

GENETSKA UTEMELJENOST PROGNOZE U SUSTAVU SPORTSKE SELEKCIJE

Leonid Sergienko

*Zavod za teoriju i metode Fakulteta za tjelesni odgoj,
Pedagoški institut, Nikolaev, Ukrajina*

Pregledni članak
UDK: 573.2:796.012-053.2/7
Primljeno: 04.10.1997.
Prihvaćeno: 20.04.1999.

Sažetak

Proučivši oko 600 izvora iz literature o čovjekovu genetskom razvoju, autor je došao do zaključka kako je kontrola nasljeđa najznačajnija u razvoju ljudskih morfoloških osobitosti. Nešto slabiji utjecaj nasljeđa ustanovljen je za motoričku učinkovitost (nađen je umjeren utjecaj nasljednih čimbenika), funkcionalne pokazatelje (uglavnom utjecaj nasljeđa i okoline) i psihičke funkcije (ponajprije utjecaj okoline). U radu je istražena klasifikacijska prognostička vrijednost morfoloških znakova, motoričkih sposobnosti i funkcionalnih pokazatelja za sustav sportske selekcije. Za procjenu stanja treniranost preporučuju se znakovi čiji razvoj uglavnom ovisi o utjecaju okoline.

Ključne riječi: nasljeđe, okolina, koeficijent nasljednosti, sportska orijentacija, sportska selekcija

Abstract:

THE GENETIC BASE OF PROGNOSIS IN SPORT SELECTION

Having studied about 600 literary sources on human genetic development, the author has come to a conclusion, that the most significant hereditary control is carried out for the development of human morphological peculiarities and then motor efficiency (moderate influence of the hereditary factors is observed), functional indices (basically hereditary-environmental influence) and psychological functions (mainly environmental influence) are observed. Classification of prognostic fitness of morphological signs, motor abilities and functional indices for system of sport selection has been investigated. Signs, the development of which basically depends on the influence of environment, are recommended for estimation of the training state.

Keywords: heredity, environment, heritability coefficient, sport orientation, sport selection

Uvod

Pojedinačni sportski talenti ovise o ljudskim sklonostima i sposobnostima. Sklonosti su prirodene i temelje se na sposobnostima koje se razvijaju. Nedostatak sklonosti može dovesti do nedovoljnog razvoja psihofizioloških osobina ili motoričkih sposobnosti.

Međutim, iz navedenoga ne slijedi da jedino sklonosti predodređuju razinu razvoja sposobnosti. Sklonosti mogu ostati neostvarene ukoliko nisu pod utjecajem sportskoga treninga.

Ne postoje dva pojedinca s jednakim sklonostima. Svaka osoba i jest individua po sebi svojstvenom, jedinstvenom skupu sklonosti. Prema tome, i mogućnosti za ostvarenje visokih sportskih rezultata umnogome su jedinstvene za svakog pojedinog sportaša.

Zadatak je sportske orijentacije (usmjerenje u sport) u pravom trenutku ustanoviti motoričke sklonosti i odrediti vrstu sportske specijalizacije (sportsku granu).

Prirodene različitosti djece i mladeži izražene su u njihovoj motoričkoj i funkcionalnoj aktivnosti i mogu se ustanoviti pomoću postojećih postupaka i testova.

Valja prihvatiti vjerovanje kako su sklonosti, očitovane u nasljedno uvjetovanim znakovima, konzervativne tijekom razvoja, pa su i prikladnije za sportsku orijentaciju djece i prognozu njihove visoke nadarenosti za pokret. Okolinski čimbenici manje su konzervativni, stoga su u većoj mjeri prikladni za dijagnostiku stanja treniranosti.

