

DOI: 10.7251/SSH16018I

Originalni naučni rad

UDC: 796.012.1:796.386-51

Original Scientific Paper

RELACIJE MOTORIČKIH SPOSOBNOSTI I TEHNIČKO- TAKTIČKIH KARAKTERISTIKA STOLNOTENISAČA

VLADIMIR IVANEK¹, BRANIMIR MIKIĆ¹, MARIN ČORLUKA¹,
IVANA ČERKEZ¹, ANES ALIĆ²

¹Sveučilište u Mostaru, Fakultet prirodoslovno matematičkih i
odgojnih znanosti, Bosna i Hercegovina

²Stolnoteniski savez Bosne i Hercegovine

Korespondencija:

Docent dr. Vladimir Ivanek

Sveučilište u Mostaru, Fakultet prirodoslovno matematičkih i
odgojnih znanosti, Bosna i Hercegovina

Tel: + 38761946768

E-mail: v.ivanek@hotmail.com

RELATIONS BETWEEN MOTOR ABILITIES AND TECHNICAL AND TACTICAL CHARACTERISTICS OF TABLE TENNIS PLAYERS

VLADIMIR IVANEK¹, BRANIMIR MIKIĆ¹, MARIN CORLUKA¹, IVANA
CERKEZ¹, ANES ALIĆ²

¹University of Mostar, Faculty of Science and Education, Bosnia and
Herzegovina,

²Table Tennis Federation of Bosnia and Herzegovina

Correspondence:

Ph. D. Vladimir Ivanek

University of Mostar, Faculty of Science and Education,
Bosnia and Herzegovina

Tel: + 38761946768

E-mail: v.ivanek@hotmail.com

Sažetak: Ovo istraživanje je provedeno s ciljem utvrđivanja relacija između motoričkih sposobnosti i tehničko-taktičkih karakteristika stolnotenisača. Istraživanje je provedeno na uzorku od 48 najboljih seniora uzrasta od 18-36 godina (reprezentativni uzorak) u Bosni i Hercegovini. U tu svrhu primjenjen je sustav od (12) varijabli za procjenu bazičnih motoričkih sposobnosti, i (8) varijabli za procjenu tehničko-taktičkih karakteristika stolnotenisača. U cilju utvrđivanja relacija između bazičnih motoričkih sposobnosti i tehničko-taktičkih karakteristika stolnotenisača primjenjena je metoda kanoničke korelacijske analize. Dovođenjem u vezu ova dva prostora rezultiralo je izdvajanjem jednog kanoničkog faktora koji je statistički značajan. Najrelevantnije informacije za izdvoenu kanoničku komponentu daju koeficijenti strukture i kros-strukture. Koeficijenti strukture reprezentiraju korelacije izvornih varijabli s kanoničkom komponentom dobivenom iz skupa varijabli kome ta varijabla izvorno pripada, dok koeficijenti kros-strukture daju korelacije odgovarajuće izvorne varijable s kanoničkom komponentom koja je nastala u drugom setu varijabli. Na izoliranu kanoničku funkciju najveći značaj imaju varijable taping rukom, bacanje medicine 1kg forhendom, dohvata u sjedu, skok u dalj s mjesta, dok također nešto manji značaj pokazuju druge varijable, ali iz istih potprostora bazičnih motoričkih sposobnosti. Temeljem koeficijentata strukture može se rezimirati da sve tehničko-taktičke karakteristike visoko koreliraju sa čimbenikom izdvojenim iz ovog prostora što je i logično jer sve manifestne varijable predstavljaju jedan prostor (tehničko umijeće/vještina igranja). Varijable koje su vezane za fazu napada (inicijativa u poenu) i elemenata kretanja u igri (sigurnost i učinkovitost u napadačkoj igri iznad stola, sigurnost i učinkovitost prvog ulaza, učinkovitost kretanja u igri) značajnije su povezane s kanoničkim čimbenikom izdvojenim u prostoru motoričkih sposobnosti. Navedene varijable opisuju tehničke struk-

Abstract: This study was conducted with aim to determine the relations between motor skills and technical and tactical characteristics of table tennis players. The study was conducted on a sample of 48 of the best seniors with aged 18-36 years old (a representative sample) in Bosnia and Herzegovina. For this purpose was applied the system of (12) variables to estimate the basic motor skills, and (8) variables for evaluation of technical and tactical characteristics of table tennis players. In order to determine the relations between the basic motor skills and technical and tactical characteristics of table tennis players, the method applied was the method of canonical correlation analysis. Establishing the link between these two areas resulted in the separation of one canonical factor which was statistically significant. The most significant information for extracted canonical component gives the coefficients of the structure and the cross-structure. The coefficients of the structure represent the correlations of the original variables with canonical component derived from a set of variables to which this variable originally belongs, while coefficients of cross-structure provide correlations of adequate source variables with canonical component that was created in other set of variables. Onto the isolated canonical function the most significant influence have the variables of hand tapping, throwing a medicine 1kg ball by forehand, boom in gray, long jump from the place, while also slightly smaller significance show other variables, but from the same subspaces of basic motor abilities. Based on the coefficients of the structure can be summarized that all the technical and tactical characteristics highly correlate with the factor isolated from this area which is logical, because all manifest variables represent one area (technical skills / playing skill). The variables that are related to the attack phase (initiative in points) and elements of game movement (the safety and effectiveness of the attack over the table, safety and efficacy of the first entrance, efficiency of game movement) are significantly associated with canonical factor isolated in the area of motor abili-

ture u kojima se „nameće“ i održava inicijativa u poenu, a predstavljaju najagresivnije napadačke tehnike te u pravilu traže najveći motorički angažman. Stoga nije nikakvo iznenađenje što su upravo ove varijable tehničko-taktičke strukture najznačajnije povezane s čimbenikom izdvojenim u prostoru motoričkih sposobnosti.

