

Original Article

## The Influence of Physical Exercises Carried Out in the Aquatic Environment on Physiological Parameters for 10 - 12 Year Tennis Players

Miron Florin <sup>1\*</sup>

Monea Dan <sup>2</sup>

Stefănescu Horea <sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Babeș-Bolyai University Cluj Napoca, FEFS, Doctoral School, Romania

DOI: 10.29081/gsjesh.2024.25.1.09

**Keywords:** tennis, performance, aerobic capabilities, unconventional training

### Abstract

The objective of this study is to highlight the effect of physical exercises specific to the game of tennis, carried out in the aquatic environment to optimize the effort capacity of the players practicing this sport on the physiological parameters of the players in this sport. A novelty element of this experimental research is represented by the implementation in the training program of tennis players in the aquatic environment and exercises from other sports branches such as swimming, gymnastics and athletics. The intervention program is a bold attempt to weave and combine exercises from different sports, in a non-specific and totally different environment, in order to improve performances and results, looking at the perspective, without necessarily aiming at great current performances, in the short term, which could bring disappointments, create certain barriers or even lead to the abandonment of sports activities.

### 1. Introduction

Tennis is the sport in which elegance, dynamism and emotional many states combine harmoniously, contributing considerably to the development and maturation of man on a sporting and social level. It is considered one of the most complex sports and at the same time the most demanding. It requires balance control, eye-brain-limb coordination, quickness, speed of thought, speed of reaction and movement, endurance, and a strange combination of caution and abandon that we name courage. Another study concluded that regular swimming significantly lowers resting heart rate after a 12-week program (Sawane & Gupta, 2015).

The importance of physical training is unanimously recognized, because it constitutes the support, the central axis of the players' activities that validates the

---

\* E-mail: flori77ra@yahoo.com, tel.0753395614

technical-tactical and psychological possibilities. Oxygen consumption ( $VO_2$ ), the amount of oxygen (in ml) that the arterial blood delivers to the tissues in one minute.  $VO_2$  increases proportionally with exercise demand (Shei, Lindley, & Mickleborough, 2014).

The theoretical-practical knowledge related to the game of tennis demonstrates the fact that this sport has evolved significantly in terms of the effort it involves and therefore I consider it imperative to improve and develop the effort capacity, the physiological parameters as well as the motor qualities, speed in all its forms of manifestation, strength and resistance.

Tennis is the sport in which elegance, dynamism and emotional many states combine harmoniously, contributing considerably to the development and maturation of man on a sporting and social level. It is considered one of the most complex sports and at the same time the most demanding. It requires balance control, eye-brain-limb coordination, quickness, speed of thought, speed of reaction and movement, endurance, and a strange combination of caution and abandon that we name courage. During running through water, oxygen consumption is 3 times higher at a speed of 50m/min, this value can be achieved at a considerably lower speed than running on land (Brinks, Franklin, & Spring, 2009). Competitive tennis athletes need a mixture of anaerobic skills, such as speed, agility and power, combined with high aerobic capabilities (Kovacs, Chandler & Chandler, 2007). Heart rate is an essential aspect for a trainer, as it provides information about the intensity of physical effort in relation to the capabilities of each individual (Cumming, 2017). The judicious intercession of conventional means with the "unconventional" adapted (in which practical executions are doubled by the permanent cerebral demand, where the intervention of some new stimuli requires the ability of attention forcing the player to overachieve thus inducing adaptations of performance capacity) must be an essential requirement of current preparation and an essential concern of the specialist in the motor field. From a biological point of view, physical and especially sports effort is an appropriate biological (exciting) stimulus that forces the body to respond through electrical, mechanical, thermal manifestations (Monea & Monea, 2010; Bompa, 2001).

In the specialized literature, there are scientific articles that demonstrate the fact that an aquatic gymnastics program that includes aerobic exercises, running, specific jumps and different distances covered by swimming procedures, significantly improves blood oxygen intake, heart rate and muscle strength, so these programs are also recommended for people who want to get in the best possible physical condition (Meyer & Leblanc, 2008; Nagle, Sanders & Franklin, 2017).

## **2. Material and methods**

*Purpose of research.* Monitoring training programs in the aquatic environment in order to identify the most relevant aspects that can contribute to the optimization of effort capacity and their subsequent implementation in long-term planning in the tennis game. The selection of some means and the development of an unconventional methodical line (carried out in the aquatic environment) dedicated to optimizing the physiological profile, respectively increasing the effort

capacity imposed by current tennis. The comparative analysis of the recorded values, their interpretation and the statement of conclusions that reveal the efficiency (inefficiency) of the integration of the previously mentioned means in the sports training of children and juniors in the game of tennis.

*Hypotheses of the research.* The starting point in the proposed practical-methodical approach has as its starting point the following remark: if the situations in which the athlete is transposed in the preparation process are diversified and the executions have an appropriate dosage (volume, intensity, complexity) the motor accumulations obtained through the specific exercise can be effectively transferred to current court tennis (positive transfer). Considering that the optimization of sports training in current field tennis is conditioned by the level of effort capacity, we will organize (carry out) an experimental study that will confirm/invalidate the hypothesis according to which the integration in training of tennis-specific motor structures adapted (held) in the aquatic environment will had the effect of optimizing the effort capacity of 10-12 year old tennis players and will induce increases in physiological parameters as expected.

*Procedures and methods of research.* Bibliographic study, organizing-conducting the experimental study, graphical analysis, statistical relevance (arithmetic mean, median, standard deviation, coefficient of variation, amplitude);

*Procedure* This research used the Cosmed K5 spirometer, wich is a portable device used to assess lung function during exercise. This is a useful method to assess lung capacity, tidal volume and airflow under exercise to assess respiratory function and fitness in athletes. This spirometer provides data such as tidal volume, vital capacity, maximum expiratory flow rate, inspired and expired oxygen and many other parameters that can be used to monitor and optimize training.

The K5 also allows the evaluation of a number of cardiovascular parameters such as heart rate, blood pressure and oxygen saturation, thus enabling the overall assessment of sports and fitness performance. The device was used to monitor vital capacity.

*Applied test.* The VAMEVAL test being the means of evaluation for this physiological parameter. The field test consists in two chalenges of a progressive run between two lines drawn at a distance of 20 meters from each other. The pace of the run is dictated by a CD-player that emits audible beeps, the player must cover the distance between the two lines in the interval between the beeps. The player will aim to move at a running speed so that they reach the line and turn at the beep.

