothesis	<b>α</b>	<b>df</b>	<b>t calculated</b>	<b>t critical</b>
$m_1 = m_2$	$m_1 \neq m_2$	0.001	0,66	4,960	2,179

*t critical < t calculated. Statistically, the results of the two measurements are insignificantly different.*

*The null hypothesis is rejected and the alternative hypothesis is accepted*



**Figure 2. Dynamics for the evolution of strength indicators in the control group**

In figure 2 is showed the dynamics for the evolution of strength indicators in the control group.

*Analysis of comparative evolutions*

In order to determine whether there are statistically significant differences between muscular training in aquatic environment and strength training on land, the unpaired t test was used.

**Table 7. Initial testing**

	<i>Control group</i>	<i>Experimental group</i>	<i>Difference</i>	<i>t - calculated</i>	<i>p – significance threshold</i>
<i>Flat bench press</i>	59.83333	60.91667	1,08	0.440995	$p > 0,05$
<i>Abs</i>	5	5.333333	0,33	1.48324	$p > 0,05$

It is noted that in both strength indicators, the experimental group, as opposed to the control one, measures statistically insignificant differences for the significance threshold  $p < 0, 05$  in the beginning of the experiment, which demonstrates initial homogeneity of the two samples.

**Table 8. Comparative evolutions of the experimental and control groups in final testing**

	<i>Control group</i>	<i>Experimental group</i>	<i>Difference</i>	<i>t - calculated</i>	<i>p – significance threshold</i>
<i>Flat bench press</i>	60.33333	68.91667	7,98	3.259072	$p < 0,01$
<i>Abs</i>	5.666667	6.916667	1,25	6.077853	$p < 0,001$

It is noted that in both strength indicators, the experimental group reported significant increases as opposed to the control group, for the significance threshold  $p < 0, 001$  to an indicator, and  $p < 0,001$  to the other, which demonstrates the superiority of the means used by the experimental group.

**Discussions**

A study examined (Binkley, 1996) the effects of a 10-week water exercise program on muscular strength in 10 elderly women. The results showed an improvement in the females’ muscular strength observed for the right hand-grip, left hand-grip, biceps curls, bench press, and leg press. In addition, the use of water as resistance to improve muscular strength resulted in an increase in peak torque of the knee flexors, knee extensors, and biceps brachii.

A study reveals (Politino *et al*, 1995 ) the fact that water produces stamina from all directions, 12 times more by comparison to the activity on land. From these

reasons, performing water exercises may be more adequate than their practicing on land, in what concerns the development of strength, power, and flexibility.

Structuring the means, which participated in all the important muscle groups, has helped us obtain significant data on muscle training in aquatic environment.

The strength of the upper limbs tested using the “*flat bench press*” measures a statistically significant difference of 8(pre= 60, 91, post= 68, 91). Thus, the null hypothesis is rejected and the alternative one is accepted (Table 1).

The abdominal strength determines a statistically significant change with a difference of 1, 58 (pre = 5, 33, post = 6, 91). Thus, null hypothesis is rejected and the alternative hypothesis is accepted (Table 1).

The subjects improved in strength scores significantly, as compared to the control group, which followed the same muscular training protocol adapted for land, having a value comprised between: 1, 25 and 7, 98%. This rejects the null hypothesis and accepts the alternative hypothesis.

#### 4. Conclusions

The popularity of aquatic exercises is still increasing due to the following factors: *water buoyancy*- bodies “loose” weight when in water, have this apparent weight that can be continuously modified up until the floating state (the condition of non-gravity is created); water resistance-12 times greater than that of air, makes aquatic exercises involve more muscles and are at the same time more difficult to perform due to the instable environment they are performed into; the *water pressure* acts as a muscular massage, being a stimulant of the process of elimination of the lactic acid at muscle level. Water is also a cooling system in itself, which can decrease heart rhythm with up to 10-20 bpm in comparison to the land-performed exercises.

In the attempt of defining the aquatic muscular training, we explain this “aquatic muscular training” denomination as a complex of motric activities performed systematically, on a regular basis as well as in a rational manner and in an aquatic environment, with the purpose of being well. These activities also include muscle exercises and stretching.

Due to the unstable environment of water and of its resistance, the exercises carried out into the aquatic environment involve all muscle groups in the attempt to maintain the vertical position of the body and the speed of the execution is quick and explosive, all these representing an effective way for strength development.