Ključne riječi: stolnotenisači, motoričke sposobnosti, tehničko-taktičke karakteristike, kanonička korelacijska analiza.

Uvod

Suvremena stolnoteniska igra se karakterizira brzinom segmentarnih pokreta (ekstremiteta), eksplozivnom snagom, brzinom reakcije udarca uz optimalno savladavanje (poznavanje) rotacije loptice koja u velikoj mjeri utječe na samu izvedbu pojedinih udaraca-topspin elementa u cijelom prostoru igre (Kondrič, Hudetz, Koščak, Slatinšek, i Cerar, 2007). Brzina i spin su dva ključna elementa modernog sporta koji se igra s reketom. Brzina loptice je relativno vidljiva i od strane samog gledatelja, ali rotaciju loptice ili spin nije lako detektirati (Chiu i Tu, 2006).

Stolni tenis je kroz povijest iznimno napredovao, igra se ubrzala, poeni su brži a udarci snažniji i precizniji. Složenost izvođenja pojedinih tehničko-taktičkih elementa i veliki raspon udaraca traži od igrača maksimalnu fizičku i psihičku pripremu (Fei, i sur. 2010).

Složenost stolnoteniskog sporta dovela je do perfekcije pojedine tehničko-taktičke postavke u igri, te samim tim i pojedini stolnoteniski profili igrača imaju važnu ulogu u postizanju što boljeg rezultata u ovom dinamičnom sportu. Specifičnost stolnoteniske igre dovela je do toga da stolnotenisači za razliku od drugih sportaša pokazuju u prostoru motorike veću fleksibilnost, superiornost u eksplozivnoj snazi, bržu frekvenciju pokreta, agilnosti, superiornost u situacijskoj preciznosti, (Đokić, 2007).

Ovo istraživanje će doprinijeti boljem razumjevanju pojedinih sustava stolnoteniske igre te omogućiti dobivanje važnih saznanja o relacijama motoričkih sposobnosti i tehničko-taktičkih karakteristika stolnotenisača. Ovim istraživanjem će se pokušati definirati određeni tehničko-taktički profili igrača s obzirom na njihove motoričke sposobnosti i tehničko-taktičke karakteristike.

Osnovni cilj ovog istraživanja je utvrđivanje relacija između motoričkih sposobnosti i tehničko-taktičkih karakteristika stolnotenisača.

ties. These variables describe technical structures in which “imposes” and maintains the initiative in the point, and are the most aggressive attack techniques, and generally seek the largest motor engagement. No surprises then that exactly these variables of technical and tactical structures are significantly associated with the factor isolated in the area of motor abilities are the most important.

Keywords: table tennis players, motor abilities, technical and tactical characteristics, canonical correlation analysis.

INTRODUCTION

Contemporary table tennis game is characterized by speed of segmented movements (limbs), explosive strength, speed reaction of the hit/impact with the optimal overcoming (the knowledge) the rotation of the ball, which largely affects the very performance of individual hits-topspin elements in the entire game area (Kondrič, Hudetz, Koščak, Slatinšek, & Cerar, 2007). Speed and spin are the two key elements of modern sport that is played with a racquet. Speed of the ball is relatively visible by the viewer himself, but the rotation of the ball or the spin is not easy to detect (Chiu & Tu, 2006).

Throughout the history table tennis has extremely advanced, the game speeded up, points are faster and hits stronger and more precise. The complexity of the performance of individual technical and tactical elements and a wide range of strikes require of players maximum physical and mental preparation (Fei, et al., 2010).

The complexity of the table tennis sport led to the perfection of the individual technical and tactical settings in the game, and thus the individual profiles of table tennis players play an important role in achieving the best results in this dynamic sport. Specificity of the table tennis game led to the fact that table tennis players, unlike other athletes, show in the area of kinesiology greater flexibility, superiority in explosive strength, faster movement frequency, agility, superiority in the situation precision, (Djokic, 2007).

This research will contribute to a better understanding of individual table tennis systems of the game, and provide the relevant information on relations of motor skills and technical and tactical characteristics of table tennis players. This research will try to define certain technical and tactical player profiles considering their motor skills and technical and tactical characteristics.

The main goal of this research is to determine the relation between motor skills and technical and tactical characteristics of table tennis players.

METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

Uzorak ispitanika

Uzorak ispitanika čini 48 najboljih seniora uzrasta od 18-36 god. (reprezentativni uzorak) u Bosni i Hercegovini. Uzorak ispitanika je odabran temeljem kvalifikacijskog turnira svih registriranih stolnotenisača Bosne i Hercegovine. Najboljih 48 stolnotenisača s kvalifikacija su izborili sudjelovanje na državnom prvenstvu.

Uzorak varijabli

Varijable motoričkih sposobnosti

Za procjenu bazičnih motoričkih sposobnosti upotrijebljeni su standardizirani testovi (Mikić, 2000; Ahmetović, 1987). Testovi su kroz dosadašnja istraživanja pokazali zadovoljavajuće metrijske karakteristike.

