MINISTERUL EDUCAȚIEI AL REPUBLICII MOLDOVA

UNIVERSITATEA DE STAT DE EDUCAȚIE FIZICĂ ŞI SPORT A REPUBLICII MOLDOVA

CATEDRA DE ATLETISM

NOTE DE CURS

ACTIVITATEA ŞTIINȚIFICĂ ŞI METODICĂ ÎN DOMENIUL EDUCAȚIEI FIZICE ŞI SPORTULUI

Autor:
POVESTCA LAZARI,
doctor în ştiințe pedagogice,
conferențiar universitar

Chişinău, 2013

1. *Legătura reciprocă dintre activitatea ştiinţifică, metodică şi didactică în învăţământul profesional de cultură fizică*

Ştiinţa este definită ca fiind un domeniu al activităţii umane, funcţia căreia constă în elaborarea şi sistematizarea teoretică a cunoştinţelor obiective despre realitate; ea include atât activitatea de obţinere a unei teorii noi, cât şi rezultatul acesteia – suma sau totalul cunoştinţelor (teoriilor), care stau la baza fundamentării ştiinţifice a mediului ambiant (a lumii înconjurătoare).

În procesul dezvoltării istorice, ştiinţa a devenit o forţă importantă de producţie şi un factor, care influenţează substanţial toate domeniile societăţii.

Elaborarea unei teorii noi are loc în procesul cercetărilor (investigaţiilor) ştiinţifice, care reprezintă un proces de cunoaştere strict direcţionat, rezultatul căruia se manifestă sub formă de **sisteme de cunoştinţe, legi sau teorii.**

Cercetarea ştiinţifică se bazează pe **metodologia ştiinţei** – ştiinţa despre principiile alcătuirii, formele şi procedeele cunoaşterii ştiinţifice.

Metodologia reprezintă o sistemă de metode, ce funcţionează într-o anumită ştiinţă sau în mai multe ştiinţe tangenţiale (complexe). La baza metodologiei stă **metoda dialectică şi principiul sistemic.**

Principiile şi bazele dialecticii sunt generale, se manifestă în toate domeniile de activitate şi se regăsesc în esenţa altor legi, stând la baza acestora.

Scopul ştiinţei constă în descrierea, lămurirea şi prognozarea proceselor şi fenomenelor realităţii, care alcătuiesc obiectul cercetării ei, în baza legilor şi cunoştinţelor noi descoperite.

Cu ştiinţa sunt strâns legate **teoria şi metodica**.

Teoria reprezintă o generalizare logică a experienţei, practicii sociale, care reflectă legităţile obiective de dezvoltare a naturii şi societăţii.

Metodica reprezintă un complex de procedee (metode) de desfăşurare a unei oarecare activităţi sau un compartiment al pedagogiei, care studiază regulile şi metodele de predare a unei discipline, spre exemplu „educaţia fizică” în şcoală. În esenţă **metodică** are menirea de a realiza în practică, în procesul activităţii profesionale, a poziţiilor (fundamentelor) ştiinţifico-teoretice.

În procesul învățământului de cultură fizică, general (şcoli, licee) şi profesional (colegii, instituții de învățământ superior şi studiile postuniversitare), bazele științifice şi metodice în procesul predării se află într-o legătură strânsă, cea metodică se manifestă mai mult în învățământul preuniversitar, iar cea științifică – în cel universitar şi postuniversitar.

2. ***Sistemul de pregătire a cadrelor științifico-metodice în domeniul educației fizice şi sportului***

În RM de pregătirea şi ridicarea nivelului cadrelor științifice se ocupă atât organele abilitate ale statului – Ministerul Educației al RM, Ministerul Tineretului ș i Sportului al RM, Academia de ştiințe din Moldova, cât şi instituțiile științifice şi cele de învățământ superior.

În țara noastră, cu părere de rău, în cadrul AŞ a RM nu există un institut de pedagogie, care ar fi preocupat de această ştiință. Există, însă Institutul de Ştiințe ale Educației, pe lângă ME al RM, care este preocupat de domeniul „educație fizică" şi mai puțin de sportul de performanță.

În cadrul instituțiilor preuniversitare de învățământ există aşa-numitele clase sportive (mai puține decât în timpul ex-URSS), de asemenea, există liceele cu program sportiv (două în capitală şi unul la Comrat), şcolile sportive pe diferite probe de sport (în Chişinău la moment, cu părere de rău, au mai rămas numai două şcoli sportive de atletism – ŞSS nr.3 a municipiului şi ŞSSA a MTS din RM). Toate aceste instituții însă sunt preocupate în special cu pregătirea sportivilor, având în special o activitate metodică şi mai puțin științifică.

Cadrele științifice se pregătesc, în special, în instituțiile de învățământul superior de educație fizică.

Există **patru** trepte de pregătire şi perfecționare a cadrelor științifice:

Treapta I – în perioada instruirii studenților în IÎS: (activitatea cercurilor științifice, asociațiile științifice studențeşti, participarea la conferințe, concursuri ale operelor științifice).

Treapta a II-a – pregătirea doctorilor în ştiințe în cadrul doctoratelor (forma la zi sau frecvența redusă), competitorilor, etc.

Treapta a III-a – forme de perfecționare a cadrelor științifice fără titluri în cadrul ICŞ; laboratoarelor, IÎŞ, etc. seminare, simpozioane științifice, conferințe, congrese, deplasări peste hotare cu scopuri științifice.

Treapta a IV-a – pregătirea doctorilor habilitați în ştiință, cadre științifice de calificare înaltă. Aceştia sunt pregătiți, de asemenea, în doctorantură.

Toate aceste trepte reprezintă o cale, care trebuie parcursă pentru a obține diferite calificări științifice, la baza cărora stă sistema de atestare a cadrelor științifice. Organul abilitat cu dreptul de a aproba aceste calificări este CNAA al RM, un organ pe lângă Guvernul RM.

Calificările științifice atribuite în RM se divizează în două grupe: **grade științifice** şi **titluri științifice.**

Gradul științific determină calificarea cadrului științific şi este atribuită în baza volumului de cunoştințe, importanța științifică şi gradul de independență a investigațiilor într-un anumit domeniu al științei. Există gradul de **doctor în știință** şi de **doctor habilitat în științe.**

Titlul științific determină funcția de serviciu a cadrului științific (pedagogică sau de cercetare științifică) şi se acordă în dependență de caracterul şi calitatea lucrului îndeplinit în instituția de învățământ superior sau de cercetare științifică la una din specialități.

Titlurile acordate în RM sunt: conferențiar universitar şi profesor universitar.

Cu excepția gradelor şi titlurilor științifice există şi titluri academice superioare: membri şi membri-corespondenți ai AŞ RM. Există, de asemenea titluri onorifice de „Om emerit al Științei din RM”, „Om emerit al Şcolii superioare”, „Eminent al învățământului din RM”.

În cadrul nomenclatorului de specialități din RM specialitatea domeniului „educație fizică şi sport” este aprobată cu cifrul 13.00.04 şi sub denumirea „Teoria şi metodologia educației fizice, antrenamentului sportiv şi culturii fizice de recuperare”.

Domeniile de cercetare:

- problemele fundamentale ale teoriei generale a culturii fizice;

- teoria şi metodica culturii fizice;
- teoria şi metodica sportului;
- teoria şi metodica culturii fizice profesional-aplicative;
- teoria şi metodica culturii fizice de recuperare;
- psihologia culturii fizice.

3. PRELUCRAREA MATEMATICO-STATISTICĂ A MATERIALELOR ŞTIINŢIFICE-METODICE ALE ACTIVITĂŢII DE CERCETARE

3.1. Tipurile de bază ale scărilor (caracteristicilor) de măsurare

Orice mulţime, care formează obiectul unei analize statistice poartă denumirea de *populaţie* statistică sau *eşantion* de subiecţi.