By using muscle-training programs into the aquatic environment, we obtained eloquent results on the upper body strength development, in the experimental group.

Subjects having participated in our research for 10 weeks, performing combined training sessions, in deep water up to thorax level and of the cervix column (neck) improved significantly the strength indexes, as compared to the control group, which followed the same protocol of muscle training, adapted to land, reporting a value comprised between 1, 25 and 7, 98 %. Thus, the null hypothesis is rejected and the alternative one is accepted.



## References

1. BEALE, A.K. (2005). An investigation of the current status of aquatic physical activity in K – 12 public school physical education programmes in the state of Florida, *Sport Management, Recreation Management, and Physical Education*, Department. 10-04;
2. BINKLEY, H.M. (1996). Water exercise: effects an improving muscular strength and endurance in elderly inner city African-American women, *Unpublished doctorate's dissertation Temple University, Philadelphia, PA*;
3. DARBY, L.A., & YAEKLE, B.C. (2000). Physiological responses during two types of exercise performed on land and in the water, *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 40, 303-311;
4. DIPRAMPERO, P.E. (1986). The energy cost of human locomotion on land and in water, *International Journal of Sports Medicine*, 7, 55-72;
5. KNECHT, S. (1992). Physical and psychological changes accompanying a 10 week aquatic exercise program, *AKWA Lett.* Feb, 7-8;
6. POLITINO, V.M., MCCORMICK, M., & JEFFERYS, A. (1995). Lifetime Physical Fitness, *Dubuque, IA: Kendell/Hunt*;
7. ROBINSON, L.E, DEVOR, S.T., MERRICK, M.A, & BUCKWORTH, J. (2004). The effects of land vs. aquatic plyometrics on power, torque, velocity, and muscle soreness in women, *J Strength Cond Res.*, 18 (1), 84-91, PubMed PMID: 14971978;
8. RUOTI, R.G., TROUP, J.T., & BERGER, R.A. (1994). The effects of non-swimming water exercises on older adults, *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* 19, 140-145;
9. SOVA, R. (1992). *Aquatics*. Boston, MA: Jones and Bartlett Publishers, Inc;
10. SOVA, R. (2000). *Aquatics : The complete reference guide for aquatic fitness professionals*. DSL, Ltd. ISBN 1-889959-07-3, 1:1-2; 3:37-39;
11. WEINSTEIN, L.B. (1986). Benefits of aquatic activity, *J. of Gerontological Nursing*, 12, 6-11;
12. WHITE, T., & SMITH, B.S. (1999). The efficacy of aquatic exercise in increasing strength, *Sports Med. Training Rehab*, 9, 51-59;
13. WILDER, R.P., & BRENNAN, D. (2004). *Aqua Running*. In A. J. Cole & B. E. Becker (Eds.), *Comprehensive Aquatic Therapy* (Second ed., pp. 137-149), Philadelphia, USA: Butterworth Heinemann;
14. WOODS, D.A. (1989). Rehabilitation aquatics for low back injury: functional gains or pain reduction?, *Clinical Kinesiology*, 43, 96-10.

## Dezvoltarea Forței Trenului Superior prin Exerciții Efectuate în Apă

Mateescu Adriana <sup>1</sup>

Mihaiu Costinel <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universitatea Pitești, St. Targu din Vale, 110040, Romania

<sup>2</sup>Universitatea București, Bvd. Regina Elisabeta, 030018, Romania

**Cuvinte cheie:** *putere, acvatic, mediu, antrenament, mușchi*

### Rezumat

Subiectul nu a fost suficient cercetat, necesitând astfel investigații asupra rezultatelor, care poate fi dacă aplicăm în pregătirea musculară exerciții în mediul acvatic. În acest sens, am realizat un studiu, pe parcursul a 10 săptămâni, care a constatat în elaborarea și experimentarea programelor de antrenament muscular în mediul acvatic și pe uscat, precum și în testarea a doi indicatori de forță pe un număr de 24 de elevi, cu vârsta cuprinsă între 20-21 de ani. Ei au fost selectați voluntar și împărțiți în 2 grupuri experimentale pentru a compara rezultatele dezvoltării forței musculare a corpului superior. Au fost folosite aceleași facilități de instruire și testare, metode, pentru fiecare evaluare și lecție. Fiecare lecție a durat între 60 - 80 de minute, 3 zile pe săptămână. Subiecții și-au îmbunătățit semnificativ în scorurile de forță, comparativ cu grupul de control, care a urmat același protocol de antrenament adaptat pe sol, având o valoare cuprinsă între: 1, 25 și 7, 98%.