Procijenjene su sledeće motoričke sposobnosti: eksplozivna snaga, repetitivna snaga, koordinacija-agilnost, brzina frekvencije pokreta i fleksibilnost

Za procjenu eksplozivne snage primjenjeni su sledeći testovi:

1. **(MFESDM)** – skok u dalj s mjesta
2. **(MFE20V)** – trčanje iz visokog starta na 20 metara
3. **(MESFOR)** – bacanje medicine 1kg imitacijom forehand tehnike*
4. **(MFEBML)** – bacanje medicine iz ležanja na leđima

*Kineziološki fakultet u Zagrebu

Za procjenu repetitivne snage primjenjeni su sledeći testovi:

1. **(MRC DLC)** – ležanje – sjed za 30 s
2. **(MRCIST)** – ispravljanje trupa

Za procjenu koordinacije – agilnosti primjenjeni su sledeći testovi:

1. **(MAGTUP)** – trčanje u pravokutniku – koverta test
2. **(MAGKUS)** – koraci u stranu

Za procjenu brzine frekvencije pokreta primjenjeni su sledeći testovi:

1. **(MBFTAP)** – taping rukom
2. **(MBFTAN)** – taping nogom

Za procjenu fleksibilnosti primjenjeni su sledeći testovi:

1. **(MFLDSI)** – dohvat u sjedu
2. **(MFLISK)** – iskret s palicom

Varijable za procjenu tehničko-taktičkih karakteristika igrača

Ove varijable su odabrane temeljem rezultata dosadašnjih znanstvenih istraživanja te na teoretskim (stručna stolnoteniska literatura) i empirijskim znanjima vezanim uz karakteristike stolnoteniskog sporta, (Đokić, 2001; Munivrana, 2011), koji su doprinijeli rješavanju tehničko-taktičkih zahtjeva same igre.

RESEARCH METHODOLOGY

Pattern of respondents

Pattern of respondents was made of 48 best seniors aged from 18-36 years old (representative sample) in Bosnia and Herzegovina. The sample respondents were selected based on Qualifications tournament of all registered table tennis players in Bosnia and Herzegovina. The top 48 table tennis players from qualification have won to participate in National Championship.

Pattern of variables

Motor skills variables

For the evaluation of basic motor skills were used standardized tests (Mikić, 2000; Ahmetović, 1987). Tests, through previous studies have shown satisfactory metric characteristics/properties.

The following motor skills were evaluated: explosive strength, repetitive strength, coordination – agility, speed of movement frequency and flexibility.

For the assessment of explosive strength following tests were applied:

1. **(MFESDM)** - long jump with places
2. **(MFE20V)** - running from a standing start to 20 meters
3. **(MESFOR)** - 1kg medicine ball toss imitating the forehand technique *
4. **(MFEBML)** - throwing a medicine ball from lying on the back

* Faculty of Kinesiology in Zagreb

For the assessment of repetitive strength the following tests were applied:

1. **(MRC DLC)** - Lying – sitting for 30 seconds
2. **(MRCIST)** – lifting the trunk

For the assessment of coordination - agility the following tests were applied:

1. **(MAGTUP)** - running in a rectangle - envelope test
2. **(MAGKUS)** - side steps

For the assessment of speed movement frequency the following tests were applied:

1. **(MBFTAP)** - hand tapping
2. **(MBFTAN)** - foot tapping

For the assessment of flexibility the following tests were applied:

1. **(MFLDSI)** - reach while sitting
2. **(MFLISK)** – twist with the handle

The variables to assess the technical and tactical characteristics of players

These variables were selected based on the results of previous scientific research and the theoretical (professional table tennis literature) and empirical knowledge concerning the characteristics of table tennis sport (Djokic,

Za procjenu tehničko-taktičkih karakteristika igrača primjenjene su sljedeće varijable:

- **Faza pripreme vlastitog i onemogućavanje protivničkog napada** (protivniku se nastoji onemogućiti stjecanje inicijative u poenu te se nastoji ostvariti vlastita napadačka prednost).
 1. **(EFSERV)** - Učinkovitost servisa
 2. **(EFOPIO)** - Učinkovitost u onemogućavanju protivničkog i pripremi vlastitog napada
- **Faza napada** (igrač prvi ulazi i ima inicijativu u poenu)
 1. **(SIEFNA)** - Sigurnost i učinkovitost u napadačkoj igri iznad stola
 2. **(SIEFPU)** - Sigurnost i učinkovitost prvog ulaza
 3. **(EFKONA)** - Učinkovitost u kontinuiranoj napadačkoj aktivnosti
- **Faza obrane** (igra u fazi kada je protivnik prvi ostvario inicijativu u poenu)
 1. **(EFPAOB)** - Učinkovitost u pasivnoj obrani
 2. **(EFAOBR)** - Učinkovitost u aktivnoj obrani
- **Elementi kretanja** (sve vrste kretanja u igri)
 1. **(EFKREI)** - Učinkovitost kretanja u igri

Metode obrade podataka

Relacije između istraživanih prostora utvrđene su kanoničkom korelacijskom analizom. U skladu s ovom metodom izračunate su vrijednosti: koeficijent kanoničke korelacije između dva niza kanoničkih varijabli R, njima pripadajući koeficijent determinacije (R_2) vrijednosti HI-kvadrat testa (H_2) stupnjeva slobode (DF) i vjerojatnost javljanja pogreške zaključivanja (P).

REZULTATI I DISKUSIJA

Relacije motoričkih sposobnosti – tehničko-taktičkih karakteristike stolnotenisača

U ovom istraživanju prostor tehničko-taktičkih karakteristika stolnotenisača reflektiran je preko 8 varijabli koje operacionaliziraju prostor tehničko-taktičkih karakteristika (učinkovitost servisa, učinkovitost u onemogućavanju protivničkog i pripremi vlastitog napada, sigurnost i učinkovitost u napadačkoj igri iznad stola, sigurnost i učinkovitost prvog ulaza, učinkovitost u kontinuiranoj napadačkoj aktivnosti, učinkovitost u pasivnoj obrani, učinkovitost u aktivnoj obrani, učinkovitost kretanja u igri). Prostor bazičnih motoričkih sposobnosti stolnotenisača obuhvatio je 12 varijabli.