Trăsătura comună a tuturor unităţilor unei populaţii, care ne interesează în cadrul unei analize statistice, se numeşte caracteristică sau scară.

Ele sunt de următoarele feluri:

		Caracteristici (scări)		
calitative			*cantitative*	
nominale	ordinale		discrete (de intervale)	continue (de referinţă)

Scările (caracteristicile) calitative, cea nominală şi ordinală, se folosesc atunci, când apare necesitatea de a indica tipurile, grupând obiectele, fenomenele cercetate în anumite clase. în dependenţă de manifestarea la acestea a unor caracteristici sau calităţi. În cazul când mai multe obiecte nimeresc în aceeaşi clasă, acestora li se atribuie un alt număr. Acesta se va face în cazul scării nominale. Spre exemplu, toţi studenţii facultăţii de E.F. şi S. au fost divizaţi în clase în dependenţă de specializare: fotbalişti, baschetbalişti, atleţi, înotători etc. În cazul dat, fotbaliştilor li se atribuie numărul 1, baschetboliştilor -2, atleţilor - 3, înotătorilor – 4 etc. În continuare, toate operaţiile statistice se vor face nu cu numărul atribuit unei sau altei clase, dar cu numărul de studenţi, care au nimerit în clasele respective. Numărul de operații statistice în cazul acestei scări este foarte redus; calcularea numărului total de obiecte din fiecare clasă, calcularea raportului procentual față de numărul total de obiecte. Se poate de determinat clasa cu numărul cel mai mare de obiecte (frecvența absolută cea mai mare), care mai poartă denumirea de modul. De asemenea, se poate de calculat coeficientul de corelație a caracteristicilor calitative.

În cazul scării (caracteristicii) ordinale, obiectele sau fenomenele sunt aranjate într-o ordine de rang, atunci, când tipurile sunt diferite între ele. Fiecărui obiect sau fenomen în cazul dat i se atribuie un număr de ordine, care indică locul acestuia în şirul dat. Acest număr poartă denumirea de *rang*.

Spre exemplu, studenții facultății sunt repartizați în dependență de categoria sportivă în ordine crescândă – de la categoria a III-a până la MIS. Dat fiind faptul că scara ordinară stabileşte numai ordinea şi egalitatea obiectelor şi fenomenelor, acestora li se pot atribui diferite numere în ordine crescândă sau descrescândă. Spre exemplu, categoria I – 1; a II-a – 2; a III-a – 3; CMS – 4; MS – 5; MIS – 6 sau alte numere în ordinea crescândă – 5,13,17,15,26,30.

Folosind această scară, se poate stabili locul obiectului în şirul studiat, însă nu se poate stabili mărimea intervalelor în care a fost divizat acesta, de aceea, ca şi în cazul scării nominale nu se poate de efectuat operații aritmetice (de adunat, înmulțit, împărțit, de calculat media etc., fapt care uneori se întâmplă).

Prin urmare, această scară se va folosi numai în cazul, când apare necesitatea de a aranja obiectele (fenomenele) în ordinea crescândă (descrescândă), însă în cazul dat nu se poate de stabilit cu câte unități un obiect al cercetărilor este mai bun (rău) decât celălalt.

Măsurările în cazul acestei scări dau posibilitatea de a face o serie de operații statistice, bazate pe calcularea ***medianei şi a modulului***,

Mediana, care reprezintă valoarea tendinței centrale a grupei de obiecte, fapt prin care o fac diferită de scara nominală (spre exemplu în şirul 5,8,12,15,20 mediana va fi numărul „12”; în cazul când avem un număr par de valori, atunci mediana va fi punctul, care se află la mijlocul celor două valori centrale – spre exemplu, 8,16,18,21, mediana va fi: *Md = (16 +18) : 2 = „17”).*

Un alt exemplu, care redă calcularea mai exact6ă a medianei. Acest lucru se va face în baza formulei:

$$Md = W \frac{K(\frac{n}{2}) - \Sigma}{f}$$

Unde **W**- începutul clasei, unde se află mediana; **n** – numărul total de date; **K** – diferența dintre numerele claselor vecine (valoarea intervalului dintre clase); **Σ** – suma frecvențelor claselor; **f** frecvența clasei medianei. Vom aduce un exemplu concret: studenții facultății de EF şi S la examenul de TAS au obținut următoarele note: 6, 7, 6, 7, 8, 9, 4, 8, 8, 7, 7, 8, 5, 4, 4, 5, 5, 6, 6, 7, 8, 8, 9, 8, 6. Vor aranja aceste note în ordinea crescândă: 4, 4, 4, 5, 5, 5, 6, 6, 6, 6, 6, 7, 7, 7, 7, 7, 8, 8, 8, 8, 8, 8, 8, 9, 9. Dacă vom determina **Md** prin procedeul simplificat, atunci aceasta va fi egală cu „7” (a 13-a cifră din şirul de 25). Acesta va fi mediana aproximativă, de aceea, ea se va calcula după formula de mai sus. În cazul dat vom avea:

W *≥ 7;* ***K*** *≥1;* ***n*** *≥ 25,* ***Σ*** *≥ 6 şi* ***f*** *≥ 5* → $Md = 7 \frac{1(\frac{25}{2}) - 6}{5} = 8,3$

Md – mediana

- *Clasă – grupă de numere identice dintre şir de cifre;*
- *Clasă a medianei – clasă în care se află mediana; (W)*
- *Intervalul dintre clase – diferența dintre numerele claselor vecine; (K)*
- *Frecvența clasei – suma frecvențelor claselor; (Σ)*
- *Frecvența clasei medianei – numărul cifrelor identice din clasa medianei (f)*
- *Numărul total de date – (n).*

Modulul (Mo) – reprezintă valoarea care se repetă de cele mai dese ori într-un şir de fenomene cercetate. Spre exemplu, în şirul de cifre 2,6,8,9,9,9,10,11, modulul va fi cifra „9”, care se întâlneşte de trei ori. Prin urmare, modulul reprezintă valoarea cea mai des întâlnită (în cazul dat „9”) şi nu frecvența acestei valori (trei)**.**

Modulul, ca măsură a tendinței centrale, are unele particularități specifice, care vor trebui luate în calcul la determinare.

1. În cazul, când valorile în şir se întâlnesc un număr egal de ori, se consideră că acesta nu are modul. Spre exemplu: 12, 12, 13, 13, 11, 11, 10, 10. în cazul dat, modulul nu poate fi determinat.

2. Când două valori vecine au aceeaşi frecvență, şi sunt mai mari decât frecvențele altor valori, atunci modulul va fi media dintre valorile vecine cu aceeaşi frecvență.

Spre exemplu: 6,9; 7,0; 7,5; 8,0; 8,0; 9,0; 9,0; 9,0;8,5 – modulul va fi egal cu 8,5.

3. Când două valori, care nu sunt vecine în grupă, au aceeaşi frecvență şi sunt mai mari decât frecvența altor valori, atunci vor exista două *module*. Spre exemplu: 9,10,10,10,13,13,16,16,16,17 → module vor fi valorile 10 şi 16, fiindcă au frecvența cea mai mare. În cazul dat putem spune că datele (şirul) sunt *bimodale*.

Scara discretă (sau de intervale) se deosebeşte de celelalte două prin aceea, că dă posibilitatea de a determina nu numai valoarea diferenței tipurilor de felul „mai mare – mai mic”, dar şi cu câte unități este mai mare sau mai mic. Numărul atribuit obiectului, în cazul dat, reprezintă valoarea unității de măsură, ceea ce dă posibilitatea de a le prelucra statistic, folosind practic toate criteriile matematice.