### 1. Introducere

Dezvoltarea forței este una dintre cele mai ample probleme ale teoriei și practicii antrenamentului.

Pe parcursul ultimului deceniu s-au făcut numeroase descoperiri în ceea ce privește substratul fiziologic al forței, dar și în optimizarea strategiilor de dezvoltare a acestei abilități de mobilitate.

Beneficiile exercițiilor acvatice provin din natura de susținere a mediului acvatic, întărirea musculară și tonifierea mușchilor, care rezultă din proprietățile rezistive ale apei ca lichid dens. Apa are mai multe proprietăți care o fac un mediu ideal pentru exerciții fizice.

Apa creează un „mediu fără impact” care produce o presiune redusă asupra mușchilor, oaselor și țesutului conjunctiv în comparație cu activitățile pe uscat (Politino, McCormick, & Jefferys, 1995; Robinson, Devor, Merrick, & Buckworth, 2004). Apa oferă, de asemenea, flotabilitate, aceasta scade dramatic stresul de compresie asupra articulațiilor, oaselor și mușchilor care poartă greutatea, cu toate acestea, mișcarea în apă crește rezistența (Ruoti, Troup, & Berger, 1994; Sova, 1992; Darby, & Yaekle, 2000; DiPrampero, 1986; Wilder, & Brennan., 2004). O creștere a rezistenței are ca rezultat un volum de lucru mai mare. Vâscozitatea și forța de rezistență a apei asigură o rezistență proporțională cu efortul exercitat (Wilder et al, 2004).

Antrenamentul acvatic permite, de asemenea, indivizilor să exercite aproape fiecare mușchi și articulație din corp în același timp, conducând căldura departe de corp mai eficient decât aerul (Ruoti et al., 1994).

Avantajul principal al activităților acvatice este efectele plutirii și rezistenței care exercită o presiune minimă asupra articulațiilor și mușchilor (Robinson et al., 2004).

Rezistența apei favorizează întărirea. În ultimii ani, antrenamentul acvatic a devenit unul dintre cele mai importante antrenamente pentru îmbunătățirea variabilelor fizice și fiziologice (Beale, 2005).

Beneficiile apei sunt atât interne, cât și externe. Studii repetate au demonstrat că adăugarea de exerciții fizice regulate la rutina unei persoane va aduce beneficii tuturor sistemelor corpului, inclusiv sistemelor circulator, cardio-respirator și musculo-scheletic (Sova, 2000; Knecht, 1992)

Studiile anterioare susțin includerea activităților acvatice în programele de antrenament pentru a crește forța musculară (Weinstein, 1986; Binkley, 1996; White, & Smith, 1999), reducând în același timp febra musculară-durerea musculară (Woods, 1989).

Vâscozitate - apa creează un mediu fără impact care solicită mușchii, oasele și țesutul conjunctiv într-o măsură mai mică decât activitățile de pe uscat.

Apa oferă suport corpului unui sportiv în timp ce se mișcă în jos și, de asemenea, oferă rezistență atunci când sportivul ridică (concentric) sau sare (pliometrie). De asemenea, adaugă rezistență la mișcările laterale, crescând astfel intensitatea, cu un avantaj potențial de a crește nivelul de forță.

## **2. Material și metode**

Scopul cercetării. Această cercetare își propune urmărirea efectelor exercițiilor în apă asupra dezvoltării forței corpului superior prin aplicarea unor programe de antrenament la elevi (20-21 ani) din domeniul educației fizice și sportului.

Ipoteza cercetării. Presupunem ca exercitiile folosite in apa vor avea efecte semnificative in ceea ce priveste dezvoltarea fortei, prin crearea premiselor unui antrenament complex comparativ cu metodele obisnuite folosite.

Experimentul a folosit următoarele metode și proceduri de cercetare. metoda de masurare si testare, experiment educational, metoda statistico-matematica de prelucrare a datelor, analiza comparativa si metoda grafica.