Operacionalizacija motoričkih sposobnosti izvršena je posredstvom 12 sljedećih varijabli: skok u dalj s mjesta, trčanje iz visokog starta na 20 metara, bacanje

2001 Munivrana, 2011), which contributed to solving the technical and tactical demands of the game itself.

For the assessment of the technical and tactical characteristics of players the following variables were applied:

- **The preparation phase of their own and disabling opponent attack** (you endeavor to prevent the opponents' achieving in points and trying to achieve its own offensive advantage).
 1. **(EFSERV)** - The efficiency of service
 2. **(EFOPIO)** - The effectiveness in preventing the opponents' attack and in preparation of your own attacks
- **Phase of the attack** (player first enters and owns the initiative in points)
 1. **(SIEFNA)** - Sureness and effectiveness in attacking game over the table
 2. **(SIEFPU)** - Sureness and efficacy of the first entrance
 3. **(EFKONA)** - Efficiency in continuous attack activity
- **Phase of the defense** (game at the stage when the opponent has first achieved the initiative in points)
 1. **(EFPAOB)** - The effectiveness of the passive defense
 2. **(EFAOBR)** - The effectiveness of the active defense
- **The elements of movement** (all kinds of movement in the game)
 1. **(EFKREI)** - The efficiency of movement in the game

Methods for data analysis

Relations between the studied areas were determined by canonical correlation analysis. In accordance with this method these values were calculated: coefficient of canonical correlation between the two lines of canonical variables R, accompanying coefficient of determination (R^2) value of HI-square test (H_2) degrees of freedom (DF) and the probability of conclusion mistake occurrence (P).

RESULTS AND DISCUSSION

Relations of motor skills - technical and tactical characteristics of table tennis players

In this research area of technical and tactical characteristics of table tennis players is reflected through 8 variables that operate the area of technical and tactical characteristics (efficiency of service, efficiency in preventing the opponents' attack and the preparation of your own attacks, sureness and efficiency in the attacking game over the table, the sureness and efficacy of the first entrance, efficiency in continuous attack activities, the effectiveness of the passive defensive, efficiency in active defense, efficiency of game movement). Area of basic motor abilities of table tennis players included 12 variables.

Operating the motor skills was carried out through 12 following variables: long jump with places, running

medicinke 1kg imitacijom forhend tehnike, bacanje medicinke iz ležanja na leđima, ležanje-sijed za 30 sekundi, ispravljanje trupa, trčanje u pravokutniku, koraci u stranu, taping rukom, taping nogom, dohvat u sijedu, iskret s palicom.

Dovođenjem u vezu ova dva prostora rezultiralo je izdvajanjem jednog kanoničkog faktora koji je statistički značajan. Relacije između tehničko-taktičkih karakteristika stolnotenisača i motoričkih sposobnosti prikazane su u (Tablici 1.).

Tablica 1. Kanoničke korelacije i testovi značajnosti za varijable iz skupa tehničko-taktičke karakteristike i motoričke sposobnosti stolnotenisača / **Table 1.** Canonical correlation and tests significant for the variables from a set of technical and tactical characteristics and motor skills of table tennis players

	P	ρ^2	F-test	df1	df2	P
1	.75	.56	58.36	2	46	.000

ρ = kanonička korelacija, ρ^2 = koeficijent kvazikanoničke determinacije /
 ρ = canonical correlation, ρ^2 = coefficient of canonical determination

Magnituda kanoničke korelacije iznosi $\rho=.75$ što znači da izolovani čimbenik obuhvaća oko 56% kanoničke varijance ova dva skupa varijabli.

Za smislenu interpretaciju relevantni su kanonički koeficijenti koji predstavljaju pondere kojima se multipliciraju izvorne varijable kako bi se formirala odgovarajuća kanonička komponenta, no najrelevantnije informacije daju koeficijenti strukture i kros-strukture (Tablica 2.). Koeficijenti strukture reprezentiraju korelacije izvornih varijabli s kanoničkom komponentom dobivenom iz skupa varijabli kome ta varijabla izvorno pripada, dok koeficijenti kros-strukture daju korelacije odgovarajuće izvorne varijable s kanoničkom komponentom koja je nastala u drugom setu varijabli. Koeficijenti sklopa nisu analizirani jer se radi o slučaju samo s jednim izdvojenim čimbenikom.

Tablica 2. Kanonički koeficijenti, struktura i kros-struktura tehničko-taktičkih karakteristika na izdvojeni kanonički faktor / **Table 2.** Canonical coefficients, structure and cross-structure of technical and tactical characteristics onto the isolated canonical factor

	Kanonički koeficijenti / Canonical coefficients	Koeficijenti Strukture / Structure coefficients	koeficijenti kros-strukture / Cross-structure coefficients
Učinkovitost servisa / The efficiency of service	-.319	-.801	-.525
Onemog.protiv.nap. / Disabling the op.attack	-.333	-.830	-.548
Učink.napad.igre / The effic. of att.game	-.417	-.870	-.687
Sigurnost prvog ulaza / Sureness of fr.entrance	-.438	-.885	-.721
Kontinuirani napad / Continuous attack	-.314	-.702	-.518
Pasivna odbrana / Passive defense	-.249	-.634	-.409
Aktivna odbrana / Active defense	-.296	-.765	-.488
Učinkovitost kretanja / The effic.of movement	-.416	-.757	-.686

from a standing start to 20 meters, throwing 1kg medicine ball imitating forehand technique, throwing a medicine ball from lying on the back, lying-sitting for 30 seconds, lifting the trunk, running in rectangle, side steps, hand tapping, foot tapping, reach while sitting, twist with the handle.

Establishing the link between these two areas resulted with the separation of one canonical factor that is statistically significant. Relations between technical and tactical characteristics of the table tennis players and motor skills are shown in (Table 1).

The magnitude of the canonical correlation is $\rho = .75$, which means that an isolated factor comprises about 56% of canonical variance of these two sets of variables.