Exemple tipice de măsurători în baza acestei scări poate servi timpul calendaristic (numărătoarea anilor, numărul zilelor într-un an, săptămânilor, lunilor, orei, temperaturii aerului etc.). Scara de intervale se deosebeşte de cea continuă prin aceea, că calitatea apreciată a obiectului nu dispare atunci, când rezultatul măsurării este egal cu zero (astfel, apa la temperatura „0” are o oarecare temperatură). Punctul „zero” pe scara de intervale este liber, convențional, nu are un caracter absolut. Spre exemplu, sistemul cronologic de numărare a anilor se face pe scara de intervale, însă primul an a fost stabilit în mod liber (anul naşterii lui Isus Hristos). Comparativ cu ştiințele tehnice şi naturale, în pedagogie practic nu există scări de intervale elaborate.

Scara continuă (de referință) se deosebeşte de cea de intervale prin aceea, că aici punctul zero nu este unul liber (la întâmplare), ci indică lipsa totală a calității măsurate. Scara de referință dă posibilitatea de a determina nu numai cu cît este mai mare (mic) un obiect față de celălalt, dar şi de câte ori este mai mare (mic). De exemplu, un săritor în înălțime de performanță sare în înălțime 240cm, iar un începător 120cm – se poate de spus că sportivul de performanță sare de două ori mai înalt sau cu 120cm mai înalt.

Măsurările pe scara de referință se fac, folosindu-se toate unitățile de măsură metrice, de greutate, timp, unghiulare, număr de tracțiuni, nimeriri în țintă etc.

În E.F. şi S. se pot folosi toate aceste patru feluri de scări (caracteristici), aceasta va depinde de faptul ce vom măsura. Totodată, aceasta va influența ș i asupra selectării criteriilor de prelucrare aplicate: cantitative (în cazul scărilor de referință sau de intervale) sau calitative (în cazul scărilor nominale sau ordinale).

3.2. Calcularea autenticității (semnificației) dintre două rezultate independente pentru caracteristicile (scările) cantitative (discrete ș i continue)

De cele mai dese ori, cercetările efectuate în domeniul E.F. şi S. au sarcina de a determina eficacitatea unei sau altei metodici de antrenament. Aceste sarcini se rezolvă, efectuând un experiment pedagogic comparativ cu două grupe, experimentală şi de control, rezultatele cărora în teoria statisticii matematice sunt numite ***independente (neconjugate)***. În cazul când analizăm rezultatele obținute la diferite etape ale experimentului în cadrul aceleiaşi grupe (este vorba de experimentul independent sau absolut), acestea sunt considerate ***dependente (conjugate).*** În asemenea cazuri, cercetătorul trebuie să răspundă la întrebarea: a fost sau nu eficientă metodica de antrenament folosită. Pentru a răspunde la această întrebare va trebui să calculăm ***autenticitatea*** *(semnificația)* ***diferențelor*** obținute între cele două grupe la sfârşitul experimentului sau diferențele dintre rezultatele inițiale şi finale în cadrul aceleiaşi grupe, dacă este vorba de experimentul absolut.

În cercetările pedagogice diferențele sunt considerate semnificative dacă pragul de semnificație (autenticitate) este de 5% ($P < 0{,}05$), prin urmare, când confirmăm o poziție sau alta se admite o eroare nu mai mare de 5 cazuri dintr-o sută.

Există trei modalități de determinare a semnificației diferențelor, care se vor folosi în dependență de scările de măsuri folosite .

În cazul, când rezultatele măsurărilor sunt prezentate în baza celor două scări – de intervale şi de referință, se va folosi aşa-numitul ***„t – criteriul Student”***, care este unul ***parametric***, iar în cazul, când se vor compara două rezultate independente, adică la două grupe diferite, obținute pe scara ***ordinală***, se va folosi ***„T – criteriul White”***, care este un ***criteriu neparametric.***

Rezultatele obținute pe ***scara nominală*** la două grupe independente vor fi analizate în baza criteriului „$\varkappa^2$” (*xi* - patrat). În dependență de numărul de clase existente, rezultatele se vor repartiza în tabele ***„cvadriplane”*** sau ***„multiplane”***.

Acum vom analiza exemple de calculare a autenticității rezultatelor în baza celor trei criterii descrise mai sus.

3.2.1. „t – criteriul Student”

Să presupunem că trebuie să analizăm eficacitatea dezvoltării detentei la atleți, folosind o anumită metodică. Se va face un experiment pedagogic comparativ, unde două grupe de atleți, câte 10 în fiecare, se ocupă după două metodici diferite de dezvoltare a detentei, cea experimentală „E” –metodică perfecț ionată, iar cea de control „C” - metodica tradițională.

La sfârşitul experimentului se va face o testare în baza indicelui integral de determinare a nivelului de dezvoltare a detentei – ***săritura pe verticală.*** Rezultatele le vom prezenta sub forme de tabel.

Tabelul 1

Grupe	**nr.**	**Rezultate (cm)**									
Experimentală	10	35	40	28	32	30	25	43	45	40	38
Control	10	23	20	43	35	15	26	24	28	29	40

Care va fi modalitatea de calculare a semnificației diferențelor în baza ***„t – criteriul Student”***?

1. Se va calcula **media aritmetică**, ca mărime fundamentală în baza formulei: $\overline{X} = \frac{\overline{\overset{n}{\Sigma xi}}}{n}$, unde M = $\frac{\Sigma \vee}{n}$ (după Aşmarin)

X_i – este valoarea unei măsurări aparte;

n – numărul total de măsurări → în cazul dat vom obține:

$$\overline{X}e = \frac{35+40........+45+40+38}{n} = \frac{356}{10} = 35{,}6$$

$$\overline{X}c = \frac{23+20........+28+29+40}{n} = \frac{283}{10} = 28{,}3$$

Comparând mediile aritmetice ale celor două grupe se observă că grupa „E" este mai bună comparativ cu cea de „C", însă pentru a trage o concluzie finală trebuie să calculăm semnificația diferențelor în baza ***„t – criteriul Student"***. Pentru aceasta în continuare vom calcula:

2. Abaterea standard sau **abaterea medie patratică.** Aceasta o vom face în baza formulei: $\sigma = \frac{\mathrm{X}i\max - Xi\min}{K}$, unde X_i max – este valoarea cea mai mare (bună) a rezultatului din grupă, iar X_i min – valoarea cea mai mică a rezultatului din aceeaşi grupă.

„K" – coeficientul lui Ermolaeva din Tabel (vezi Anexele).

În continuare, vom introduce valorile respective în formulă şi vom obține:

- Pentru grupa „E": $\sigma_e = \frac{45-25}{3{,}08} = 6{,}49$
- Pentru grupa „C": $\sigma_c = \frac{43-15}{3{,}08}, = 9{,}09$

3. În continuare vom calcula eroarea standard a mediei aritmetice (m) în baza formulelor $m = \frac{\sigma}{\sqrt{n-1}}$, când n < 30 şi $m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$, când n > 30.

În cazul nostru, ne vom folosi de prima formulă, dat fiind faptul că n < 30 şi vom obține:

$$m_e = \frac{6{,}49}{\sqrt{10-1}} = \frac{6{,}49}{3{,}0} = 2{,}16 \; ; \qquad m_c = \frac{9{,}09}{\sqrt{10-1}} = \frac{9{,}00}{3{,}0} = 3{,}3$$

4. Se va calcula eroarea medie a diferențelor ***„t – criteriul Student"***.

Acest lucru îl vom face în baza formulei $t = \frac{\left|\overline{X}_e - \overline{X}_c\right|}{\sqrt{m_e^2 + m_c^2}}$, atunci când avem două rezultate independente şi în baza formulei $t = \frac{\left|\overline{X}_e - \overline{X}_c\right|}{\sqrt{m_e^2 + m_c^2 - 2\times r(m_e \times m_c)}}$ sau ($t = \frac{\left|\overline{X}_e - \overline{X}_c\right|}{\sqrt{m_e^2 + m_c^2 - 1{,}4(m_e \times m_c)}}$) , când avem două rezultate dependente (experimentul absolut, independent).