Problem i rasprava

Proučivši oko 600 izvora u referentnoj literaturi o genetskom razvoju čovjeka, uključujući i rezultate vlastitih istraživanja, došli smo do zaključka kako je utjecaj nasljeđa najsnažnije nazočan u razvoju ljudskih morfoloških osobitosti, a nešto slabije u razvoju motoričke učinkovitosti (nađen je umjeren utjecaj

nasljednih čimbenika) i funkcionalnih pokazatelja (uglavnom kombiniran utjecaj nasljeđe - okolina).

U članku se navode nasljedni znakovi koji su se očitovali tijekom razvoja, u grubom redosljedu prema kriteriju smanjivanja čimbenika prirođenosti, tj. navodi se njihova prognostička vrijednost za sportsku selekciju.

Nadalje, u članku se nasljednost pokazatelja karakterizira pomoću koeficijenata nasljednosti: Holzingerova koeficijenta (H^2) i Fisherova koeficijenta (F). Koeficijent nasljednosti H^2 kreće se u rasponu od 0 do 1. Kod vrijednosti 0 razvoj funkcije određen je okolinskim čimbenicima, dok vrijednost 1 označava da je razvoj funkcije posve ovisan o nasljednim čimbenicima. Istraživanja u blizanaca, koja su omogućila prosuđivanje o genetskim predispozicijama u razvoju ljudskih funkcija, pokazala su kako se vrijednosti koeficijenta, u pravilu, nalaze između ovih dviju ekstremnih vrijednosti. Stoga su znanstvenici prihvatili sljedeću gradaciju: 0-0.399 prevladava utjecaj okoline, 0.400-0.599 prisutan je utjecaj okoline i nasljeđa, 0.600-1.00 nasljedna uvjetovanost. Koeficijent F- Fisher izračunava se iz preko disperzije za monozigotne (jednoljajčane) (MZ) i dizigotne (dvojlajčane) (DZ) blizance. Pri najmanjoj razini značajnosti, ne većoj od 5% ($P < 0.05$) primjećuje se genetski učinak. Ako je F na razini značajnosti $P < 0.01$, valja vjerovati da nasljedni čimbenici imaju značajan utjecaj u razvoju nekog znaka. Slijedi genetska klasifikacija znakova.

I. Morfološki znakovi

1. Tjelesna visina (vrijednosti se Holzingerovih nasljednih koeficijenata, na temelju 30 istraživanja različitih autora, mijenjaju u rasponu 0.514-0.980; $F=2.64-60.60$ pri $P < 0.01$).
2. Konstitucijski tip (prema podacima triju istraživanja $H^2=0.440-0.936$; F se mijenja od 1.80 kod $P < 0.05$ do 15.63 kod $P < 0.01$).
3. Duljina donjih ekstremiteta (na temelju 13 istraživanja vrijednost H^2 kreće se u rasponu od 0.68-0.861. a $F=3.15-11.23$ kod $P < 0.01$).
4. Sjedeća visina (u 13 istraživanja nadeni su koeficijenti $H^2=0.530-0.876$; $F=2.08-29.59$ kod $P < 0.01$).
5. Duljina gornjih ekstremiteta (prema podacima iz 10 istraživanja H^2 kreće se unutar granica 0.566-0.900. a F se mijenja od 1.30 kod $P < 0.05$ do 9.72 kod $P < 0.01$).
6. Tjelesna masa (u 25 istraživanja nadeni su sljedeći koeficijenti nasljednosti: $H^2=0.602-0.880$; F se mijenja od 1.48 kod $P < 0.05$ do 8.51 kod $P < 0.01$; za pojedince srednje i starije dobi koeficijent se smanjuje).
7. Opseg gornjih ekstremiteta (prema podacima 5 istraživanja domaćih i stranih autora $H^2=0.530-0.907$; $F=1.47$ kod $P < 0.05$ do 10.81 kod $P < 0.01$).
8. Opseg prsa (koeficijenti nasljednosti u 15 istraživanja: $H^2=0.450-0.907$; $F=1.49$ kod $P < 0.05$ do 10.70 kod $P < 0.01$).
9. Širina šake (u 5 istraživanja $H^2=0.800$; F je unutar granica 1.08 kod $P < 0.05$ i 4.99 kod $P < 0.01$).
10. Biakromijalni raspon (koeficijenti nasljednosti prema podacima iz 15 istraživanja kreću se u rasponu: $H^2=0.240-0.835$; $F=1.45$ kod $P < 0.05$ do 4.10 kod $P < 0.01$).
11. Opseg donjih ekstremiteta (prema podacima 5 istraživanja na blizancima nalaze se sljedeći koeficijenti nasljednosti: $H^2=0.600-0.827$; $F=1.81-5.78$ kod $P < 0.05$ odnosno $P < 0.01$).
12. Duljina stopala (u 4 istraživanja naden je $H^2=0.430-0.700$; $F=2.97-3.31$ kod $P < 0.01$; varijabilnost utjecaja nasljednih čimbenika ovisi o dobi pojedinca).
13. Opseg vrata (u dva istraživanja naden je $H^2=0.250$; $F=1.33$ kod $P < 0.05$ do 2.02 kod $P < 0.01$).
14. Opseg struka (najniža genetska predispozicija, kako je ustanovljeno u tri istraživanja, $H^2=0.250$; $F=1.33$ kod $P < 0.05$ do 2.02 kod $P < 0.01$).