For a meaningful interpretation of the relevant canonical coefficients representing ponders which multiply the original variables in order to form a corresponding canonical component, but the most relevant information provide structure and cross-structure coefficients. (Table 2). The coefficients of structure represent the correlations of the original variables with canonical component derived from a set of variables to which this variable originally belongs, while coefficients of cross-structure provide correlations of adequate source variable with canonical component that was created in the other set of variables. The coefficients of the set were not analyzed because it is a case of just one isolated factor.

Temeljem koeficijenata strukture može se rezimirati da sve tehničko-taktičke karakteristike visoko koreliraju sa čimbenikom izdvojenim iz ovog prostora što je i logično jer sve manifestne varijable predstavljaju jedan prostor (tehničko umijeće/vještina igranja). Varijable koje su vezane za fazu napada (inicijativa u poenu) i elemenata kretanja u igri (sigurnost i učinkovitost u napadačkoj igri iznad stola, sigurnost i učinkovitost prvog ulaza, učinkovitost kretanja u igri) značajnije su povezane s kanoničkim čimbenikom izdvojenim u prostoru motoričkih sposobnosti.

Navedene varijable opisuju tehničke strukture u kojima se „nameće“ i održava inicijativa u poenu, a predstavljaju najagresivnije napadačke tehnike te u pravilu traže najveći motorički angažman. Stoga nije nikakvo iznenađenje što su upravo ove varijable tehničko-taktičke strukture najznačajnije povezane s čimbenikom izdvojenim u prostoru motoričkih sposobnosti.

Based on the coefficients of the structure, we can summarize that all the technical and tactical characteristics highly correlate with the factor isolated from this area which is logical because all manifest variables represent one area (technical skills / skill of the game). The variables that are related to the attack phase (initiatives in points) and elements of movement in the game (sureness and effectiveness of the attack game over the table, sureness and efficacy of the first entrance, efficiency of movement in the game) are significantly associated with canonical factor isolated in the area of motor abilities.

These variables describe technical structures in which is “imposed” and maintained the initiative in the points, and represent the most aggressive attack techniques, and generally ask the largest motor engagement. No surprises then that exactly these variables of technical and tactical structures are significantly associated with the factor isolated in the area of motor abilities are the most important.

Tablica 3. Kanonički koeficijenti, struktura i kros-struktura motoričkih sposobnosti na izdvojeni kanonički čimbenik / **Table 3.** Canonical coefficients, structure and cross-structure of motor abilities on isolated canonical factor

	kanonički koeficijenti / Canonical coefficients	Koeficijenti strukture / Structure coefficients	koeficijenti kros-strukture / Cross-structure coefficients
Lezanje-sijed 30 sec. / Lying-sitting 30 sec.	-.102	-.382	-.182
Ispravljjanje trupa / Lifting the trunk	.054	.056	.091
Bac. med.1kg.forhend / 1kg forehand med.ball toss	-.410	-.896	-.704
Dohvat u sijedu / Reach while sitting	-.407	-.817	-.700
Iskret s palicom / Twist with the handle	.046	.061	-.080
Taping rukom / Hand tapping	-.476	-.924	-.818
Taping nogom / Foot tapping	-.124	-.400	-.213
Koraci u stranu / Side steps	.329	.867	.564
Koverta test / Envelope test	.166	.413	.284
Skok u dalj s mjesta / Long jump with places	-.362	-.912	-.621
Sprint iz vis. st. 20m / Sprint run from a standing start to 20 meters	.200	.661	.344
Bacanje med. iz lež. / Med. ball tos while lying	-.318	-.659	-.546

Temeljem dobivenih rezultata može se zaključiti da varijable koje se odnose prije svega na eksplozivnu snagu, fleksibilnost i brzinu pojedinačnih pokreta, reflektiraju prostor motoričkih sposobnosti. Temeljem strukture kanoničkih faktora u prostoru bazičnih motoričkih sposobnosti (Tablica 3.), može se konstatirati da je značajan kanonički faktor mješovitog tipa a povezan je značajnije s prostorom tehničko-taktičkih karakteristika stolnotenisača. Zastupljen je pojedinačnim varijablama u tri potprostora (eksplozivne snage donjih ekstremiteta i ramenog pojasa, fleksibilnosti i brzine frekvencije pokreta rukom).

Based on the results, we can conclude that the variables related primarily to the explosive strength, flexibility and speed of individual movements reflect the area of motor abilities. Based on the structure of canonical factors in the area of basic motor skills (Table 3), it can be concluded that is significant canonical factor of mixed type and is significantly associated with the area of technical and tactical characteristics of table tennis players. It is included with the individual variables in three subspaces (explosive strength of the lower extremities and shoulders, flexibility and frequency of hand movement).

Na izoliranu kanoničku funkciju najveći značaj imaju varijable tapping rukom, bacanje medicine 1kg forhendom, dohvat u sjedeu, skok u dalj s mjesta, dok također nešto manji značaj pokazuju druge varijable, ali iz istih potprostora bazičnih motoričkih sposobnosti.

Kao ukupno gledano najznačajniji prediktor u analizama kojima je utvrđena povezanost motoričkih sposobnosti i tehničko-taktičke učinkovitosti stolnotenisača definirana je varijabla za procjenu frekvencije pokreta odnosno tapping rukom. Ova varijabla značajni je prediktor u svim analizama što ustvari govori o visokoj vrijednosti frekvencije pokreta kao mjere motoričkog statusa stolnotenisača.

Za ovu činjenicu može se izdvojiti nekoliko razloga, ali u prvom redu razloga sadržan je u tome što varijabla tapping rukom, mada prvenstveno varijabla za procjenu frekvencije pokreta u sebi saturira jednu izuzetno važnu motoričku sposobnost u stolnom tenisu, a to je ustvari brzina jednostavnog pokreta. Stolni tenis je sport brzine (Kondrič, i sar. 2013).