În cazul nostru, vom utiliza prima formulă, dat fiind faptul că este vorba de două rezultate independente (comparăm două grupe între ele). Vom obține:

$$t = \frac{\left|\overline{X}_e - \overline{X}_c\right|}{\sqrt{m_e^2 + m_c^2}}, \quad \text{pentru} \quad f = n_e + n_c - 2 \Rightarrow t = \frac{35{,}6 - 28{,}3}{\sqrt{2{,}16^2 + 2{,}7^2}} = \frac{7{,}30}{3{,}45} = 2{,}11$$

În continuare, în baza tabelului vom determina dacă există diferență pentru cel puțin pragul de semnificație de 5% ($P \leq 0{,}05$), pentru numărul de subiecți

$f = n_e + n_c - 2 \rightarrow f = 10 + 10 - 2 = 18$.

Vom compara „t" calculat, care în cazul nostru este de 2,11 cu „t" critic pentru n = 18, care este egal cu 2,10 pentru $P \leq 0{,}05$.

În cazul nostru „t" calculat, 2,11, este mai mare decât „t" din tabel – 2,10, de aceea putem trage concluzia că diferențele sunt semnificative pentru pragul de semnificație (autenticitate) de 5% şi se va scrie t = 2,11 pentru $P \leq 0{,}05$. Aceasta înseamnă că în cazul desfăşurării a o sută de experimente, folosind această metodică, în 95 din cazuri vom obține aceleaşi rezultate.

Dacă vom introduce într-un tabel datele acestea se va scrie:

Nr. crt.	**Ex. de control (teste)**	**Grupa experimentală**	**Grupa control (c) (martor)**	**Diferența (%)**	**t**	**P**
1	Săritura pe verticală (cm)	35,6 ± 2,16	28,3 ± 2,7	12,6	2,11	< 0,05
2						
3						

Astfel, cum s-a menționat anterior, ***„t – criteriul Student"*** se poate de folosit atunci, când măsurările s-au făcut pe scările de intervale sau de referință, însă în cercetările pedagogice deseori apare necesitatea de a calcula diferenţele dintre valorile obţinute pe scările nominale sau ordinale. În cazul dat se vor folosi aşa – numitele criterii neparametrice, care sunt ***„T – criteriul White”*** şi „**criteriul** $\aleph^2$”. Aceste două criterii, comparativ cu ***„t – criteriul Student”***, nu cer calcularea unor parametri, cum sunt media aritmetică, abaterea standard etc., de aceea au şi fost numite neparametrice.

3.3. Calcularea autenticităţii (semnificaţiei) dintre două rezultate independente pentru caracteristicile (scările) calitative (nominale şi ordinale)

3.3.1. *Determinarea diferenţelor în baza „T – criteriul White”*

Acesta se va folosi atunci, când rezultatele sunt culese pe scara ordinală, ele fiind independente, adică de la două grupe – de control şi experimentală. Criteriul dat poate fi folosit pentru compararea grupelor cu acelaşi număr de subiecţi sau cu număr diferit. Esenţa metodicii de determinare a diferenţelor în baza acestui criteriu constă în faptul că rezultatele celor două grupe se aranjează într-un şir în ordinea crescândă, apoi fiecărui rezultat i se atribuie un rang, care ulterior se sumează.

Dacă rezultatele celor două grupe nu se deosebesc deloc, atunci suma rangurilor va fi aceeaşi, însă dacă rezultatele se deosebesc, atunci suma totală a rangurilor va fi diferită. Semnificaţia acestor diferenţe se apreciază în baza Tabelului, care este valabil atunci când numărul de subiecţi maximal nu depăşeşte într-o grupă **27**, iar în cealaltă **15**. Atunci, când grupele au acelaşi număr de subiecţi, numărul lor în fiecare grupă nu trebuie să fie mai mare de **15**. Pentru a aprecia semnificaţia în baza criteriului **„T”**, cu valoarea din tabel se va compara suma cea mai mică a rangurilor. Dacă „**T**”– ul din Tabel este mai mare decât **„T”-ul** real (suma mai mică a rangurilor) ($T_{st} > T_{real}$)), atunci diferenţele sunt semnificative ($P < 0,05$) şi invers, când $T_{st} \leq T_{real}$, atunci diferenţele nu sunt semnificative ($P > 0,05$).

Iată un exemplu: trebuie să analizăm eficacitatea a două metodici de instruire a tehnicii aruncării suliţei (gr. E şi gr. C). În fiecare grupă sunt câte 8 (opt) subiecţi.

Aprecierile s-au făcut pe scara ordinală în baza sistemulului de 10 puncte. Notele obținute sunt următoarele:

Gr. „E” – 8,5; 8,6; 8,4; 9,0; 9,2; 9,4; 9,1; 8,8

Gr. „C” – 7,8; 8,0; 8,2; 7,9; 7,5; 8,5; 8,1; 8,0

Pentru a facilita următoarele operații, va trebui să aranjăm notele în ordinea crescândă şi să le introducem în Tabel, aranjându-le sub formă de trepte, în rândul de sus scriind punctele, iar în cel de jos rangurile suspective. În cazul, când se întâlnesc note identice în ambele grupe, atunci acestea vor primi un rang mediu al celor două note. De exemplu, locurile 8 şi 9 au aceleaşi note 8,5 şi 8,5 atunci rangul mediu între cele două locuri 8 şi 9 va fi **8,5**.

Grupele	**n**	**Puncte**															
		1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*	*13*	*14*	*15*	*16*
E	**8**								**8,4**		**8,5**	**8,6**	**8,8**	**9,0**	**9,1**	**9,2**	**9,4**
C	**8**	**7,5**	**7,8**	**7,9**	**8,0**	**8,0**	**8,1**	**8,2**		**8,5**							
$\mathbf{R_e}$									**8**		**9,5**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**
$\mathbf{R_c}$		**1**	**2**	**3**	**4,5**	**4,5**	**6**	**7**		**9,5**							

În continuare vom suma rangurile celor două grupe separat (Σ_R)

Σ_{Re} = 8 + 9,5 +11 +12 +13 +14 + 15 + 16 = 98,5

Σ_{Rc} = 1 + 2 + 3 + 4,5 + 4,5 + 6 + 7 + 9,5 = 37,5

Σ_{gen} = 136

Pentru a verifica dacă suma rangurilor este calculată corect, ne vom folosi de formula:

$$\Sigma R_{gen} = \frac{n(n+1)}{2} = \frac{16\cdot(16+1)}{2} = 136$$

În continuare vom compara cea mai mică sumă a rangurilor (T_{real} = 37,5) cu criteriul din Tabel pentru n_e = 8 şi n_c = 8 la intersecția acestor două cifre găsim valoarea lui $T_{st.}$, care este egală cu **49**.

În cazul dat T_{st} = 49 > T_{real} = 37,5, de aceea se poate spus că diferențele sunt semnificative la pragul de semnificație de 5% (T_{real} = 37,5, P < 0,05). Prin urmare, se poate de concluzionat că metodica folosită de grupa experimentală este mai eficientă comparativ cu cea folosită de grupa de control.

3.3.2. Determinarea diferențelor în baza criteriului $\aleph^2$ (*Xi* - patrat)

Criteriul $\aleph^2$ **(*Xi* - patrat)** se foloseşte pentru compararea a două grupe în baza criteriului unei calități pe scara nominală. Pentru calcularea semnificației, rezultatele obținute în ambele grupe de distribuire în aşa – numitele tabele **cvadriplane** sau **multiplane,** în dependență de numărul de clase (categorii), în care rezultatele se divizează.

a) Exemplu de tabelă cvadriplană.