*Participants and experiment development.* The subjects of the experiment in number 20 organized in the two conventional experimental groups (experimental and control) are engaged in performance activity with numerous participations in field tennis competitions.

While the control group performed a standard training programme according to the conventional training plan, the experimental group took part in adapted training stages (where the actuators are adapted to the aquatic environment), traineeships inserted in conventional annual plan.

The means and methods applied under the adapted, unconventional program

refer synthetically to: displacement in water, water games (volleyball, polo, badminton, exercises imitative forehand and backhand strokes using mis stringless racquets). All these means and methods are carried out in swimming pools, where athletes have evolved into water with increased progressive depth (knee level, coxofemorale joints, elbow, scapular-humerale joints). The introduction in the training program of swimming exercises (free style) over a distance of 100-125m can have a significant contribution to the improvement of physiological parameters of junior tennis players. The short-term cold water program increases the output of striated muscles, so fatigue sets in later (Knechtle et al., 2020). Increases cardiopulmonary endurance - swimming trains and strengthens the cardiovascular system, increasing the ability of the heart and lungs to deliver oxygen to the muscles and remove carbon dioxide (Muniz-Pardos et al., 2022).

The tennis players of the experimental group who took part in the research carried out physical exercises in the aquatic environment with an average of 7.5 hours during one month.

Thanks to a systematic physical effort, dosed and adapted to the particularities and needs of each individual, the nervous system, which coordinates the entire activity, undergoes a series of positive changes (Görner, Kručanica & Sawicki 2020; Turdaliyevich & Pulatovna, 2020; Yapici-Öksüzöğlü, 2020)

The introduction in the training program of swimming exercises (free style) over a distance of 100-125m can have a significant contribution to the improvement of physiological parameters of junior tennis players.

**Tabel 1.**

*Initial evaluation  
Systolic and diastolic blood pressure  
and vital capacity  
Experimental Group*

Nr. crt.	Name	Systolic and diastolic blood pressure	Vital capacity
1	M.C	115-70	3348,5
2	F.I.	120-70	3480
3	A.M.	120-75	3650
4	F.S.	110-65	3285,5
5	S.C.	100-60	3860
6	F.A.	115-75	3530
7	S.D.	115-75	3115,5
8	P.M.	100-55	3360
9	P.A.	100-75	3575
10	S.A.	115-70	3060,5

**Tabel 2.**

*Initial evaluation  
Systolic and diastolic blood pressure  
and vital capacity  
Control Group*

Nr. crt.	Name	Systolic and diastolic blood pressure	Vital capacity
1	S.R.	120-70	2755
2	O.K.	110-65	3435
3	L.C.	120-70	3320,5
4	H.E.	125-75	3800
5	R.G.	100-55	3000
6	M.S.	125-80	3220
7	T.D.	110-60	3475,5
8	M.R.	105-65	2985,5
9	N.S.	105-60	3100
10	R.A.	120-70	3635

**Tabel 3.**

*Final evaluation*  
*Systolic and diastolic blood pressure and vital capacity*

*Experimental Group*

Nr. crt.	Name	Systolic and diastolic blood pressure	Vital capacity
1	M.C	120-70	3590,5
2	F.I.	125-75	3710
3	A.M.	125-80	3840,5
4	F.S.	115-70	3500
5	S.C.	110-70	4025,5
6	F.A.	120-75	3795
7	S.D.	120-70	3325
8	P.M.	110-70	3545,5
9	P.A.	115-80	3690,5
10	S.A.	120-80	3220

**Tabel 4.**

*Final evaluation*  
*Systolic and diastolic blood pressure and vital capacity*

*Control Group*

Nr. crt.	Name	Systolic and diastolic blood pressure	Vital capacity
1	S.R.	120-70	2865
2	O.K.	115-70	3530
3	L.C.	125-75	3420,5
4	H.E.	130-75	3870,5
5	R.G.	110-65	3115
6	M.S.	130-85	3295
7	T.D.	115-60	3580
8	M.R.	105-70	3100,5
9	N.S.	110-65	3195,5
10	R.A.	120-70	3755

### 3. Results and Discussions

In the experiment aimed at optimizing the physiological parameters, the results with reference to the systolic pressure indicate a statistically insignificant difference, therefore the hypothesis is rejected.

In the experiment aimed at optimizing the physiological parameters, the results with reference to the diastolic pressure indicate a statistically insignificant difference, therefore the hypothesis is rejected.

In the experiment aimed at optimizing the physiological parameters, the results with reference to the vital capacity indicate a statistically insignificant difference, therefore the hypothesis is rejected.

Regarding the hypothesis according to which the integration into the sports training of some motor structures specific to tennis carried out in the aquatic environment can have a positive effect on the effort capacity of 10-11-year-old tennis players and can induce increases in physiological parameters, the results of the experiments from hypothesis perspective are still uncertain and requires more research on this. However, preliminary data show that water training may be beneficial for developing exercise capacity and improving performance in tennis athletes.

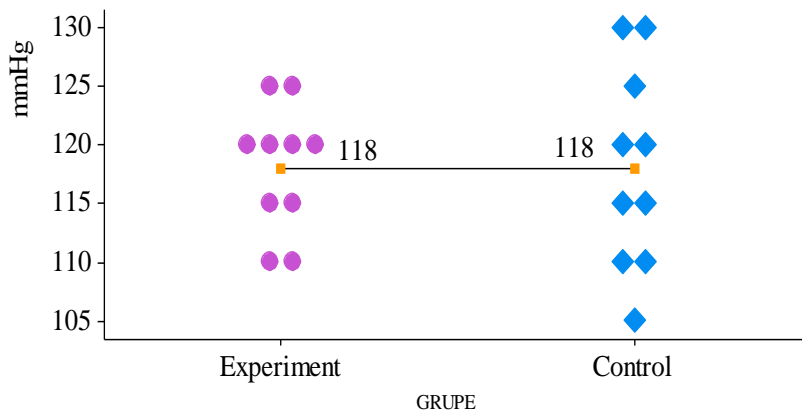
**Tabel 5. Systolic Blood pressure Test/Statistics**

Statistical indicators	Experiment	Control	Statistical indicators	Experiment-Control	
<b>Average</b>	118	118	Average difference	0.00	
<b>Median</b>	120.0	117.5	Average difference (%)	0.00%	
<b>Abaterea std.</b>	5.37	8.56	The non-parametric test Mann-Whitney	Z	p
<b>Minimum</b>	110	105		-	0.938
<b>Maximum</b>	125	130	Effect size	0.02	
<b>Amplitude</b>	15	25			
<b>Coef. variability</b>	4.6%	7.3%			

The mean systolic blood pressure has a value of 118 mmHg in both the experiment and the control. In the case of both groups the dispersion of the results is homogeneous. The size of the effect is very small, almost non-existent. The Mann-Whitney test (Mann, Lamberts & Lambert, 2013) indicates a statistically significant difference between the two groups, the significance threshold  $P = 0.938 > 0.05$ , for  $Z = -0.077$ .