Rezultati našeg istraživanja odgovaraju općoj pravilnosti (slika 1. prema Sergienko, 1993.). U istraživanju je sudjelovalo pedeset parova monozigotnih i dizigotnih blizanaca istoga spola od 12 do 17 godina.

II. Motorička učinkovitost

- 1) Pokretljivost zglobova (u tri istraživanja nadeni su sljedeći koeficijenti nasljednosti: $H^2=0.609-0.906$; $F=2.52-0.62$ kod $P < 0.05$ odnosno $P < 0.01$).
- 2) Motorička reakcija (prema podacima u 10 istraživanja $H^2=0-0.930$; $F=0.07-7.00$ kod $P < 0.05$, odnosno $P < 0.01$).
- 3) Izdržljivost:

- a) Anaerobna (koeficijenti nasljednosti u 5 istraživanja su sljedeći: $H^2=0.671-0.992$; $F=4.90$ kod $P<0.05$; pripomene: gornju bi granicu utjecaja nasljeđa trebalo točnije odrediti. Najznačajniji su rezultati Klissourasa i suradnika (Klissouras, 1996; Klissouras i Geladas, 1996.).
- b) Aerobna (u 10 istraživanja ustanovljen je $H^2=0.600-0.934$; $F=3.79-16.45$ kod $P<0.01$. Međutim, znanstvenici vjeruju da je ova funkcija određena nasljednim čimbenicima u prosjeku od 70.7 do 75%). Sličan zaključak nalazimo i u drugim radovima (Fagarol i sur, 1991; Klissouras, 1996).
- c) Jakosna izdržljivost (prema 4 istraživanja $H^2=0.222-0.850$; $F=1.28$ kod $P<0.05$ - 4.05 kod $P<0.01$).
- 4) Koordinacijska sposobnost (raspon genotipa je širok - $H^2=0.323-0.950$; F se mijenja od 1.48 kod $P<0.05$ do 20.0 kod $P<0.01$). Treba primijetiti kako brzina treniranja jednostavnih pokreta u velikoj mjeri ovisi o nasljednoj predispoziciji, dok su pokreti koji više ovise o pamćenju manje genetski uvjetovani (Sergienko, 1992.).
- 5) Brzina pokreta (konkordancija blizanaca u trčanju na kratke pruge u podacima devet istraživanja iznosila je $H^2=0.100-0.914$; $F=1.92$ kod $P<0.05$ do 10.70 kod $P<0.01$). Potvrda ovim rezultatima može se naći u istraživanjima posljednjih godina (Khorshits, 1996).
- 6) Skočnost (koeficijenti nasljednosti za testove skočnosti prema podacima iz devet istraživanja imali su sljedeće vrijednosti: $H^2=0.430-0.862$; F je unutar granica od 1.95 kod $P<0.05$ do 7.32 kod $P<0.01$).
- 7) Spretnost u aktivnostima koje se izvode šakom (ovisno o vrsti aktivnosti koja se izvodi šakom nalazi se različita korelacija utjecaja okoline i nasljeđa. Prema podacima iz pet istraživanja raspon utjecaja nasljeđa je sljedeći: $H^2=0.50-0.940$; $F=1.05$ kod $P<0.05$ do 16.63 kod $P<0.01$).
- 8) Preciznost pokreta (utjecaj nasljeđa je najznačajniji u razvoju prirodene motoričke sposobnosti. Međutim, vrijednosti koje se nalaze u rezultatima triju istraživanja prilično se razlikuju: $H^2=0.394-0.869$; $F=1.65-7.58$ kod $P<0.05$ odnosno $P<0.01$).
- 9) Relativna mišićna sila (samo su u našim istraživanjima - Sergienko, 1994. - su rezultati utjecaja nasljeđa: $H^2=0.643$; $F=2.79$ kod $P<0.01$).