Se verifică eficiența a două metodici de instruire a tehnicii aruncării suliței.

Există două grupe de control şi experimentală, în fiecare câte 25 de subiecți.

Rezultatele au fost fixate pe scara nominală, având numai două categorii: îndeplinit - neîndeplinit.

În baza măsurărilor, se alcătuieşte tabela cvadriplană 2x2:

Categoria 1	**Categoria a II-a**	
E_1	E_2	$E_1 + E_2 = n_e$
C_1	C_2	$C_1 + C_2 = n_c$
$E_1 + C_1$	$E_2 + C_2$	$N = E_1 + E_2 + C_1 + C_2$ $N = n_e + n_c$

E_1 – n_r de subiecți grupa „E” din cat. I.

E_2 – n_r de subiecți grupa „E” din cat. A II-a, acelaşi lucru se referă şi la grupa de control.

N – numărul total de măsurări (aprecieri), calculându-se: $N = E_1 + E_2 + C_1 + C_2$ sau $n_1 + n_2$.

În continuare, vom verifica ipoteza în ceea ce priveşte eficacitatea celor două metodici de instruire. Pentru aceasta vom calcula valoarea $\aleph^2$ după formula:

$$\aleph^2 = \frac{N(E_1 C_1 - E_2 C_2)^2}{n_e \, n_c (E_1 + C_1)(E_2 + C_2)}$$

1. Valoarea obținută se va compara cu valoarea critică din Tabel (**$\aleph^2_{cr.7}$**), pentru numărul de variante V = C – 1, pentru pragul de semnificație de 5%

(P<0,05). Dacă valoarea lui $\aleph^2$ este mai mare decât cea critică, din Tabel, atunci se poate de spus că diferențele sunt semnificative ($\aleph^2_{cale} > \aleph^2_{crit.}$) şi invers când ($\aleph^2_{cale} < \aleph^2_{crit.}$). Acest criteriu nu se recomandă de folosit atunci, când $N = n_e + n_c < 20$ şi în cazul, când cel puțin una din frecvențele absolute (E_1, E_2, C_1, C_2) din tabelul 2x2 este mai mică decât 5. în cazul dacă cel puțin una din frecvențe are valoarea cuprinsă între 5 şi 10, criteriul se va folosi, modificând formula de mai sus:

$$\aleph^2 = \frac{H\left(|E_1 + Ч_1 - E_2\, Ч_2| - \frac{H}{2}\right)^2}{n_e n_c (E_1 + Ч_1)(E_2 + Ч_2)}$$

Iată un exemplu concret: din 25 de subiecți ai grupei „E”, 20 au îndeplinit şi 5 – n-au îndeplinit. În grupa de „C”, 13 au îndeplinit şi 12 – n-au îndeplinit.

Alcătuim tabela cvadriplană.

Grupa	„Da”	„Nu”	
„E”	$E_1 = 20$	$E_2 = 5$	$n_e = E_1 + E_2 = 25$
„C”	$C_1 = 13$	$C_2 = 12$	$n_c = C_1 + C_2 = 25$
	$E_1 + C_1 = 33$	$E_2 + C_2 = 17$	$N = n_e + n_c = 50$

Calculele se vor face în baza formulei a II-a, fiindcă una dintre frecvente este egală cu 5(E_2). Vom obține:

$$\aleph^2 = \frac{H\left(|20 \times 13 - 5 \times 12| - \frac{50}{2}\right)^2}{25 \times 25 \times (20 + 13) \times (5 + 12)} = 4{,}36$$

În continuare vom compara $\aleph^2_{calc.}$ cu $\aleph^2_{crit.}$ pentru numărul de variante V = C – 1 → 2 – 1 = 1. Pentru V = 1, $\aleph^2_{crit.} = 3{,}8$. Prin urmare, $\aleph^2_{calc.} > \aleph^2_{crit.}$ (4,36 > 3,8), de aceea se poate de menționat că numărul mai mare de studenți ai grupei „E” care au îndeplinit exercițiul nu este întâmplător, fiindcă diferențele sunt semnificative. **b. Exemplu de tabelă multiplană.** Folosirea acestui criteriu este posibilă şi atunci, când rezultatele sunt divizate în mai mult de două categorii (clase). În asemenea caz, se alcătuieşte aşa-numita tabelă multiplană.

Spre exemplu, noi dorim să verificăm eficacitatea metodicii de orientare profesională a absolvenților în scopul admiterii la facultate. Se formează două grupe, de „C” şi „E” (câte 100 în fiecare). Cu cea „E” agitația este făcută de profesorii şi studenții facultății prin convorbiri, lecții, excursii, iar cu cea de „C” agitația se face numai prin intermediul mass-media. Rezultatele sunt verificate prin intermediul anchetei, fiind acceptate trei variante de răspuns. „Doresc să intru la facultate”; „Nu doresc” şi „Nu ştiu”. În continuare vom alcătui tabela multiplană (2 *x* c), care va conține două rânduri (în baza ***numărului*** de grupe) şi „C” coloane – în baza numărului de categorii. În cazul dat, numărul de categorii este trei, de aceea numărul de coloane va fi, de asemenea, de trei.

Grupa	**Categoria I**	**Categoria II**	**Categoria III**	
„E”	E_1	E_2	E_3	$n_e = E_1 + E_2 + E_3 = 100$
„C”	C_1	C_2	C_3	$n_c = C_1 + C_2 = 100$
	$E_1 + C_1$	$E_2 + C_2$		$N = n_e + n_c = 200$

Rezultatele obținute în rezultatul prelucrării anchetelor se vor introduce în formula:

$$\aleph^2 = \frac{1}{n_e \; n_c} \times \sum_{i=1}^{c} \frac{(n_e C_i - n_c E_i)^2}{E_I + C_I}$$

Rezultatul calculat ($\aleph^2$ calc.) se va compara cu valoarea critică din Tabel pentru numărul de variante V= C-1. Dacă $\aleph^2$ cale > $\aleph^2$ crit., atunci se poate de menționat că diferențele sunt semnificative pentru pragul de semnificație de 5% (P<0,05), şi invers în cazul, când $\aleph^2$ calc. < $\aleph^2$ crit.

Să presupunem că, în cazul nostru, răspunsurile în grupe au fost următoarele:

- grupa „E”: „Doresc” – 40; „Nu doresc” – 35; „Nu ştiu” – 25
- grupa „C”: „Doresc” – 20; „Nu doresc” – 45; „Nu ştiu” – 35

Grupa	**Categoria I „doresc”**	**Categoria II „nu doresc”**	**Categoria III „nu ştiu”**	
„E”	$E_1 = 40$	$E_2 = 35$	$E_3 = 25$	$n_e = 100$
„C”	$C_1 = 20$	$C_2 = 45$	$C_3 = 35$	$n_c = 100$
	$E_1 + C_1 = 60$	$E_2 + C_2 = 80$	$E_3 + C_3 = 60$	$N = 200$

Introducem datele în formulă:

$$\aleph^2 = \frac{1}{\mathrm{n_e\ n_c}} \times \sum_{i=1}^{c} \frac{(n_e C_i - n_c E_i)^2}{E_I + C_I} = \frac{1}{\mathrm{n_e\ n_c}} \times \left[\frac{(n_e C_1 - n_c E_1)^2}{E_I + C_I} + \frac{(n_e C_2 - n_c E_2)^2}{E_2 + C_2} + \frac{(n_e C_3 - n_c E_3)^2}{E_3 + C_3} \right] =$$

$$\frac{1}{100 \times 100} \times \left[\frac{(100 \times 20 - 100 \times 40)^2}{40 + 20} + \frac{(100 \times 45 - 100 \times 35)^2}{35 + 45} + \frac{(100 \times 35 - 100 \times 25)^2}{25 + 35} \right] = 9{,}58$$

În Tabel găsim valoarea critică a lui $\aleph^2_{\text{crit.}}$, pentru numărul de variante V = C-1 → 3 – 1 = 2, pentru pragul de semnificație de 5% (t = 0,05). Valoarea critică este de 5,9. De aici rezultă că $\aleph^2_{\text{calc.}} > \aleph^2_{\text{crit.}}$ (9,58 > 5,9), prin urmare diferențele sunt semnificative pentru pragul de semnificație de 5% (P < 0,05), iar metodica de orientare profesională a absolvenților grupei experimentale este mai eficientă.