*Synthesis*

Mean difference	Effect size	The difference between the groups is	Null hypothesis
0.00(0% )	Very low	statistically insignificant	Is accepted



**Figure 1. Diastolic blood pressure/ average representation**

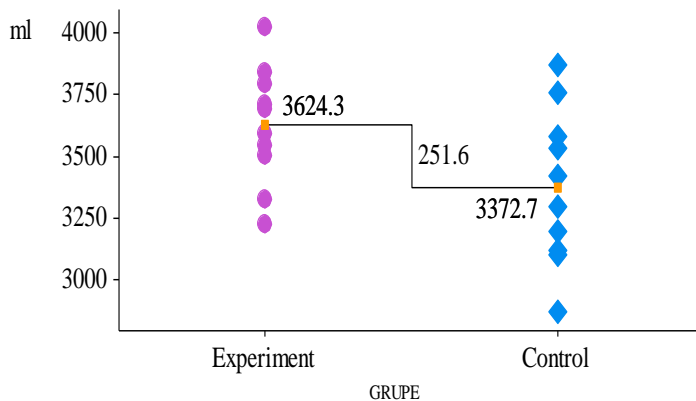
**Table 6.** Diastolic Blood pressure Test/Statistics

Statistical indicators	Experiment	Control	Statistical indicators	Experiment-Control	
<b>Average</b>	74.0	70.5	Average difference	3.5	
<b>Median</b>	72.5	70.0	Average difference (%)	4.73%	
<b>Abaterea std.</b>	4.59	6.85	The non-parametric test Mann-Whitney	Z	p
<b>Minimum</b>	70	60		--	0.151
<b>Maximum</b>	80	85	Effect size	1.435	
<b>Amplitude</b>	10	25		0.32	
<b>Coef. variability</b>	6.2%	9.7%			

The diastolic blood pressure is higher in the experiment Group on average with 3.5 mmHg (4.73%). The results are homogeneously dispersed for both groups. The size of the effect is medium. The results of the Mann-Whitney test (Mann, Lamberts & Lambert, 2013) indicate a statistically significant difference between the two groups, the significance threshold  $P = 0.151 > 0.05$ , for  $Z = -1,435$ .

*Synthesis*

Mean difference	Effect size	The difference between the groups is	Null hypothesis
3.5 (4.73% )	medium	statistically significant	Is accepted



**Figure 2.** Diastolic blood pressure/ average representation

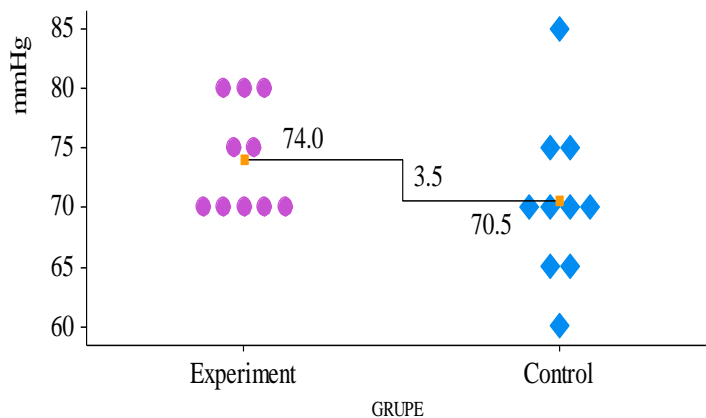
**Table 7.** Vital Capacity Test/Statistics

Statistical indicators	Experiment	Control	Statistical indicators	Experiment-Control	
<b>Average</b>	3624.3	3372.7	Average difference	251.6	
<b>Median</b>	3640.50	3357.75	Average difference (%)	6.94%	
<b>Abaterea std.</b>	241.39	316.17	The non-parametric test Mann-Whitney	Z	p
<b>Minimum</b>	3220	2865		-	0.070
<b>Maximum</b>	4026	3871	Effect size	1.814	
<b>Amplitude</b>	806	1006			
<b>Coef. variability</b>	6.7%	9.4%			

The average value for vital capacity is higher in the experiment Group with 251.6 ml (6.94%). The results are homogeneously dispersed for both groups. The size of the effect is medium to sea. The results obtained by the athletes of the two groups are not significantly different, according to the Mann-Whitney test. Significance threshold  $P = 0.070 > 0.05$ , for  $Z = -1,814$ .

*Synthesis*

Mean difference	Effect size	The difference between the groups is	Null hypothesis
251.6 (6.94% )	Medium to high	statistically insignificant	Is accepted



**Figure 3.** Vital capacity/ average representation



### ***Discussions***

Regarding the physiological parameters Igarashi and Nogami (2018) after conducting a study stated that exercise on land, aquatic exercise should have a beneficial effect by lowering blood pressure. In addition, aquatic exercise should lower the blood pressure of subjects with hypertension, and other forms of aquatic exercise besides swimming should also lower blood pressure.

According to a study carried out by Shei, Lindley, & Mickleborough, (2014), by practicing physical exercises and swimming in the aquatic environment, the functional capacity of the respiratory system (total lung capacity, expiratory reserve volume and inspiratory reserve volume) improves, as well as that of maximal oxygen absorption and consumption during exertion (Shei, Lindley, & Mickleborough, 2014).

Another study conducted by Yardley et al. (2012) attests to the fact that physical exercise in the aquatic environment contributes to maintaining a stable blood pressure - by improving circulation and cardiovascular health.