Au fost selectate două mostre pentru evaluarea antrenamentului muscular: flat bench press 1RM și abdomene pentru membrele superioare prin care am evaluat nivelul de antrenament și progresul grupelor experimentale și de control în funcție de mijloacele utilizate în pregătirea musculară. Datele au fost analizate folosind Microsoft Excel, 365.

Pentru a testa ipoteza cercetării, variabilele dependente au fost mai întâi comparate folosind testul t pereche pentru fiecare grup pentru a determina dacă există diferențe între antrenamentul muscular în mediul acvatic și antrenamentul de forță pe uscat. Am folosit testul t nepereche pentru a examina evoluțiile comparative ale

indicatorilor de motricitate în grupurile experimentale și de control, atât la testarea inițială, cât și la cea finală.

Subiectele și descrierea procesului experimental. Experimentul s-a desfășurat în incinta ștrandului Victoria Spa and Wellness Pitești, grupul experimental format din 12 băieți în anul 3, studenți ai Departamentului de Educație Fizică și Sport din Pitești, UPIT.. Grupul de control a fost reprezentat de 12 băieți. în anul 3, studenți ai aceleiași facultăți, care au lucrat în sala de sport din interiorul facultății. Experimentul derulat pe o perioadă de 10 săptămâni a constatat în aplicarea unor programe de antrenament muscular prin scheme combinate de contracție în apă pe un grup experimental și am comparat rezultatele cu un grup de control care a lucrat pe uscat urmând aceleași programe adaptate.

### 3. Rezultate și Discuții

Prima probă supusă testării a fost împins de la piept din culcat, s-a utilizat testul 1 RM pentru testarea forței maxime a părții superioare a corpului, a doua probă a fost pentru testarea forței abdominale.

**Tabel 1.** *Dinamica evoluției indicatorului forță la testarea inițială – finală  
Grupa experimentală*

No	NAME	Flat bench press		Abs	
		IRM		IT	FT
1.	CT	51	60	5	7
2.	CR	62	68	5	7
3.	IV	50	57	5	7
4.	DE	55	61	5	7
5.	SE	57	64	5	7
6.	TB	60	69	5	6
7.	VO	62	70	5	7
8.	TB	65	80	6	7
9.	LI	64	77	6	7
10.	BI	65	70	6	7
11.	RR	70	76	5	7
12.	PU	70	75	6	7
	<i>x</i>	60.91	68.91	5.33	6.91
	<i>S</i>	6.59	7.30	0.49	0.28
	<i>Cv</i>	10.83	10.59	9.23	4.17
	<i>t calculated</i>		8,844		10,651
	<i>t critical</i>		<0.001		<0.001

*Evoluția factorului forță la grupa de experiment (Tabelul 1)*

*Împins de la piept din culcat* – Pe durata experimentului mediile grupei experimentale la acest indicator cresc de la 60,91, la testarea inițială la 68,91 la

testarea finală cu o diferență semnificativă de 8,  $t_{\text{critic}} = 2,179 < t_{\text{calculat}} = 8,844$ ,  $p < 0,001$ . Se respinge ipoteza nulă. Omogenitatea rezultatelor se menține foarte bună,  $C_v = 10,83\%$  la testarea inițială și  $10,59\%$  la testarea finală.

**Tabel 2.** Împins de la piept din culcat grupa experimentală

<b>H<sub>0</sub></b>	<b>H<sub>1</sub></b>	<b><math>\alpha</math></b>	<b>df</b>	<b>t calculat</b>	<b>t critic</b>
Ipoteză nulă	Ipoteză alternativă				
$m_1 = m_2$	$m_1 \neq m_2$	0.001	8	8,844	2,179