Brzina frekvencije pokreta ruke važna je s aspekta tehničko-taktičkih karakteristika jer ukazuje na kvalitetu intermuskularne koordinacije (pravovremeno uključivanje agonističkih i antagonističkih mišićnih jedinica) koja je iznimno bitna za kvalitetno i precizno izvođenje različitih tehnika udarca u stolnom tenisu.

Varijabla tapping rukom ustvari je sastavljena od većeg broja ponavljanja brzine jednostavnog pokreta, jasno je kako je upravo brzina jednostavnog pokreta mjera koja sama po sebi definira pravu prirodu povezanosti između tappinga rukom i tehničko-taktičke učinkovitosti.

Ono što je međutim zanimljivo za primijetiti je da varijabla tapping rukom saturira dvije brzine jednostavnog pokreta i to: brzinu jednostavnog pokreta u kretnji koja je definirana angažmanom prsne muskulature i muskulature prednje strane ramena (forhend kretnja), ali i kretnji jednostavnog pokreta koja je definirana angažmanom leđne i stražnje ramene muskulature (bekhend kretnja). Ovo daje jasnu sliku o stvarnoj prirodi povezanosti varijable tapping rukom s tehničko-taktičkom uspješnošću stolnotenisača.

Druga varijabla koja je u većini slučajeva značajan prediktor u objašnjavanju tehničko-taktičke uspješnosti stolnotenisača jeste varijabla za procjenu eksplozivne snage ruku i ramenog pojasa. Snaga ruku je potrebna za brze i jake udarce, prvenstveno prilikom završnih udarača, i ona se manifestira kao eksplozivna snaga. Eksplozivnu snagu u stolnoteniskoj igri može se promatrati kao sposobnost izvođenja brzih (eksplozivnih) pokreta uz konstantno opterećenje, na koju ne smije utjecati umor, a

On isolated canonical function most significant influence have variables like hand tapping, throwing a 1kg medicine ball by forehand, reach while sitting, long jump with places, while also slightly smaller significance show other variables, but from the same subspaces of basic motor abilities.

In overall picture the most significant predictor in the analysis that established the connection between motor skills and technical and tactical effectiveness of table tennis players defined a variable to assess the frequency of movement, or hand tapping. This variable is a significant predictor in all analyzes, that actually speaks about the high value of the motion frequency as a measurement for motor status of table tennis players.

In order to confirm this fact, can be allocated a number of reasons, but first reason is contained in the statement that a hand tapping variable, although primarily a variable to assess the frequency of movement, saturates a very important motor skill in table tennis and it is in fact speed of a simple movement. Table tennis is a sport of speed (Kondrič, et al. 2013).

Speed frequency of hand movement is important in terms of technical and tactical characteristics as it indicates the quality of intramuscular coordination (the timely included agonistic and antagonistic muscle units), which is extremely important for the quality and precise performance of various techniques of hits in table tennis.

Hand tapping variable is actually made up of a large number of repetitions of simple speed movements, it is clear that it is the speed of simple movement a measure which itself defines the true nature of the connection between hand tapping and technical and tactical efficiency.

However, what is interesting to note is that the hand tapping variable saturates the two speeds of simple movement, namely: the speed of simple movement in the motion that is defined engagement pectoral muscles and muscles of the front of the shoulder (forehand movement), but also the motion of simple movement that is defined by engagement of the back and back shoulder muscles (backhand motion). This gives a clear picture and the true nature of the connection between hand tapping variable and the technical and tactical successfulness of the table tennis players.

Another variable that is in most cases a significant predictor in explaining the technical and tactical performance of table tennis players is variable to assess explosive strength of arms and shoulders. The strength of and arm is needed for quick and powerful hits, especially during the final strikes, and it manifests as an explosive strength. Explosive strength in table tennis game can be seen as the ability to perform fast (explosive) movements

čiji je cilj brzina poentiranja i svladavanje prostora u što kraćem vremenu (brza kretanja).

Eksplozivnost daje snagu udarca i mogućnost brzog starta u bilo kojem pravcu. Snaga mišića ramenog pojasa značajna je u velikoj mjeri za bolje performanse spin udaraca u stolnom tenisu. Snaga ruku i ramenog pojasa je potrebna za brze i jake udarce, prvenstveno prilikom završnih udaraca.

Kod izvođenja dinamičnih udaraca velika brzina reketa postiže se ako se ubrzavanje koristi stalno i progresivno uz pretpostavku da je suradnja mišićnih skupina uključenih u tijek pokreta ispravno koordinirana.

S aspekta izvođenja udaraca, forhend i bekhend, udarce omogućavaju rotatori trupa, mišići ramenog pojasa i ruku, a sudjeluju mišići nogu i leđa. Igrač treba da razvije veliku snagu u brzim pokretima.

Relativan doprinos dvoglavog mišića nadlaktice i velikog grudnog mišića je najvažniji kod udaraca, njihova uloga je da poveća snagu i jačinu udarca igrača. Dvoglavi mišić nadlaktice ima još značajniju ulogu u brzini forhenda. Osim toga, veliki leđni mišić je mišić koji se najviše koristi pri velikim brzinama loptice u stolnom tenisu.

Velik utjecaj na brzinu udarca ima eksplozivna snaga ruku, ramenog pojasa i trupa, ali taj utjecaj opada kod tehnički složenijih udaraca.

Snaga mišića nogu, naročito opružaća zglobova kuka, koljena i skočnog zglobova, kao i odmicača nogu, uvjetuje sposobnost eksplozivnih skokova i brzih kretanja lijevo-desno, naprijed-natrag, veoma potrebnih stolnotenisačima.

Fleksibilnost omogućuje stolnotenisačima elastičnu muskulaturu i mišićne pripoje kao i pokretljive zglobove, koji igraču omogućuju brze prelaze iz jednog sustava igre u drugi, kao i promjene pravca kretanja pojedinih dijelova i cijelog tijela.