Following an experiment carried out in the aquatic environment, Moovethan and Nivethitha (2014) concluded that Aerobic exercise is specific to these physical activities, programmed systematically, continuously and gradually, with intensity and volume adapted to the objectives pursued, significantly improves cardiovascular resistance.

Kwok, So, Heywood, Lai and Ng (2022) concluded that running in the aquatic environment and variation in water temperature have a positive influence on maximal oxygen volume and physiological parameters but at the same time recommend in-depth studies on this aspect.

### **4. Conclusions**

The body's ability to adapt to effort is improved due to the versatility of the exercises applied in difficult conditions.

The hypothesis according to which the integration in the sports training of certain motor structures specific to tennis carried out in the aquatic environment can have a positive effect on the effort capacity the results of the experiments are still uncertain.

The coordinative and physical capacities of the aquatic environment (repetitions characterized by superior concentration parameters – request of Nas and skeletal muscle) produce positive accumulations on the tennisman's capacity of effort.

It is observed an improvement in the practical way of addressing unpredictable situations in training and in competition;

Even the progress of the experimental group was noticeable higher than the control group, the obtained results do not validate the research hypothesis. Nevertheless we recommend the implementation of such program which has beneficial effects that are found in the performances of 10-12-year-olds.

The small number of subjects negatively influences the research results.

The first limitation of our study derives from the small sample of participants

This aspect is related to the difficulties in identifying children who will accept belonging to an experiment involving physical exercise in a non-specific environment, as well as their willingness to engage in intervention programs, despite the fact that they can produce positive changes on sports training.

We recommend the use of these programs and in early stages as the engine profile of children involved in the sports performance of the formation during this period, and the uniquely diversified, adapted means (which manage to capture the interest) must be integrated into the conventional sports training programme.

## References

1. BOMPA, T.O. (2001). *Teoria și metodologia antrenamentului*. București: Editura Tana.
2. BRINKS, J., FRANKLIN, B.A. & SPRING, T. (2009). Water exercise in patients with and without cardiovascular disease: benefits, rationale, safety, and prescriptive guidelines. *American Journal of Lifestyle Medicine*, 3(4), 290-299.
3. CUMMING, I. (2017). *The health & wellbeing benefits of swimming*. Swim England's Swimming and Health Commission.
4. GÖRNER, K., KRUČANICA, L. & SAWICKI, Z. (2020). Selected socio-economic factors influencing swimming competency of secondary school students. *Journal of Physical Education and Sport*, 20(4), 1666–1672. <https://doi.org/10.7752/jpes.2020.04226>
5. IGARASHI, Y. & NOGAMI, Y. (2018). The effect of regular aquatic exercise on blood pressure: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Eur J Prev Cardiol*; 25(2):190-199. doi: 10.1177/2047487317731164. Epub 2017 Sep 15. PMID: 28914562.
6. KOVACS, M., CHANDLER, W. B., & CHANDLER, T. J. (2007). *Tennis Training: Enhancing On Court Performance*. Racquet Tech Publishing.
7. KWOK, M.M.Y., SO, B.C.L., HEYWOOD, S, LAI, M.C.Y., & NG, S.S.M. (2022). Effectiveness of Deep Water Running on Improving Cardiorespiratory Fitness, Physical Function and Quality of Life: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health*. Aug 1;19(15):9434. doi: 10.3390/ijerph19159434. PMID: 35954790; PMCID: PMC9367787.
8. MANN, T., LAMBERTS, R.P., & LAMBERT, M.I. (2013). Methods of prescribing relative exercise intensity: Physiological and practical considerations. *Sports Medicine*, 43(7), 613–625.
9. MEYER, K. & LEBLANC, M.C. (2008). Aquatic therapies in patients with compromised left ventricular function and heart failure. *Clinical and investigative medicine*, E90-E97.
10. MONEA, D., & MONEA, G. (2010). *Particularitățile antrenamentului sportiv în condiții speciale*. Mido Print.
11. MOOVENTHAN, A. & NIVETHITHA, L. (2014). Scientific evidence-based effects of hydrotherapy on various systems of the body. *North American Journal of Medical Sciences*, 6(5), 199–209.

- <https://doi.org/10.4103/1947-2714.132935>
12. NAGLE, E.F., SANDERS, M.E., & FRANKLIN, B.A. (2017). Aquatic High Intensity Interval Training for Cardiometabolic Health: Benefits and Training Design. *American Journal of Lifestyle Medicine*, 11(1), 64–76. <https://doi.org/10.1177/1559827615583640>
  13. SAWANE, M., & GUPTA, S. (2015). Resting heart rate variability after yogic training and swimming: A prospective randomized comparative trial. *International Journal of Yoga*, 8(2), 96. <https://doi.org/10.4103/0973-6131.154069>
  14. SHEI, RJ, LINDLEY, MR, & MICKLEBOROUGH, TD. (2014). Omega-3 polyunsaturated fatty acids in the optimization of physical performance. *Mil Med.* Nov;179(11 Suppl):144-56. doi: 10.7205/MILMED-D-14-00160. PMID: 25373099.
  15. TURDALIYEVICH, A.F., & PULATOVNA, A.B. (2020). Organization of Swimming Lessons in Preschool Institutions. *The american journal of social science and education innovations*, 2(07), 322-330
  16. YAPICI-OKSUZOGLU, A. (2020). The effects of theraband training on respiratory parameters, upper extremity muscle strength and swimming performance. *Pedagogy of Physical Culture and Sports*, 24(6), 316–322. <https://doi.org/10.15561/26649837.2020.0607>
  17. YARDLEY, J. E., KENNY, G.P., PERKINS, B.A., RIDDELL, M.C., MALCOLM, J., BOULAY, P., ... & SIGAL, R.J. (2012). Effects of performing resistance exercise before versus after aerobic exercise on glycemia in type 1 diabetes. *Diabetes care*, 35(4), 669-675.