3.4. Determinarea gradului de legătură dintre două fenomene (analiza de corelație)

În orice proces pedagogic, factorii care îl alcătuiesc se află într-o legătură strânsă. Priceperea profesorului de a schimba un factor, pentru a obține schimbări strict direcționate ale altuia, în scopul îmbunătățirii performanțelor, depinde de măiestria acestuia.

În ştiință există două forme de legături (dependențe) între factorii procesului pedagogic:

a) **Legătura funcțională**, care reflectă dependența foarte clară, în procesul căreia schimbarea unuia dintre factori în toate cazurile conduce la schimbarea altuia. Asemenea legături sunt specifice ştiințelor exacte (fizica, matematica, chimia etc.).

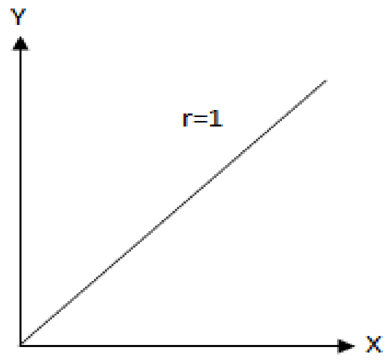
În pedagogie, asemenea legături, chiar dacă se observă, sunt convenționale, aproximative. Stabilirea legăturilor funcționale în pedagogie este un proces foarte interesant, însă foarte anevoios, problematic.

Un lucru mai real este stabilirea aşa – numitelor **legături statistice** sau **de corelație**.

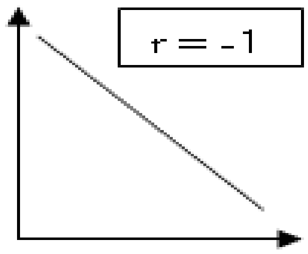
Factorii corelați se împart în **factori de cauză (cauzali)**, prin urmare sunt aceia, care sub influența metodicii de antrenament se schimbă primii şi **factori de consecință (efect)**, care se schimbă sub influența celor **cauzali**.

În dependență de direcționarea schimbării factorilor, există următoarele feluri de corelații:

- *Corelație directă pozitivă* – în procesul creşterii factorului de cauză, creşte şi cel de consecință: spre exemplu, creşterea cantității consumului maxim de oxigen (CMO) duce în consecință la creşterea programului anaerob de aprovizionare cu energie (PAAE)

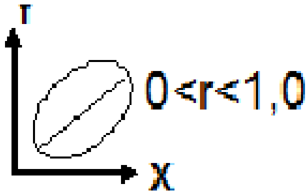


- *Corelație directă negativă* – la descreşterea factorului de cauză, descreşte şi cel de consecință. Spre exemplu, descreşterea mărimii şi intensității efortului fizic duce la scăderea frecvenței cardiace.



- *Corelație inversă pozitivă* – la descreşterea factorului de cauză, creşte cel de consecință. Spre exemplu, descreşterea lungimii distanței conduce la creşterea vitezei de alergare.

- *Corelație inversă negativă* – la creşterea factorului de cauză, descreşte cel de consecință. Spre exemplu, la creşterea forței musculare a membrelor inferioare, pot scădea rezultatele în alergările de rezistență.



Valoarea matematică a coeficientului de corelație se află în limitele de la minus -1(corelație maximală negativă) până la +1 (legătură maximală pozitivă).

Coeficientul de corelație se va scrie cu exactitate până la cel de-al doilea semn după virgulă (spre exemplu 0,39 şi nu 0,3 sau 0,4).

Mărimea legăturii cantitative se măsoară în baza la trei niveluri:

- legătură slabă – coeficientul de corelație până la 0,30;
- legătură medie – coeficientul de corelație de la 0,31 până la 0,69;
- legătură puternică – coeficientul de corelație de la 0,70 până la 0,99;

În dependență de scara de măsurare folosită, ca şi la determinarea mărimii diferențelor, se vor folosi diferiți coeficienți de corelație.

3.4.1. Determinarea coeficientului de corelație în cazul aprecierii parametrilor calitativi (r_a – coeficientul de asociație)

Atunci când parametrii, indicatorii cercetați, nu pot fi apreciați cantitativ, nu pot fi aranjați într-un şir variativ, altfel spus atunci, când ne folosim de scara nominală, va fi determinat coeficientul de asociaț ie (r_a). Parametrii sau caracterele cercetate sunt grupați în aşa- numita tabelă cvadriplană, despre care am vorbit anterior. Acest coeficient se va calcula numai în cazul, când avem numai două caractere (indici).

Caracter	„Da”	„Nu”	
I	A	B	$A + B = n_1$
II	C	D	$C + D = n_2$
	A + C	B + D	$N = n_1 + n_2$

Coeficientul de asociație se va calcula după formula:

$$r_a = \frac{AD - BC}{\sqrt{(A+B)(C+D)(A+C)(B+D)}}$$, unde A,B,C,D – sunt numere ale caracterelor alternative, plasate în tabela corelativă. Una dintre condițiile de bază constă în faptul că nici una dintre frecvențe să nu fie mai mică de 5 (cinci).

Iată un exemplu: Trebuie să determinăm care este legătura dintre două calități de caracter ale elevilor din şcolile sportive: disciplina strictă din familie şi nesupunerea (neascultarea) şi încăpățânarea la ore în şcoala sportivă. Rezultatele obținute le introducem în tabela cvadriplană:

	„Da”	**„Nu”**	
1. Încăpățânare	A – 7	B – 8	A + B = 15
2. Disciplina	C – 5	D – 10	C + D = 15
	A + C = 12	B + D = 18	N = 15 + 15 = 30

Introducem valorile date în formulă şi vom obține:

$$r_a = \frac{7\times 10 - 8\times 5}{\sqrt{(7+8)\times(5+10)\times(7+5)\times(8+10)}} = \frac{30}{\sqrt{46800}} = \frac{30}{220{,}45} = 0{,}136$$

Coeficientul obținut (0,136) indică faptul că între disciplina din familie şi încăpățânarea şi neascultarea elevilor la ore există o legătură slabă, însă înainte de a trage o concluzie finală trebuie să verificăm veridicitatea lui, să vedem dacă valoarea coeficientului nu este întâmplătoare. Verificarea veridicității se face în felul următor: dacă valoarea $r_a\sqrt{N-1}$ o depăşeşte pe cea din Tabel, critică, pentru numărul de subiecți K=N-2, atunci legătură se consideră semnificativă, şi invers, dacă valoarea este mai mică decât cea critică din Tabel. În cazul nostru avem: $r_a\sqrt{N-1} = 0{,}136\times\sqrt{30-1} = 0{,}732$. În continuare, din Tabel găsim valoarea coeficientului de corelație pentru pragul de semnificație de 5% (P=0,05), pentru numărul de subiecți K= N–2= 30–2= 28. Această valoare este de 0,36. În continuare vom calcula valoarea lui $r_{a\ crit.}$, în baza formulei $r_a\sqrt{N-1} = 0{,}36\times\sqrt{30-1} = 1{,}938 \rightarrow$ 0,732<1,938 (r_{crit}), prin urmare legătura de corelație pozitivă depistată între disciplina din familie şi încăpățânarea şi neascultarea la ore se consideră nesemnificativă (r_e = 0,136 pentru P > 0,05). E posibil că în cazul majorării numărului de subiecți această legătură poate deveni semnificativă.