Jedna od temeljnih karakteristika fleksibilnosti je njezina specifičnost, tj. opseg pokreta je različit za svaki zglob, a fleksibilnost također ovisi i o pokretu (statika, dinamika).

Dinamička fleksibilnost predstavlja sposobnost izvođenja dinamičkih pokreta kroz puni opseg pokreta u određenom zglobu (npr. kod izvođenja servisa potrebna je fleksibilnost šake, brzina trzaja u zapešću i preciznost).

Stolnotenisači se u velikoj mjeri stavljaju u različite dinamičke situacije, što sa psihofizičkog stajališta rezultira kreiranjem velikog broja motoričkih programa potrebnih prilikom raznih akcija ili reakcija.

Za dobru tehniku izvođenja udaraca u stolnom tenisu potrebna je optimalna fleksibilnost.

with constant loading, that cannot be affected by fatigue and which aims to speed scoring and mastering the space as soon as possible (rapid movement).

Explosiveness gives the force of impact and the possibility of a fast start in any direction. The strength of the shoulder belt muscles is important to a large extent for the performance of spin strikes in table tennis. The strength of arms and shoulder belt is required for fast and powerful hits, especially during the final hits.

When performing dynamic strikes high racket speed is achieved if the acceleration is used constantly and progressively assuming the cooperation of muscle groups involved in the flow of movement properly coordinated.

In terms of execution strikes, forehand and backhand, strikes are allowed by torso rotators, shoulder and arm muscles, and also leg and back muscles participate. The player needs to develop a major force in the fast movements.

The relative contribution of the biceps brachii and pectoralis major is the most important during the strikes, their role is to increase the strength and intensity of player's hit. Biceps brachii has an even more significant role in the speed of forehand. In addition, the latissimus dorsi muscle is the muscle which is mainly used in high-speed balls in table tennis.

A big influence on the speed of strike has the explosive strength of arms, shoulder and torso, but that effect decreases with technically complex strikes.

The leg muscle strength, especially quadriceps, knee and ankle, and leg abductor, are conditioning the ability of explosive jumps and quick movements from side to side, back and forth, much needed for table tennis players.

Flexibility enables table tennis players elastic musculature and muscle annexes as well as movable joints that allow the player fast transitions from one game system to the other, as well as changes in direction of individual parts and the whole body.

One of the fundamental characteristics of flexibility is its specificity, ie. Range of motion is different for each joint, and flexibility also depends on the movement (statics, dynamics).

Dynamic flexibility represents the ability to perform dynamic movement through full range of motion in certain joints (eg. When performing services is required flexibility of the hands, twitch speed in the wrist and precision).

Table tennis players are largely placed in different dynamic situations, as with psychological and physical point of view results in creating a large number of motor programs necessary when performing various actions or reactions.

For a good technique of strikes in table tennis requires optimum flexibility.

Fleksibilnost ima presudnu ulogu u prevenciji i oporavku od ozljeda ili umora.

ZAKLJUČAK

Imajući u vidu složenost stolnoteniske igre može se konstatirati da se u tijeku stolnoteniskog meča odvija veliki broj tehničko-taktičkih akcija u kratkom razdoblju odlučivanja. Sigurno je da su za izvođenje ovako složenih tehničko-taktičkih radnji neophodne i adekvatne bazične motoričke sposobnosti. U stolnom tenisu, da bi se motorički potencijal pojedinca mogao u potpunosti izraziti, neophodno je posjedovati visoku razinu tehničke i taktičke obučenosti. Istraživanja u stolnom tenisu koja su se bavila ovom problematikom također naglašavaju važnost motoričkih varijabli u procjeni kvalitete u izvedbi tehničko-taktičkih elemenata stolnotenisača (Hsu i sur., 2010.; Kondrič, Zagatto, i Sekulić, 2013.; Raab, 2004).

Kanoničke korelacijske analize kojima se utvrdila povezanost motoričkih prediktora i tehničko-taktičke učinkovitosti stolnotenisača u pravilu su značajne. Međutim, očito je da su kanonički faktori s motoričkim prediktorima objasnile veći postotak varijance tehničko-taktičkih kriterija kod onih kriterija kod kojih je očito da se radi o mjerama koje su u određenoj mjeri definirane eksplozivnom snagom i agilnošću. Pri tome ne treba sumnjati kako su svi tehničko-taktički kriteriji u određenoj mjeri definirani bazičnim motoričkim sposobnostima, ali jasno je kako neke od tih kriterija, primjerice „učinkovitost kretanja u igri“ ili „učinkovitost u kontinuiranoj napadačkoj igri“ bitnije određuju eksplozivna snaga i agilnost nego neke druge kriterije, kao što je primjerice „učinkovitost servisa“. Motoričke sposobnosti su ustvari sposobnosti koje određuju potencijal osobe u izvođenju motoričkih manifestacija, to jest složenih i jednostavnih kretnji koje se izvode djelovanjem skeletnih mišića (Sekulić i Metikoš, 2007), pa samim tim je i za očekivati da ove sposobnosti budu značajniji prediktor onih tehničko-taktičkih elemenata koji su određeni potrebom za savladavanjem otpora u određenoj mjeri. Dobiveni rezultati ne iznenađuju, jer u tehnički iznimno složenom sportu kakav je stolni tenis, motoričke sposobnosti, iako nedvojbeno imaju velik utjecaj na izvođenje različitih tehničko-taktičkih struktura, nisu faktor koji izravno i isključivo utječe na te strukture (kao kod nekih strukturno jednostavnijih sportova, npr. monostrukturnih).

To se potvrdilo i u ovome radu. Kada bi se definirala nekakva hijerarhijska struktura motoričkih sposobnosti koje su presudne za izvedbu tehničko-taktičkih elemenata stolnotenisača ispitivanih u istraživanju moglo bi se izdvojiti frekvenciju pokreta, eksplozivnu snagu, fleksibilnost...