## Influența Exercițiilor Fizice Effectuate în Mediul Acvatic Asupra Parametrilor Fiziologici la Jucătorii de Tenis de 10 -12 Ani

Miron Florin <sup>1</sup>

Monea Dan <sup>2</sup>

Ștefănescu Horea <sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Universitatea "Babeș-Bolyai" Cluj Napoca, Scoala Doctorală FEFS, România

**Cuvinte cheie:** *tenis, performanță, capacități aerobe, antrenament neconvențional.*

### Rezumat

Această lucrare își propune să evidențieze efectul exercițiilor fizice specifice jocului de tenis, desfășurate în mediul acvatic asupra parametrilor fiziologici ai jucătorilor din acest sport. Tenisul modern se caracterizează prin restructurarea conținutului pregătirii, în contextul amplificării spectacolului sportiv. Însemnătatea pregătirii fizice este unanim recunoscută, deoarece constituie suportul activității jucătorilor care astfel își pot valorifica posibilitățile tehnico-tactice și psihologice. În aceste condiții, necesitatea aplicării unor mijloace și metode de pregătire inedite, "neconvenționale" adecvate influențării pozitive a capacității de performanță, reprezintă din punctul nostru de vedere o preocupare esențială a specialistului din domeniul motricității. În timpul alergării prin apă, consumul de oxigen este de 3 ori mai mare, la o viteză de 50m/min, această valoare se poate obține la o viteză considerabil mai mică decât la o alergare pe uscat (Brinks, Franklin, & Spring, 2009).

### 1. Introducere

La fel ca antrenamentele desfășurate pe uscat, cele acvatice au un efect benefic prin scăderea tensiunii arteriale. Concluziile studiului realizat de Igarashi & Nogami (2018), indică faptul că exercițiile acvatice ar trebui să prezinte un impact pozitiv prin diminuarea tensiunii arteriale. Variația tensiunii arteriale sistolice a fost estimată la 8,4 mmHg, în timp ce variația tensiunii arteriale diastolice a fost estimată la 3,3 mmHg. Un alt studiu a concluzionat faptul că, practicarea sistematică a înotului scade semnificativ frecvența cardiacă de repaus, după un program de 12 săptămâni (Sawane & Gupta, 2015). Însemnătatea pregătirii fizice este unanim recunoscută, deoarece constituie suportul, axul central al activității jucătorilor care validează posibilitățile tehnico-tactice și psihologice. Consumul de oxigen ( $VO_2$ ), reprezintă cantitatea de oxigen (în ml), pe care sângele arterial îl cedează țesuturilor într-un minut.  $VO_2$  crește proporțional cu solicitarea efortului fizic (Shei, Lindley, & Mickleborough, 2014). Intercalarea judicioasă a mijloacelor convenționale cu cele "neconvenționale" adaptate (în care execuțiile practice să fie dublate de permanenta solicitare cerebrală, unde intervenția unor stimuli noi să solicite capacitatea de atenție obligând jucătorul să se autodepășească inducând astfel adaptări ale capacității de performanță) trebuie să reprezinte o cerință esențială a pregătirii actuale și o preocupare esențială a specialistului din domeniul motricității.

În aceste condiții considerăm necesară aplicarea sistematică a unor metode adaptate, *neconvenționale* de pregătire.

Actele și acțiunile motrice practicate în mediul acvatic prezintă caracteristici specifice datorate mediului nespecific de desfășurare (timing, echilibrare, parametrii de forță modificați) iar acumulările motrice obținute prin exersare în mediul acvatic pot fi transferate eficient în tenisul de câmp (transfer pozitiv).

Din punct de vedere biologic, efortul fizic și în special cel sportiv este un stimul (excitant) biologic adecvat care obligă organismul să răspundă prin manifestări electrice, mecanice, termice (Monea & Monea, 2010).

În literatura de specialitate există articole științifice ce demonstrează faptul că un program de gimnastică acvatică ce cuprinde, exerciții aerobice, alergare, sărituri specifice și diferite distanțe parcurse prin procedee de înot, îmbunătățește în mod semnificativ aportul de oxigen din sânge, frecvența cardiacă și forța musculară, astfel aceste programe sunt recomandate și persoanelor ce doresc să obțină o condiție fizică cât mai bună (Meyer & Leblanc, 2008; Nagle, Sanders & Franklin, 2017).

Diversitatea exercitiilor practicate în mediul acvatic au un impact pozitiv asupra marilor sisteme ale organismului și contribuie la creșterea capacității de efort a tenismanilor, factor determinant în jocul actual unde diferența poate fi făcută de fiecare mic detaliu.

Pe măsură ce un sportiv devine capabil să atingă niveluri înalte de performanță, volumul total de pregătire devine tot mai important (Bompa, 2001).

Considerăm că gradul de actualitate al lucrării constă în faptul că se înscrie pe linia preocupărilor de optimizare a pregătirii sportive (sub toate aspectele sale, incluzând dezvoltarea capacității de efort).

Valoarea practică a lucrării constă în faptul că demonstrează eficiența unor sisteme de acționare neconvenționale adaptate și reliefează rolul dezvoltării capacităților de efort în procesul de antrenament sportiv.

## 2. Materiale și metode

*Scopul cercetării.* Identificarea beneficiilor antrenamentelor de tenis în mediul acvatic asupra îmbunătățirii parametrilor fiziologici. selectarea unor materiale bibliografice relevante în antrenamentul de tenis de câmp actual în contextul fundamentării teoretice, selecția unor mijloace și elaborarea unei linii metodice neconvenționale (desfășurată în mediul acvatic) dedicată optimizării profilului fiziologic respectiv creșterii capacității de efort impusă de tenisul actual.

Monitorizarea unor parametri relevanți ai profilului fiziologic (tensiune sistolică și diastolică și capacitate vitală) analiza comparată a valorilor înregistrate, interpretarea acestora și enunțarea concluziilor care să releve eficiența (ineficiența) integrării mijloacelor menționate anterior în pregătirea sportivă

*Ipotezele cercetării.* Pregătirea actuală pentru performanță nu poate fi ancorată în forme sablon definitive așadar punctul de plecare în demersul practico-metodic propus are drept punct de plecare următoarea remarcă: dacă situațiile în care este transpus sportivul în procesul de pregătire, sunt diversificate și execuțiile au un dozaj corespunzător (volum, intensitate, complexitate) acumulările motrice

obținute prin exersarea specifică pot fi transferate eficient în tenisul de câmp (transfer pozitiv). Plecând de la considerentul că optimizarea pregătirii sportive în tenisul de câmp actual este condiționată de nivelul capacității de efort vom organiza (derula) un studiu experimental care va confirma/invalida ipoteza potrivit căreia integrarea în pregătire a unor structuri motrice specifice tenisului adaptate (desfășurate) în mediul acvatic va avea drept efect optimizarea capacității de efort al tenismenilor de 10-12 ani și va induce creșterea parametrilor fiziologici.