- 10) Brzina pojedinačnog pokreta (također samo prema našim istraživanjima - nađen je utjecaj okoline i nasljeđa u granicama $H^2=0.462-0.726$).
- 11) Statička ravnoteža (prema našim rezultatima $H^2=0.305-0.741$; F je u rasponu od 1.44 kod $P<0.05$ do 3.87 kod $P<0.01$).

III. Funkcionalni pokazatelji

- 1) Mišićna snaga (genetska kontrola u varijabilnosti kreće se unutar granica 67-89%).
- 2) Biokemijski pokazatelji (varijabilnost koeficijenta nasljednosti $H^2=0.991$).
- 3) Tjelesna učinkovitost (prema materijalima iz sedam istraživanja koeficijenti su imali vrijednosti $H^2=0.598-0.913$; $F=2.10-8.50$ kod $P<0.01$).
- 4) Aktivnost neuromuskularnih refleksa (u tri istraživanja nađen je $H^2=0.290-0.975$).
- 5) Termoregulacija topline ($H^2=0-0.960$).
- 6) Elektrokardiogram (konkordancija blizanaca u sedam istraživanja bila je $H^2=0.360-0.870$).
- 7) Maksimalna frekvencija srca (prema dva istraživanja $H^2=0.582-0.859$; $F=2.99-6.80$ kod $P<0.05$, odnosno $P<0.01$).
- 8) Arterijski krvni tlak
 - a) Sistolički tlak (u 9 istraživanja domaćih i stranih autora nađen je $H^2=0.612-0.854$; $F=1.92$ kod $P<0.05$ do 3.33 kod $P<0.01$).
 - b) Dijastolički tlak (konkordancija blizanaca u 6 istraživanja varirala je unutar sljedećih vrijednosti: $H^2=0.365-0.732$; $F=1.63$ kod $P<0.05$ do 4.40 kod $P<0.01$)
- 9) Vitalni kapacitet pluća (prema podacima 9 istraživanja nasljedni koeficijenti imaju vrijednosti: $H^2=0-0.899$; $F=1.72$ kod $P<0.05$ do 9.93 kod $P<0.01$).
- 10) Respiracijski volumen (prema tri istraživanja nasljednost je bila $H^2=0-0.874$; $F=0.40-7.95$ kod $P<0.05$, odnosno $P<0.01$).
- 11) Frekvencija srca pri submaksimalnim opterećenjima (u 4 istraživanja koeficijenti nasljednosti imaju vrijednosti: $H^2=0-0.579$; $F=1.35$ kod $P<0.05$ - 2.38 kod $P<0.05$).
- 12) Reakcija kardiovaskularnog sustava na hipoksiju i hiperkapniju (karakterizira je otprilike jednak utjecaj nasljeđa i okoline).
- 13) Reakcija respiracijskog sustava na hipoksiju (u dva istraživanja ustanovljen je $H^2=0.44-0.77$).