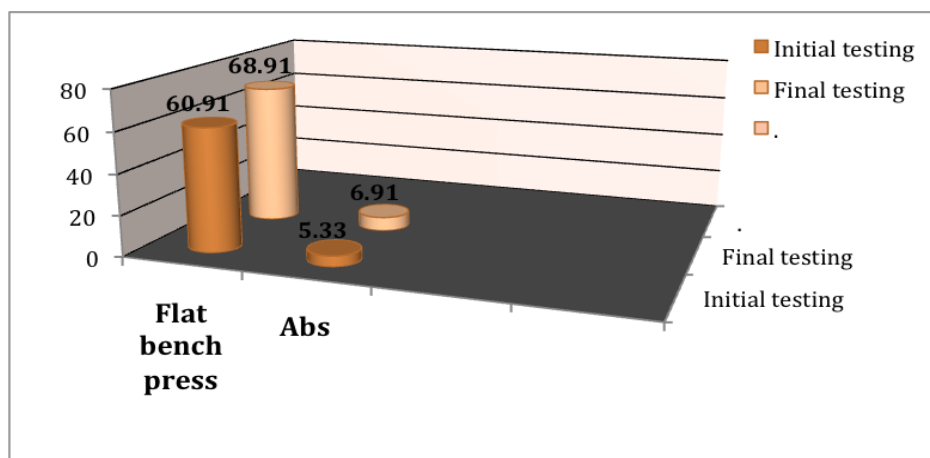
$t_{\text{critic}} < t_{\text{calculat}}$ . Statistic, rezultatele celor două testări diferă semnificativ.  
Se respinge ipoteza nula și se acceptă ipoteza alternativă

**Abdomene** - la acest indicator mediile cresc de la 5,33, la testarea inițială la 6,91 la testarea finală cu o diferență de 1,58 determinând o modificarea semnificativă,  $t_{\text{critic}} = 2,179 < t_{\text{calculat}} = 10,651$ ,  $p < 0,001$ . Se respinge ipoteza nulă Omogenitatea performanțelor se menține foarte bună  $C_v = 9,23\%$  la testarea inițială și  $4,17\%$  la testarea finală.

**Tabel 3.** Abdomene grupa experimentală

<b>H<sub>0</sub></b>	<b>H<sub>1</sub></b>	<b><math>\alpha</math></b>	<b>df</b>	<b>t calculat</b>	<b>t critic</b>
Ipoteză nulă	Ipoteză alternativă				
$m_1 = m_2$	$m_1 \neq m_2$	0.001	1,58	10,651	2,179

$t_{\text{critic}} < t_{\text{calculat}}$ . Statistic, rezultatele celor două testări diferă semnificativ.  
Se respinge ipoteza nula și se acceptă ipoteza alternativă



**Figura 1.** Dinamica evoluției indicatorilor de forță la grupa experimentală

În tabelul 4. este prezentată dinamica evoluției indicatorului forță pentru partea superioară a corpului, realizat prin testul de forță maximă 1RM pentru proba împins de la piept din culcat, și prin testul de forță musculară abdominală, la testarea inițială și testarea finală a grupei de control.

**Tabel 4.** *Dinamica evoluției indicatorului forță la testarea inițială – finală  
Grupa de control*

No.	NAME	Flat bench press		Abs	
		1RM			
		IT	FT	IT	FT
1.	B.A.	62	61	5	6
2.	N.E.	50	51	5	6
3.	R.D.	59	60	4	4
4.	B.I.	60	61	5	5
5.	U.A	63	64	5	6
6.	P.C.	58	60	6	6
7.	A.I.	54	53	5	6
8.	S.R.	57	57	4	5
9.	L.A.	63	64	5	6
10.	G.V.	71	72	5	6
11.	C.I.	64	63	6	6
12.	D.R.	57	58	5	6
	<i>x</i>	59.83	60.33	5	5.66
	<i>S</i>	5.37	5.46	0.60	0.65
	<i>Cv</i>	8.98	9.05	12.06	11.49
	<i>t calculated</i>		1.732		4,690
	<i>t critical</i>		> 0.05		< 0.001

*Evoluția factorului forță la grupa de control (Tabelul nr. 4. )*

*Împins de la piept din culcat* – Pe durata experimentului mediile grupei de control la acest indicator cresc de la 59,83, la testarea inițială la 60,33 la testarea finală cu o diferență *nesemnificativă de 0,5*, *t critic = 2,179 > t calculat = 1.732*, *p > 0,05*. *Se accepta ipoteza nulă Omogenitatea rezultatelor se menține foarte bună*, *Cv = 10,83 % la testarea inițială și 10,59% la testarea finală*

**Tabel 5.** *Împins de la piept din culcat grupa control*

H <sub>0</sub>	H <sub>1</sub>	$\alpha$	df	t calculat	t critic
Ipoteză nulă m <sub>1</sub> = m <sub>2</sub>	Ipoteză alternativă m <sub>1</sub> # m <sub>2</sub>	0.05	0,5	1,732	2,179