*Mijloace și metode.* Studiul bibliografic, organizarea-derularea unui studiu experimental, analiza grafică, relevanță statistică (media aritmetică, mediana, abaterea standard, coeficient de variație, amplitudinea).

*Metode și aparatură.* Spirometrul Cosmed K5 este un dispozitiv portabil care se utilizează în evaluarea funcției pulmonare în timpul exercițiilor fizice. Aceasta este o metodă utilă pentru a evalua capacitatea pulmonară, volumul respirator și debitul de aer la efort în vederea evaluării funcției respiratorii și de fitness la sportivi sau persoane cu probleme respiratorii. Acest spirometru oferă date precum volumul tidal, capacitatea vitală, debitul expirator maxim, oxigenul inspirat și expirat și multe alte parametri care pot fi folosite în scopul monitorizării și optimizării antrenamentelor. De asemenea, K5 permite evaluarea unui număr de parametri cardiovasculari precum frecvența cardiacă, tensiunea arterială și saturarea oxigenului, permițând astfel evaluarea globală a performanțelor sportive și de fitness. Aparatul a fost utilizat pentru monitorizarea capacității vitale, testul VAMEVAL fiind mijlocul de evaluare pentru acest parametru fiziologic.

*Teste utilizate.* Testul de teren constă într-o alergare progresivă între două linii trasate la o distanță de 20 metri una de cealaltă. Ritmul alergării este impus de un CD-player care emite bipuri sonore, jucătorul trebuie să parcurgă distanța între cele două linii în intervalul dintre bipuri. Jucătorul va urmări să se deplaseze cu o viteză de alergare, astfel încât să ajungă în dreptul liniei și să întoarcă în momentul bipului sonor.

*Subiecții experimentului și derularea experimentului.*

Subiecții experimentului în număr de 20 organizați în cele două grupuri experimentale convenționale (experimentală și de control), sunt angrenați în activitatea de performanță având numeroase participări la competiții de tenis de câmp.

În timp ce grupa de control a efectuat un program de pregătire standard conform planului de pregătire convențional, grupa experimentală a luat parte la stagii adaptate de pregătire (unde sistemele de acționare sunt adaptate mediului acvatic), stagii inserate în planul anual convențional. Mijloacele aplicate în cadrul programului adaptat, neconvențional se referă sintetic la: deplasări în apă, jocuri acvatice (volei, polo, badminton, exerciții imitative lovitură de dreapta și lovitură de rever utilizând rachete fara racordaj). Toate aceste mijloace sunt derulate în bazine de înot, unde sportivii au evoluat în apă cu adâncimea progresiv mărită (nivelul genunchiului, articulației coxofemorale, a cotului, a articulației scapulo-humerale).

Introducerea în programul de pregătire a exercițiilor din înot (free style) pe o distanță e 100-125m poate avea o contribuție semnificativă la îmbunătățirea parametrilor fiziologici.

Programul în apă rece, de scurtă durată, crește randamentul muschilor striati, astfel oboseala se instalează mai târziu (Knechtle et al., 2020).

Crește rezistența cardio-pulmonară - înotul antrenează și fortifică sistemul cardiovascular, sporind capacitatea inimii și plămânilor de a furniza oxigen mușchilor și de a elimina dioxidul de carbon (Muniz-Pardos et al., 2022).

Jucătorii de tenis componenți ai grupului experimental care au luat parte din cercetare au desfășurat exerciții fizice în mediul acvatic cu o medie de 7,5 ore pe parcursul unei luni.

Datorită unui efort fizic sistematic, dozat și adaptat particularităților și nevoilor fiecărui individ în parte, sistemul nervos, care coordonează întreaga activitate suferă o serie de modificări pozitive (Görner, Kručanica & Sawicki 2020; Turdaliyevich & Pulatovna, 2020; Yapici-Öksüzoğlu, 2020)

**Tabel 1.**  
*Testare inițială*  
*Teste fiziologice Grupa*  
*experimentală*

Nr. crt.	Name	Tensiunea sistolică și diastolică	Capacitate vitală
1	M.C	115-70	3348,5
2	F.I.	120-70	3480
3	A.M.	120-75	3650
4	F.S.	110-65	3285,5
5	S.C.	100-60	3860
6	F.A.	115-75	3530
7	S.D.	115-75	3115,5
8	P.M.	100-55	3360
9	P.A.	100-75	3575
10	S.A.	115-70	3060,5

**Tabel 2.**  
*Testare inițială*  
*Teste fiziologice Grupa de control*

Nr. crt.	Name	Tensiunea sistolică și diastolică	Capacitate vitală
1	S.R.	120-70	2755
2	O.K.	110-65	3435
3	L.C.	120-70	3320,5
4	H.E.	125-75	3800
5	R.G.	100-55	3000
6	M.S.	125-80	3220
7	T.D.	110-60	3475,5
8	M.R.	105-65	2985,5
9	N.S.	105-60	3100
10	R.A.	120-70	3635

**Tabel 3.**  
*Testare finală*  
*Teste fiziologice Grupa*  
*experimentală*

Nr. crt.	Name	Tensiunea sistolică și diastolică	Capacitate vitală
1	M.C	120-70	3590,5
2	F.I.	125-75	3710
3	A.M.	125-80	3840,5
4	F.S.	115-70	3500
5	S.C.	110-70	4025,5
6	F.A.	120-75	3795
7	S.D.	120-70	3325
8	P.M.	110-70	3545,5
9	P.A.	115-80	3690,5
10	S.A.	120-80	3220

**Tabel 4.**  
*Testare finală*  
*Teste fiziologice Grupa de control*

Nr. crt.	Name	Tensiunea sistolică și diastolică	Capacitate vitală
1	S.R.	120-70	2865
2	O.K.	115-70	3530
3	L.C.	125-75	3420,5
4	H.E.	130-75	3870,5
5	R.G.	110-65	3115
6	M.S.	130-85	3295
7	T.D.	115-60	3580
8	M.R.	105-70	3100,5
9	N.S.	110-65	3195,5
10	R.A.	120-70	3755

### 3. Rezultate și discuții

În cadrul experimentului vizând optimizarea parametrilor fiziologici, rezultatele cu referire la tensiunea sistolică indică o diferență ne semnificativă statistic, în consecință ipoteză se infirmă.