- 14) Maksimalna plućna ventilacija (koeficijenti nasljednosti u tri istraživanja imali su sljedeće vrijednosti: $H^2=0.278-0.634$; $F=1.38$ kod $P<0.05$ - 2.73 kod $P<0.05$).
- 15) Puls kisika pri submaksimalnom radu ($H^2=0.558$; $F=2.26-4.09$ kod $P<0.05$ prema podacima iz dva istraživanja).
- 16) Funkcionalne sposobnosti respiracijskog i kardiovaskularnog sustava, ustanovljeno prema testovima zadržavanja daha (u dva istraživanja nađen je $H^2=0.803$; $F=2.27$ kod $P<0.05$).

IV. Psihološki znakovi

- 1) Neke osobitosti ljudskog pamćenja (utjecaj genotipa u tri istraživanja kreće se unutar sljedećih vrijednosti: $H^2=0.20-0.93$; $F=1.33-15.33$ kod $P<0.05$, odnosno $P<0.01$).
- 2) Temperament (različiti pokazatelji temperamenta nemaju jednaku genetsku uvjetovanost, koja se prema rezultatima 7 istraživanja kreće unutar granica $H^2=0.06-0.67$). Od pokazatelja temperamenta nasljeđe utječe samo na:
 - a) Aktivnost ($H^2=0.670$; $F=3.01$ kod $P<0.01$);
 - b) Socijalnost ($F=2.50$ kod $P<0.01$);
 - c) Neuroticizam
- 3) Percepcija
 - a) Kritička frekvencija fuzije (prema podacima iz tri istraživanja $H^2=0.440-0.627$; za MZ blizance $0.705-0.915$, a za DZ blizance $0.174-0.441$).
 - b) Pažnja (raspon pojedinačnih različitosti nije značajan i, prema obradi rezultata triju, istraživanja uzrokovan je kombiniranim nasljedno - okolinskim utjecajem gdje je $H^2=0-0.800$; $F=0.30-1.08$ kod $P<0.05$, odnosno $P<0.01$).
 - c) Percepcija oblika (otprilike jednak utjecaj nasljeđa i okoline $H^2=0.470$; $F=1.89$ kod $P<0.05$).
- 4) Intelektualni razvoj u ranom djetinjstvu (primijećen je umjeren utjecaj nasljednih čimbenika).

Zaključak

Nasljedno uvjetovani znakovi nose znatnu količinu obavijesti u prognoziranju postignuća

sportaša. Tako, primjerice, ako dva vrhunska sportaša postižu jednake sportske rezultate u određenom trenutku, ali u jednoga su nasljedno uvjetovani pokazatelji viši nego u drugoga, očekivati je da će prvi u budućnosti postizati bolje rezultate od drugoga.

Za procjenu stanja treniranost preporučuju se sljedeći znakovi čiji razvoj ponajprije ovisi o utjecaju okoline:

I. Motorička učinkovitost

1. Apsolutna mišićna sila. Potrebno je primijetiti kako se u nekim istraživanjima (Thomis et al., 1966) navodi uvjetovanost ovog znaka okolinsko-nasljednim utjecajem. U našim (Sergienko, 1990) longitudinalnim (dvogodišnjim) istraživanjima o razvoju 20 mišićnih skupina u 24 para MZ i 26 parova DZ blizanaca našli smo uglavnom okolinom uvjetovan razvoj sile u određenom razdoblju ontogeneze, kao i brzinu njezine promjene (slika 2).
2. Frekvencija pokreta.
3. Dinamička ravnoteža.
4. Opća spretnost
5. Očitovanje odnosa brzina - snaga, mjereno testovima bacanja.