3.4.2. Determinarea coeficientului de corelație a rangurilor (Spearman)

Corelația rangurilor este unul dintre cele mai simple procedee de determinare a legăturii dintre două fenomene. Însăşi denumirea acestei corelații indică faptul că se determină legătura dintre ranguri, altfel spus dintre şirurile de valori obținute. Trebuie de menționat că corelația rangurilor nu se va face atunci, când numărul de perechi corelate este mai mic de cinci şi mai mare de douăzeci. De asemenea, corelația rangurilor dă posibilitatea de a depista legătura şi atunci, când valorile obținute au un caracter semicantitativ, adică neavând o exprimare cifrică, totuşi reflectă o ordine clară de aranjare a lor. Corelația rangurilor este oportun de a o utiliza atunci, când este suficient de a obține numai o informație aproximativă.

Pentru a observa dacă există sau nu legătură între două fenomene este suficient de a aranja valorile şi de a analiza care este raportul uneia față de cealaltă. Dacă valorii în creştere a unui fenomen îi corespunde o valoare în creştere a altuia, atunci se poate de conchis că legătură de corelație pozitivă există, şi invers, atunci când lucrurile stau invers.

Tehnica calculării coeficientului de corelație a rangurilor este următoarea.

1. Vom analiza care este legătura dintre capacitatea de muncă fizică la alergătorii de rezistență (PWC_{170}) – factorul de cauză şi rezultatul în alergarea pe distanța de 5km – factorul de consecință. Numărul de subiecți este de zece. Să presupunem că am obținut următoarele valori:

Subiecții	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Factorul A	16,8	19,0	17,2	24,8	16,3	24,2	24,0	20,1	20,4	17,5
Factorul B	16,0	17,0	18,9	15,4	16,3	16,9	16,3	16,8	16,9	17,8

2. în continuare datele obținute le vom introduce în tabel, însă valorile factorului de cauză (PVC_{170}) vor fi aranjate în ordinea descrescândă (e posibil şi

invers). Paralel cu valorile descrescânde ale PWC_{170} vor fi înscrise valorile corespunzătoare ale factorului de consecință (rezultatele din alergarea pe distanța de 5km), adică valoarea factorului de consecință va corespunde valorii factorului de cauză, de aceea aceasta poate să nu corespundă ordinii de creştere sau descreştere.

PWC_{170} (kgm/min/kg)	**Rezultat alergare 5km (min)**	**Ranguri**		**Diferența rangurilor**	**Patratul diferenței rangurilor**
		PWC_{170} (kgm/min)	**Rezultat**		
A	**B**	**a**	**b**	**d = a-b**	**d^2**
24,8	15,4	1	1	0	0
24,2	16,9	2	6,5	- 4,5	20,25
24,0	16,3	3	3,5	- 0,5	0,25
20,4	16,9	4	6,5	- 2,5	6,25
20,1	16,8	5	5	0	0
19,0	17,0	6	8	- 2	4
17,5	17,8	7	9	- 2	4
17,2	18,9	8	10	- 2	4
16,8	16,0	9	2	7	49
16,3	16,3	10	3,5	6,5	42,25
n=10					**$\Sigma d^2 = 130$**

3. În coloana „a” a tabelului vor fi indicate numerele (rangurile) de ordine ale factorului de cauză (PWC_{170}). Este clar că în cazul nostru, dacă factorul de cauză este aranjat în ordinea descrescândă, atunci factorul de consecință va fi aranjat în ordinea crescândă. Dacă doi sau mai mulți indicatori ai factorului de cauză sunt identici (egali), atunci locul de ordine va fi valoarea mediei aritmetice a locurilor (rangurilor) de ordine a acestora.

4. În coloana „b” a tabelului vor fi indicate prin cifre locurile (rangurile) corespunzătoare ale factorului de consecință (rezultatul alergării de 5km). Acestea, este evident, nu vor corespunde valorilor rangurilor factorului de cauză.

5. Se va calcula (însuma) numărul total de perechi corelate (valori ale indicilor testaţi) şi se vor scrie în partea de jos a tabelului. În cazul nostru avem zece (n=10).

6. Vom calcula diferenţa rangurilor, care se va scrie în coloana corespunzătoare a totalului (d = a - b), păstrându-se, totodată semnul „-” sau „+” : (8 – 10 = - 2) etc.

7. Se va calcula patratul diferenţei rangurilor (d^2). Spre exemplu $-2^2 = 4$ etc.

8. Se va calcula suma patratelor diferenţei rangurilor (Σd^2), în cazul nostru ea este egală cu 8 ($\Sigma d^2 = 130$).

9. Vom calcula coeficientul de corelaţie a rangurilor în baza formulei: $r_s = 1 - \frac{6 \times \sum_{i=1}^{n} d_i^2}{n(n^2 - 1)}$, unde d_i^2 - patratul diferenţei rangurilor (a - b); ($d^2 = 130$)

n – numărul de perechi corelate (n = 10)

Introducând datele în formulă obţinem:

$r_s = 1 - \frac{6 \times 130}{10(10^2 - 1)} = 1 - \frac{780}{10 \times 99} = 1 - \frac{790}{990} ? = 1{,}0 - 0{,}787 = 0{,}323$

10. Vom aprecia valoarea coeficientului de corelaţie a rangurilor calculat. Aceasta se va face:

a) în baza analizei comparative a valorii coeficientului (0,213) cu zero. În cazul dat, această valoare este mai mare, de aceea se poate de spus că legătura corelativă este slabă.

b) comparând valoarea coeficientului calculat cu valoarea critică din Tabel pentru zece perechi corelate (pentru P = 0,05 sau 0,01). În cazul dat se observă 0,564 > 0,213 < 0,746, prin urmare valoarea calculată este mai mică decât cea din Tabel (P > 0,05), de aceea se poate de conchis că legătura slabă de corelaţie dintre PWC_{170} şi rezultatul în alergarea de 5km nu este semnificativă.

3.4.3. Determinarea coeficientului de corelaţie pentru măsurările cantitative (r - Pearson) Atunci, când rezultatele sunt măsurate în baza scărilor cantitative (de intervale şi de referinţă), analiza de corelaţie se recomandă de a o calcula în baza coeficientului r – Pearson după formula:

$$r=\frac{\sum_{i=1}^{n}(X_i-\overline{X})(Y_i-\overline{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(X_i-\overline{X})^2\times\sum_{i=1}^{n}(Y_i-\overline{Y})^2}}$$, unde:

X_i - valori aparte ale parametrului I (factor de cauză);

$\overline{X}$ - media aritmetică a parametrului I;

Y_i - valori aparte ale parametrului II (factor de consecință);

$\overline{Y}$ - media aritmetică a parametrului II

Vom analiza metodică calculării coeficientului de corelație, bazându-ne pe acelaşi exemplu, ca şi în cazul coeficientului corelației rangurilor (Spearman).

Succesivitatea calculării va fi următoarea:

1. Vom alcătui tabelul pentru a face calculele inițiale. Pentru aceasta, în primele două coloane vom plasa rezultatele PWC_{170} şi rezultatele din alergarea pe distanța de 5km. În cazul acestei corelații, aranjarea rezultatelor în ordine (crescândă sau descrescândă) nu este obligatorie.