În cadrul experimentului vizând optimizarea parametrilor fiziologici, rezultatele cu referire la tensiunea diastolică indică o diferență ne semnificativă statistic, în consecință ipoteză se infirmă.

În cadrul experimentului vizând optimizarea parametrilor fiziologici, rezultatele cu referire la capacitatea vitală indică o diferență ne semnificativă statistic, în consecință ipoteză se infirmă.

În ceea ce privește ipoteza conform căreia integrarea în pregătirea sportivă a unor structuri motrice specifice tenisului desfășurate în mediul acvatic poate avea un efect pozitiv asupra capacității de efort a tenismenilor de 10-11 ani și poate induce creșteri ale parametrilor fiziologici, rezultatele experimentelor sunt încă incerte și necesită mai multe cercetări în acest sens.

Cu toate acestea, datele preliminare arată că antrenamentul în apă poate fi benefic pentru dezvoltarea capacității de efort și îmbunătățirea performanței sportivilor de tenis.



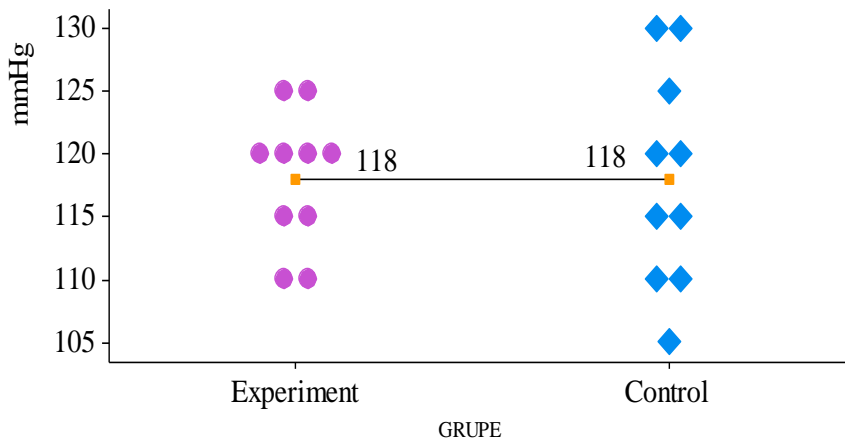
**Tabel 5.** Tensiunea sistolică/Statistică

Indicatori statistici	Experiment	Control	Indicatori statistici	Experiment-Control	
<b>Media</b>	118	118	Diferență medii	0.00	
<b>Mediana</b>	120.0	117.5	Diferență medii (%)	0.00%	
<b>Abaterea std.</b>	5.37	8.56	Testul neparametric Mann-Whitney	Z	p
<b>Minim</b>	110	105		-	0.938
<b>Maxim</b>	125	130	Mărime efect	0.077	0.02
<b>Amplitudine</b>	15	25			
<b>Coef. variabilitate</b>	4.6%	7.3%			

Tensiunea sistolică medie are valoarea 118 mmHg atât la experiment cât și la control. În cazul ambelor grupe dispersia rezultatelor este omogenă. Mărimea efectului este foarte mică, aproape inexistentă. Testul Mann-Whitney (Mann, Lamberts & Lambert, 2013) indică o diferență nesemnificativă statistic între cele două grupe, pragul de semnificație  $p=0.938 > 0.05$ , pentru  $Z = -0.077$ .

*Sinteză*

Diferență medii	Mărimea efectului	Diferența dintre grupe este:	Ipoteza de nul
0.00(0% )	foarte mică	nesemnificativă statistic	Se acceptă



**Figura 1** Tensiunea sistolică/ reprezentare medie

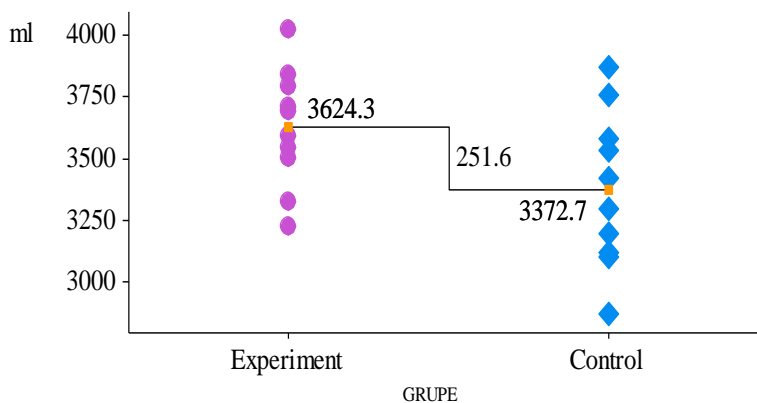
**Table 6.** Tensiunea sistolică/Statistică

Indicatori statistici	Experiment	Control	Indicatori statistici	Experiment-Control	
<b>Media</b>	74.0	70.5	Diferență medii	3.5	
<b>Mediana</b>	72.5	70.0	Diferență medii (%)	4.73%	
<b>Abaterea std.</b>	4.59	6.85	Testul neparametric Mann-Whitney	Z	p
<b>Minim</b>	70	60		--	0.151
<b>Maxim</b>	80	85	Mărime efect	0.32	
<b>Amplitudine</b>	10	25			
<b>Coef. variabilitate</b>	6.2%	9.7%			

Tensiunea diastolică este mai mare la grupa de experiment, în medie, cu 3.5 mmHg (4.73%). Rezultatele sunt dispersate omogen în cazul ambelor grupe. Mărimea efectului este mijlocie. Rezultatele testului Mann-Whitney (Mann, Lamberts & Lambert, 2013) indică o diferență nesemnificativă statistic între cele două grupe, pragul de semnificație  $p=0.151 > 0.05$ , pentru  $Z = -1.435$ .