II. Funkcionalni pokazatelji

1. Sistolička frekvencija u mirovanju.
2. Minutni volumen disanja u mirovanju, tijekom rada i oporavka.
3. Respiracijska frekvencija u mirovanju i oporavku.
4. Potrošnja kisika tijekom umjerenog fizičkog rada.
5. Puls kisika u mirovanju, tijekom umjerenog rada i oporavka.
6. Excess CO₂ u mirovanju, tijekom rada i oporavka.
7. Mišićni elektromiogram.
8. Fiziološki tremor.

III. Psihološki znakovi

1. Razvoj inteligencije u odraslih
2. Pojedine konstante ljudskog društvenog ponašanja.

Okolinski faktori osiguravaju normalan tijek ostvarenja nasljednih potencijala. To znači kako genotip nije neovisan upravljački mehanizam

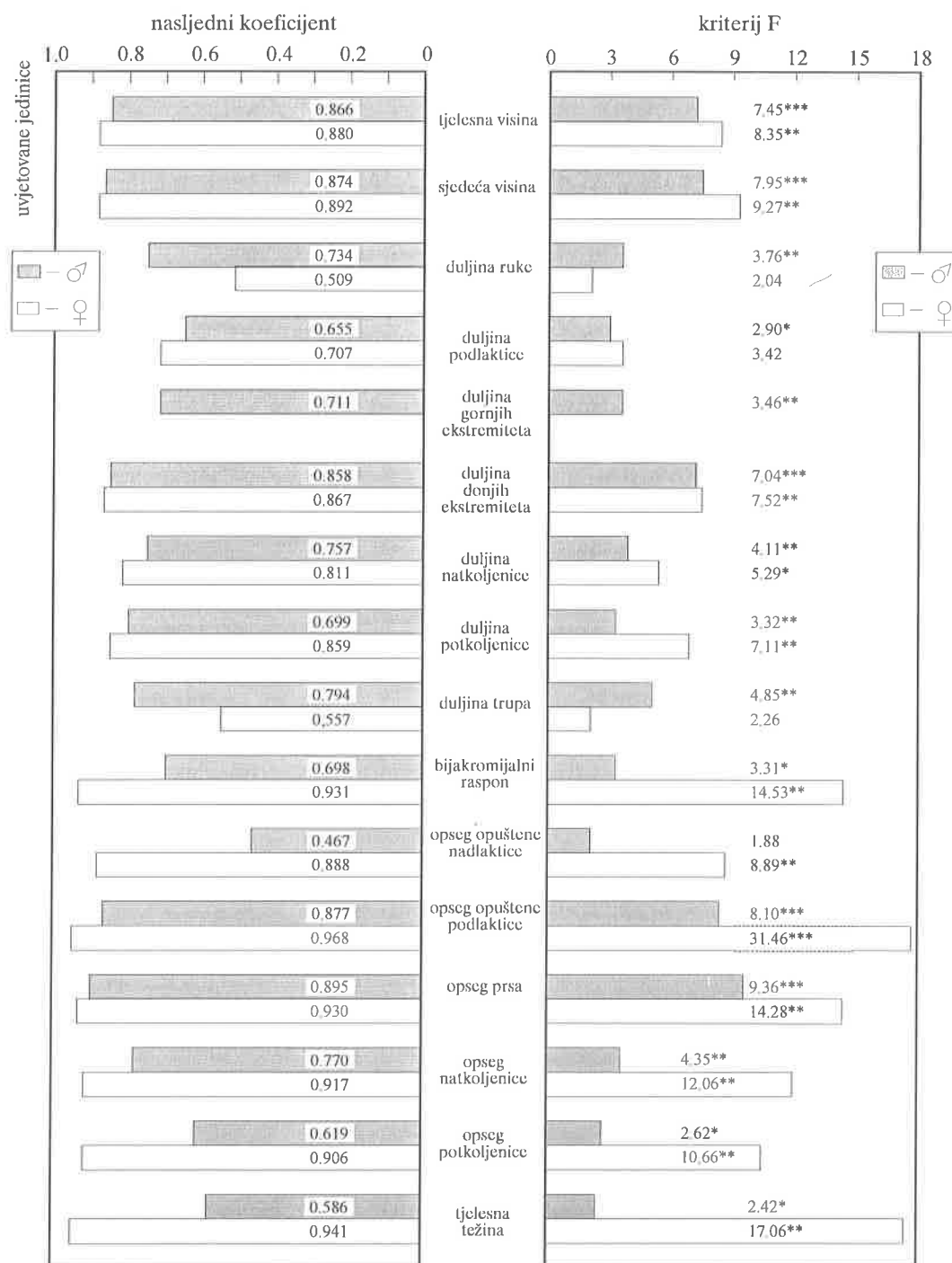
koji djeluje tek diferencijacijom stanica i procesa, nego sklop koji radi prema signalima izvana. S toga stajališta izvanjski trenažni utjecaj igra ulogu aktivirajućega signala za one dijelove čovjekova genotipa koji nose predispoziciju za sportsku aktivnost.