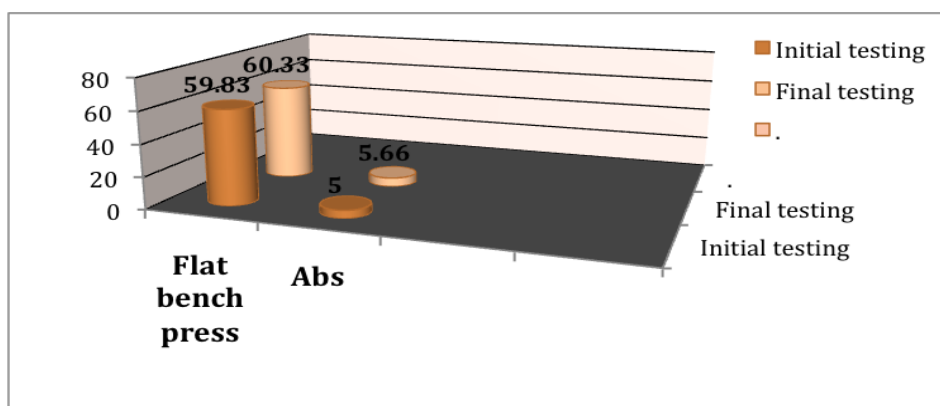
*t critic > t calculat. Statistic, rezultatele celor două testări diferă nesemnificativ.  
Se acceptă ipoteza nula*

*Abdomene* - la acest indicator mediile cresc de la 5, la testarea inițială la 5,66 la testarea finală cu o diferență de 0,66 determinând o modificare semnificativă,  $t_{\text{critic}} = 2,179 < t_{\text{calculat}} = 4,960$ ,  $p < 0,001$ . Se respinge ipoteza nulă Omogenitatea performanțelor se menține foarte bună  $C_v = 12,06\%$  la testarea inițială și  $11,49\%$  la testarea finală.

**Tabel 6.** *Abdomene grupa control*

<b>H<sub>0</sub></b> Ipoteză nulă	<b>H<sub>1</sub></b> Ipoteză alternativă	<b><math>\alpha</math></b>	<b>df</b>	<b>t calculat</b>	<b>t critic</b>
$m_1 = m_2$	$m_1 \neq m_2$	0.001	0,66	4,960	2,179

$t_{\text{critic}} < t_{\text{calculat}}$ . Statistic, rezultatele celor două testări diferă semnificativ.  
Se respinge ipoteza nula și se acceptă ipoteza alternativă



**Figura 2.** *Dinamica evoluției indicatorilor de forță la grupa de control*

#### *Analiza evoluțiilor comparative*

Pentru a determina dacă există diferențe între pregătire musculară în mediul acvatic și pregătirea de forță de pe uscat s-a folosit testul t independent. (unpaired t test).

**Tabel 7.** *Testare inițială*

	<i>Grupa de control</i>	<i>Grupa experimentală</i>	<i>Diferență</i>	<i>t - calculat</i>	<i>p - Prag de semnificație</i>
<i>Flat bench press</i>	59.8333	60.91667	1,08	0.440995	$p > 0,05$
<i>Abs</i>	5	5.333333	0,33	1.48324	$p > 0,05$

Se constată că la ambii indicatori de forță, grupa experimentală față grupa de control a avut diferențe ne semnificative pentru pragul de semnificație  $p < 0,05$ , la începutul experimentului ceea ce demonstrează omogenitatea inițială a celor două eșantioane

**Tabel 8.** Evoluțiile comparative ale grupelor experimentale și de control la testarea finală

	<i>Grupa de control</i>	<i>Grupa experimentală</i>	<i>Diferență</i>	<i>t - calculat</i>	<i>p - Prag de semnificație</i>
<i>Flat bench press</i>	60.33333	68.91667	7,98	3.259072	$p < 0,01$
<i>Abs</i>	5.666667	6.916667	1,25	6.077853	$p < 0,001$

Se constată că la ambii indicatori de forță, grupa experimentală a avut creșteri semnificative față de grupa de control, pentru pragul de semnificație  $p < 0,001$ , la un indicator, și  $p < 0,01$  pentru un indicator , ceea ce demonstrează superioritatea mijloacelor utilizate de grupa experimentală.