### Sinteză

Diferență medii	Mărimea efectului	Diferența dintre grupe este:	Ipoteza de nul
3.5 (4.73% )	mijlocie	nesemnificativă statistic	Se acceptă



**Figura 2** Tensiunea diastolică/ reprezentare medie

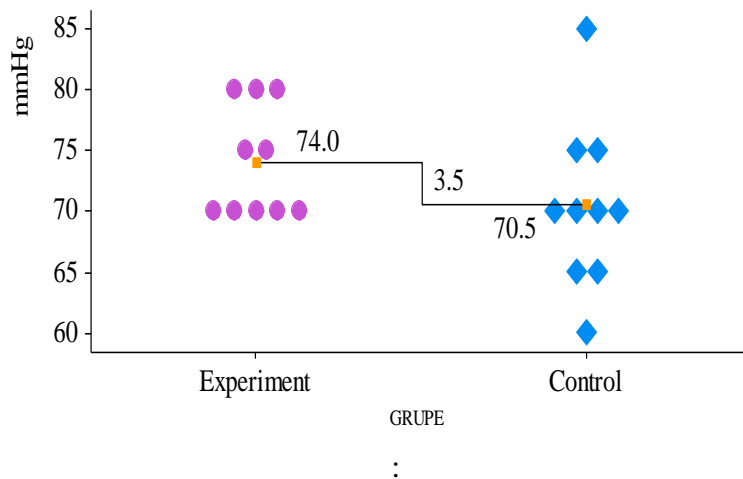
**Table.7** Capacitatea vitală/Statistică

Indicatori statistici	Experiment	Control	Indicatori statistici	Experiment-Control	
<b>Media</b>	3624.3	3372.7	Diferență medii	251.6	
<b>Mediana</b>	3640.50	3357.75	Diferență medii (%)	6.94%	
<b>Abaterea std.</b>	241.39	316.17	Testul neparametric Mann-Whitney	Z	p
<b>Minim</b>	3220	2865		-	0.070
<b>Maxim</b>	4026	3871	Mărime efect	1.814	0.41
<b>Amplitudine</b>	806	1006			
<b>Coef. variabilitate</b>	6.7%	9.4%			

Valoarea medie pentru capacitatea vitală este mai mare la grupa de experiment cu 251.6 ml (6.94%). Rezultatele sunt dispersate omogen în cazul ambelor grupe. Mărimea efectului este mijlocie spre mare. Rezultatele obținute de sportivii celor două grupe nu sunt semnificativ diferite, conform testului Mann-Whitney. Pragul de semnificație  $p=0.070 > 0.05$ , pentru  $Z = -1.814$ .

*Sinteză*

Diferență medii	Mărimea efectului	Diferența dintre grupe este:	Ipoteza de nul
251.6 (6.94% )	mijlocie spre mare	nesemnificativă statistic	Se acceptă



**Figure 3** Capacitatea vitală / reprezentare medie

### **Discuții**

În ceea ce privește parametrii fiziologici, Igarashi and Nogami (2018) în urma efectuării unui studiu au afirmat că exercițiul pe uscat, exercițiul acvatic ar trebui să aibă un efect benefic prin scăderea tensiunii arteriale. În plus, exercițiile acvatice ar trebui să scadă tensiunea arterială la subiecții cu hipertensiune arterială, iar alte forme de exerciții acvatice, în afară de înot, ar trebui să scadă și tensiunea arterială.

Potrivit unui studiu realizat de Shei, Lindley, & Mickleborough,(2014), prin practicarea exercițiilor fizice și înotul în mediul acvatic, se îmbunătățește capacitatea funcțională a sistemului respirator (capacitatea pulmonară totală, volumul de rezervă expirator și volumul de rezervă inspiratorie), precum și cea a absorbția și consumul maxim de oxigen în timpul efortului (Shei, Lindley, & Mickleborough, 2014).

Un alt studiu realizat de Yardley et al. (2012) atestă faptul că exercițiul fizic în mediul acvatic contribuie la menținerea unei tensiuni arteriale stabile – prin îmbunătățirea circulației și a sănătății cardiovasculare.

În urma unui experiment realizat în mediul acvatic, Mooventhan and Nivethitha (2014) au concluzionat că exercițiul aerobic este specific acestor activități fizice, programat sistematic, continuu și treptat, cu intensitatea și volumul adaptate obiectivelor urmărite, îmbunătățește semnificativ rezistența cardiovasculară.

Kwok, So, Heywood, Lai and Ng (2022) au concluzionat că alergarea în mediul acvatic și variația temperaturii apei au o influență pozitivă asupra volumului maxim de oxigen și asupra parametrilor fiziologici, dar în același timp recomandă studii aprofundate asupra acestui aspect.

### **4. Concluzii**

Capacitatea corpului de a se adapta la efort este îmbunătățită datorită versatilității exercițiilor aplicate în condiții dificile.

Capacitățile coordinative și fizice antrenate în mediul acvatic (repetări caracterizate prin parametrii superiori de concentrare - solicitare ai SNC și musculaturii scheletice) produc acumulări pozitive asupra capacității de efort a tenismanilor.

Ipoteza conform căreia integrarea în pregătirea sportivă a unor structuri motrice specifice tenisului desfășurate în mediul acvatic poate avea un efect pozitiv asupra capacității de efort rezultatele experimentelor sunt încă incerte

Capacitatea de adaptare a organismului la efort este îmbunătățită datorită versatilității exercițiilor aplicate în condiții îngreuiate;

Se observă o îmbunătățire a modului practic de abordarea situațiilor imprevizibile în antrenament și în competiție;

Chiar dacă progresul grupei experimentale a fost evident mai mare, *rezultatele obținute nu permit validarea ipotezei de cercetare*. Totuși noi recomandăm implementarea unui astfel de program cu efecte benefice care se regăsesc în performanțele copiilor de 10-12 ani.

Numărul mic de subiecți influențează în mod negativ rezultatele cercetării.

Prima limitare a studiului nostru derivă din eșantionul redus de participanți. Acest aspect este legat de dificultățile în identificarea copiilor care să accepte apartenența la un experiment care implică desfășurarea exercițiilor fizice într-un mediu nespecific, precum și de disponibilitatea acestora de a se implica în programele de intervenție, în ciuda faptului că ele pot produce modificări pozitive asupra pregătirii sportive.

Recomandăm utilizarea acestor programe și în stagiile timpurii deoarece profilul motor al copiilor implicați în performanța sportivă de formează în această perioadă, iar mijloacele diversificate inedite, adaptate (care reușesc să capteze interesul) trebuie să fie integrate în programul convențional de antrenament sportiv.



©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/>).