Proučavanjem pitanja korelacije nasljeđa i utjecaja okoline u razvoju ljudskih motoričkih sposobnosti rješavaju se dva problema: 1) prepoznavanje predispozicija djece za određenu

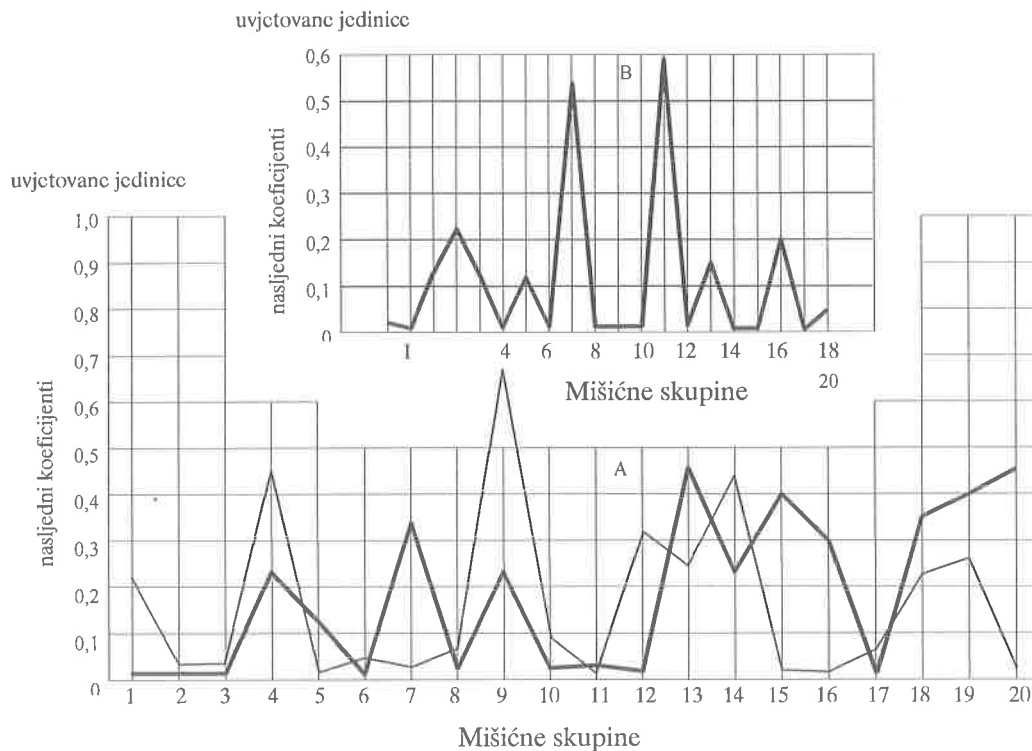
sportsku granu (ne postoje djeca bez talenta); 2) aktualizacija ljudskog genetskog potencijala u sklopu tjelesnog odgoja.