### **Discuții**

Un studiu a examinat (Binkley, 1996) efectele unui program de exerciții cu apă de 10 săptămâni asupra forței musculare la 10 femei în vârstă. Rezultatele au arătat o îmbunătățire a forței musculare a femeilor observată pentru prinderea cu mâna dreaptă, mâna stângă, bucle pentru bicepsi, presa pe bancă și presa pentru picioare. În plus, utilizarea apei ca rezistență pentru îmbunătățirea forței musculare a dus la o creștere a cuplului maxim al flexorilor genunchiului, extensorilor genunchiului și al bicepsului brahial.

Un studiu relevă (Politino *et al*, 1995) faptul că apa produce rezistență din toate direcțiile, de 12 ori mai mult în comparație cu activitatea de pe uscat. Din aceste motive, efectuarea exercițiilor în apă poate fi mai adecvată decât practicarea lor pe uscat, în ceea ce privește dezvoltarea forței, puterii și flexibilității.

Structurarea mijloacelor, care au acționat asupra tuturor grupelor musculare importante, ne-au ajutat în obținerea unor date însemnate privind pregătirea musculară în mediul acvatic.

- Forța membrilor superioare, testată prin „*împins de la piept din culcat*”, prezintă o diferență semnificativă de 8 ( pre = 60,91, post = 68,91). Astfel se respinge ipoteza nulă, și se acceptă ipoteza alternativă. (Tabel 1.)

- Forța *musculaturii abdominale*, determină o modificare semnificativă, cu diferența de 1,58 ( pre = 5,33, post = 6,91). Astfel se respinge ipoteza nulă, și se acceptă ipoteza alternativă. (Tabel 1.)

Subiecții, care au participat la cercetarea noastră, timp de 33 de săptămâni, cu ședințe de exerciții combinate, în apă adâncă până la nivelul toracelui și coloanei cervicale (gâtului), și-au îmbunătățit indicii de forță semnificativ, comparativ cu grupa de control, care a urmat același protocol de pregătire musculară adaptat pentru



sol, cu o valoare cuprinsă între: 1,25 și 7,98%. Astfel se respinge ipoteza nulă, și se acceptă ipoteza alternativă.

#### 4. Concluzii

Popularitatea exercițiilor acvatice este în continuare în creștere din cauza următorilor factori: flotabilitate în apă - corpurile „slăbesc” atunci când sunt în apă, au această greutate aparentă care poate fi modificată continuu până la starea de plutire (se creează condiția de non-gravitație) ; rezistența la apă - de 12 ori mai mare decât cea a aerului, face ca exercitiile acvatice sa implice mai multi muschi si sa fie in acelasi timp mai greu de efectuat datorita mediului instabil in care se desfasoara; presiunea apei actioneaza ca un masaj muscular, fiind un stimulent al procesului de eliminare a acidului lactic la nivel muscular. Apa este, de asemenea, un sistem de răcire în sine, care poate scădea ritmul cardiac cu până la 10-20 bpm în comparație cu exercițiile efectuate pe teren.

În încercarea de a defini antrenamentul muscular acvatic, explicăm această denumire „antrenament muscular acvatic” ca un complex de activități motrice desfășurate sistematic, în mod regulat, precum și în mod rațional și în mediu acvatic, cu scopul de a fi bine. Aceste activități includ și exerciții musculare și stretching.

Datorita mediului instabil al apei si a rezistentei acesteia, exercitiile desfasurate in mediul acvatic implica toate grupele musculare in incercarea de a mentine pozitia verticala a corpului iar viteza de executie este rapida si exploziva, toate acestea reprezentand un modalitate eficientă de dezvoltare a forței.

Prin utilizarea programelor de antrenament muscular în mediul acvatic, am obținut rezultate elocvente asupra dezvoltării forței corpului superior, în lotul experimental.

Subiecții care au participat la cercetarea noastră timp de 10 săptămâni, efectuând sesiuni de antrenament combinate, în apă adâncă până la nivelul toracelui și a coloanei cervicale (gât) au îmbunătățit semnificativ indicii de forță, comparativ cu grupul de control, care a urmat același protocol de mușchi. antrenament, adaptat terenului, raportând o valoare cuprinsă între 1, 25 și 7, 98 %. Astfel, ipoteza nulă este respinsă, iar alternativa este acceptată.



©2017 by the authors. Licensee „GYMNASIUM” - *Scientific Journal of Education, Sports, and Health*, „Vasile Alecsandri” University of Bacău, Romania. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution ShareAlike 4.0 International (CC BY SA) license (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).