Flexibility plays a crucial role in preventing and recovering from injury or fatigue.

CONCLUSION

Given the complexity of table tennis game, it can be said that in the course of table tennis match takes a large number of technical and tactical actions are performed in the short term of decision making. It is certain that for the performance of such complex technical and tactical actions are necessary and adequate basic motor skills. In table tennis, in order to fully express motor potential of individual, it is necessary to possess a high level of technical and tactical training. Research in table tennis that dealt with this issue also underline the importance of motor variables in assessing the quality of the performance of technical and tactical elements of table tennis players (Hsu et al., 2010; Kondrič, Zagatto & Sekulic, 2013; Raab, 2004).

Canonical correlation analysis which determined the connection between motor predictors and technical and tactical effectiveness of table tennis players are generally significant. However, it is obvious that the canonical factors with motor predictors explained the most of the variance of technical and tactical criteria for those criteria where it is obvious that these are measures that are to some extent defined by explosive strength and agility of the players. We should not doubt that all the technical and tactical criteria to some extent are defined by explosive strength and agility, but it is clear that some of these criteria, such as “efficiency of movement in the game” or “efficiency in continuous attack game” significantly determine the basic motor skills than any other criteria, such as “service efficiency”. Motor skills are actually skills that determine a person’s potential in performing the motor manifestations, that is complex and simple movements that are performed by acting of skeletal muscle (Sekulic & Metikoš, 2007), and therefore is to be expected that these skills are more important predictor of those technical and tactical elements which are determined by the need for overcoming resistance to some extent. The results are not surprising, because in technically very complex sport, as is table tennis, motor skills, although undoubtedly, have a great influence on the performance of different technical and tactical structures, are not a factor that directly and exclusively affects these structures (as in some structurally simpler sports, eg. of mono-structural).

This is also confirmed in this paper. If it’s to define some kind of hierarchical structure of motor skills that are critical to the performance of technical and tactical elements of table tennis players tested in the study, we could extract the frequency of movement, explosive strength, flexibility...

Izjava autora
Autori pridonijeli jednako.

Konflikt interesa
Mi izjavljujemo da nemamo konflikt interesa

Author's statement

The authors contributed equally.

Conflict of interest

We declare that we have no conflict of interest

LITERATURA / REFERENCES

- Ahmetović, Z. (1987). *Testovi za utvrđivanje nivoa biomotoričkih sposobnosti sportista*. Novi Sad: Zavod za fizičku kulturu, Vojvodina. [In Serbian]
- Chiu, Y.-H., & Tu, J.-H., (2006). The measuring method for the spin axis and the rate of the rotational ball. *Journal of Physical Education in Higher Education*, 8(3), 139-147.
- Đokić, Z. (2001). Structure of competitors activities of top table tennis players. *Table tennis Sciences*, 4-5, 74-91.
- Đokić, Z. (2007). Functional diagnostics of top table tennis players. U M. Kondrič, & G. Furjan Mandić (Eds.), *Proceedings book of The 10th Anniversary ITTF Sports Science Congress* (str. 168 - 174). Zagreb: University of Zagreb, Faculty of kinesiology; Croatian Table Tennis Association; International Table Tennis Federation.
- Fei, Y., Ushiyama, Y., Jie, L., H., Lizuka, S., & Komijama, K. (2010). Analysis of the ball fall point in table tennis game. *International Journal of Table Tennis Sciences*, 6, 131-136.
- Hsu, Y.W.E., Tsai, C.L.A., Lu, J. H. F., & Tsai, F.C.N. (2010). The effectiveness of table tennis training on motor performance and visual perceptual ability in children with DCD. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 32, 86-87.
- Ivanek, V., Mikić, B., & Avdibašić-Vukadinović, N. (2010). Kanonička povezanost motoričkih i situaciono-motoričkih sposobnosti stolnoteniskog kadetskog uzrasta. U D. Tomić, & M. Đukić, (Eds.), *Zbornik radova VI Međunarodne konferencije „Menadžment u sportu“*, (str.57-61). Beograd. Fakultet za menadžment u sportu “Alfa Univerzitet”. [In Croatian]
- Kondrič, M., Hudetz, R., Koščak, J., Slatinšek, U., & Cerar, K. (2007). Research regarding possibilities of marking the ball in order to make spin visible. U M. Kondrič, & G. Furjan Mandić (Eds.), *Proceedings book of The 10th Anniversary ITTF Sports Science Congress* (str. 120 - 122). Zagreb: University of Zagreb, Faculty of kinesiology; Croatian Table Tennis Association; International Table Tennis Federation.
- Kondrič, M., Zagatto, A. M., & Sekulić, D. (2013). The Physiological Demands of Table Tennis: A Review. *Journal of Sports Science and Medicine*, 12(3), 362-370.
- Mikić, B. (2000). *Testiranje i mjerenje u sportu*. Tuzla: Fakultet za tjelesni odgoj i sport Univerziteta u Tuzli. [In Bosnian]
- Munivrana, G. (2011). Strukturna analiza tehničko-taktičkih elemenata stolnoteniske igre. *Doktorska disertacija*. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Kineziološki fakultet. [In Croatian]
- Raab, M. (2004). Motor selection and execution training in table tennis. *International Journal of Psychology*, 39(5-6), 128-128.
- Sekulić, D., & Metikoš, D. (2007). *Osnove transformacijskih postupaka u kineziologiji*. Udžbenici Sveučilišta u Splitu. [In Croatian]

Primljen: 27. februar 2016. / Received: February 27, 2016
Izmjene primljene: 07.april 2016. / Received: April 07, 2016
Prihvaćen: 21. april 2016. / Accepted: April 21, 2016