Francuski znanstvenik je glede ovoga rekao: "Osoba se na rađa kao nitko. Svaka se osoba rađa sa sposobnošću za nešto. Smisao obrazovanja nije u ostvarenju onoga što žele njegovi rođaci, već u tome da osposobi čovjeka da uvijek radi ono za što je sposoban".

Slika 1: Nasljedni koeficijenti (A) i kriteriji F (B) za antropometrijske znakove u dječaka i djevojčica. Jednom zvjezdicom označene su vrijednosti kriterija F kod kojih postoji statistička značajnost pri $P < 0.05$, a dvjema zvjezdicama vrijednosti kod $P < 0.01$. Pri vrijednostima bez zvjezdice ne postoji statistička značajnost - $P < 0.05$.



Slika 2: Nasljedni koeficijenti za mladež i konačne vrijednosti apsolutne sile različitih mišićnih skupina (A) te povećanje njihove sile (B).



Mišićne skupine: 1) fleksori desne podlaktice; 2) fleksori lijeve podlaktice; 3) ekstenzori desne podlaktice; 4) ekstenzori lijeve podlaktice; 5) fleksori desne ruke; 6) fleksori lijeve ruke; 7) ekstenzori desne nadlaktice; 8) ekstenzori lijeve nadlaktice; 9) fleksori desne natkoljenice; 10) fleksori lijeve natkoljenice; 11) ekstenzori desne natkoljenice; 12) ekstenzori lijeve natkoljenice; 13) fleksori desne potkoljenice; 14) fleksori lijeve potkoljenice; 15) ekstenzori desne potkoljenice; 16) ekstenzori lijeve potkoljenice; 17) fleksori tijela; 18) ekstenzori tijela; 19) fleksori desne šake; 20) fleksori lijeve šake. Na dijelu slike označenom slovom A nalaze se nasljedni koeficijenti za mladež koji označavaju apsolutnu silu različitih mišićnih skupina.

Literatura

1. Fagard, R., Bielen, E., Amery, A. (1991). Heritability of aerobic power and anaerobic energy generation during exercise. *J. Appl. Physiol.*, 70, 357-362.
2. Khorshid, F.H. (1996). *Theoretic-methodical basis of sports selection in modern sport*. (Author's thesis by the Doctor of sciences in Physical Education and sport. - Kiev, 49 p.)
3. Klissouras, V. (1996). Heritability of adaptive variation: revisited. Book of Abstracts: First Annual congress frontiers in Sport Science: The European Perspective, Nice, France, 290-291.
4. Klissouras, V., Geladas, N. (1996): Biological determinants of sport performance: Heritability and Adaptability. *Kinesiology*, 3-26.
5. Sergienko, L.P. (1990). Genetics and sport. Moscow: *Physical Culture and Sport*, 172 p.
6. Sergienko, L.P. (1992). *Twins in science*. Kev: Vishcha shcola, 234 p.
7. Sergienko, L.P. (1993). *The genetic factors in human development and physical education*. (The author's thesis by the Doctor of Pedagogical Sciences, Kiev, 36 p.).
8. Sergienko, L.P. (1994). Genetic prognosis in a system of selection of sports specialization by students. Ways of improving efficiency of pedagogical workers' training. Materials of the Second scientific Practical Conference, Vinnitsa-Bar, part III., 297-302.
9. Thomis, M., Vlietinck, R.F., Maes, H.H., Van Leemputte M., Blumkie C.J., Claessens, A.L., Marchal, G., Willems, E., Beunen, G.P. (1996). *Evidence for genotype - training interaction in arm strength? book of Abstracts: First annual congress Frontiers in Sport Science: The European Perspective, Nice, France, 210-211.*