Nr. crt	X_i **(PWC_{170}) (kgm/min/kg)**	Y_i **(perf.5km) (min)**	$X_i - \overline{X}$	$Y_i - \overline{Y}$	$(X_i - \overline{X})^2$	$(Y_i - \overline{Y})^2$	$(X_i - \overline{X})(Y_i - \overline{Y})$
1	24,0	16,3	***3,97***	***- 0,53***	15,76	0,28	- 2,1
2	24,8	15,4	***4,77***	***- 1,43***	22,75	2,04	- 6,82
3	20,4	16,9	***0,37***	***0,07***	0,136	0,004	0,02
4	20,1	16,8	***0,07***	***- 0,03***	0,004	0,0009	- 0,002
5	17,2	18,9	***- 2,83***	***2,07***	8,00	4,28	- 5,85
6	16,3	16,3	***- 3,73***	***- 0,53***	13,91	0,28	1,97
7	16,8	16,0	***- 3,23***	***- 0,83***	10,43	0,68	2,68
8	19,0	17,0	***- 1,03***	***0,17***	1,06	0,028	- 0,175
9	24,2	16,9	***4,17***	***0,07***	17,38	0,004	0,29
10	17,5	17,8	***- 2,53***	***0,97***	6,4	0,94	- 2,45
11	$\overline{X}$ **= 20,03**	$\overline{Y}$ **= 16,83**			$\Sigma(X_i - \overline{X})^2$ **= 95,83**	$\Sigma(Y_i - \overline{Y})^2 =$ **8,536**	$\Sigma(X_i - \overline{X})(Y_i - \overline{Y})$ **= - 12,43**

2. Vom calcula mediile aritmetice pentru factorul de cauză (PWC_{170} = 20,03) şi cel de consecință (rezultatul 5km) care este de 16,83 min.

3. Se vor calcula valorile $X_i - \overline{X}$ şi $Y_i - \overline{Y}$, altfel spus diferenţa dintre valori aparte ale indicatorilor şi media aritmetică, care se vor scrie în coloanele 3 şi 4 ale tabelului.

4. Valorile obţinute din coloanele 3 şi 4 se vor ridica la patrat şi se vor scrie în coloanele 5 şi 6 ale tabelului, apoi se va calcula suma valorilor acestor diferenţe la patrat, care se vor scrie în partea de jos a tabelului, în coloana respectivă. În cazul nostru, am obţinut valoarea $\Sigma(X_i - \overline{X})^2$ = 95,83 (factorul de cauză) şi $\Sigma(Y_i - \overline{Y})^2$ = 8,536 (factorul de consecinţă).

5. Ulterior vom calcula produsul diferenţelor $(X_i - \overline{X})$ x $(Y_i - \overline{Y})$, care se va scrie în ultima coloană, a şaptea, a tabelului, ca apoi să determinăm suma produsului diferenţelor $\Sigma(X_i - \overline{X})$ x $(Y_i - \overline{Y})$, care se va scrie în partea de jos a tabelului, în coloana respectivă. În cazul nostru, suma este de -12,43.

6. În ultimul moment, vom introduce valorile calculate în formulă:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{n}(X_i - \overline{X}) \times (Y_i - \overline{Y})}{\sqrt{(X_i - \overline{X})^2 \times (Y_i - \overline{Y})^2}} = \frac{-12,43}{\sqrt{95,83 \times 8,536}} = \frac{-12,43}{28,6} = -0,434$$

Coeficientul de corelaţie calculat ne demonstrează că între capacitatea de muncă fizică (PWC_{170}) la atleţi şi rezultatul în alergarea pe distanţa de 5km există o legătură corelativă inversă negativă, prin urmare, la creşterea factorului cauzal (PWC_{170}) descreşte timpul, adică factorul de consecinţă. Acum vom determina semnificaţia coeficientului calculat, comparându-l cu valoarea critică a celui din Tabel pentru n = 10. Dacă valoarea calculată este mai mare decât cea critică, atunci putem spune că legătura medie depistată este semnificativă, şi invers, dacă această valoare este mai mică. În cazul nostru observăm ca valoarea calculată este mai mică decât cea din Tabel pentru n = 10 (- 0,434 < 0,632), de aceea manifestarea legăturii corelative inversă negativă medie nu este semnificativă.

Atunci când numărul de perechi corelate depăşeşte cifra de o sută, aprecierea semnificaţiei coeficientului de corelaţie se va face în baza formulei erorii medii a coeficientului de corelaţie

$$m_r = \pm\frac{1-r^2}{\sqrt{10}} \Rightarrow \pm\frac{1-0{,}434^2}{\sqrt{10}} = \frac{0{,}812}{3{,}16} = 0{,}25$$

Valoarea obținută indică faptul că valoarea coeficientului corelație nu este mai mare de trei ori decât eroarea proprie (0,434 > 0,252). În cazul dat se poate de menționat că coeficientul calculat nu este semnificativ (această eroare trebuie să fie mai mare de trei ori decât eroarea proprie). *Momentele Pearson: c şi r → se va afla diferența dintre coeficientul de corelație calculat după Spearman şi Pearson: 0,434-0,213 =0,221 (51,9 %). Diferența nu trebuie să fie mai mare de > 3%.*

3.4.4. Coeficientul de regresie (R_{AB})

Coeficientul de regresie (R_{AB}) dă posibilitatea de a stabili măsura cantitativă de schimbare a factorului de efect în cazul când factorul de cauză se va schimba cu o unitate. Comparativ cu indicele de corelație, care este o valoare relativă, şi măsoară legătura dintre diferite fenomene, indicele de regresie este o valoare absolută, ce caracterizează dependența dintre factorii schimbători în baza valorilor lor absolute (spre exemplu, trebuie să calculăm cu cât se va îmbunătăți rezultatul în alergarea pe distanța de 5km în cazul când vom îmbunătăți nivelul capacității de muncă fizică cu 1 kgm/min/kg.) Pentru a răspunde la această întrebare, trebuie:

1. să calculăm coeficientul de corelație „r” (-0,434).
2. să calculăm abaterile medii patratice pentru ambele şiruri comparative:

$$y_1 = \frac{24{,}8-16{,}3}{3{,}08} = \frac{8{,}5}{3{,}08} = 3{,}46$$

$$y_2 = \frac{18{,}9-15{,}4}{3{,}08} = \frac{3{,}5}{3{,}08} = 1{,}13$$

Datele obținute vor fi introduse în formula:

$$R_{AB} = R_{AB} \times \frac{y_1}{y_2} = -0{,}434 \times \frac{2{,}76}{1{,}13} = -0{,}434 \times 2{,}44 = -1{,}06\ .$$

3. Se poate de tras concluzia că în cazul majorării capacității de muncă cu 1 kgm/min/kg, performanța în alergarea pe distanța de 5km va creşte cu 1,06min.

Acest coeficient se foloseşte în special la studierea nivelului dezvoltării fizice a copiilor, spre exemplu pentru determinarea valorii medii de creştere a greutății corporale a copilului, în cazul când talia va creşte cu 1cm.

BIBLIOGRAFIE

1. Statistică aplicată în educație fizică şi sport. Livia Sângeorzan, Dragoş Ionescu-Bondoc. Chiș inău: Valinex, 2006. 83 p.
2. Ашмарин Б.А. Теория и методика педагогических, исследований в Ф.В. (пособие для студ., аспир., препод.). Москва: Физкультура и спорт, 1978. 223 с.

4. Анисимов О.С. Основы методологического мышления. – Москва: ВШУ АПК, 1989. 412с.

3.Анисимов О.С. Методологическая культура педагогической деятельности и мышление. Москва, 1991. 415 с.

5. Железняк Д.Д., Петров П.К. Основы научно-методической деятельности в физическом воспитании и спорте. – 2-е изд. перераб. и дополн. Москва: Академия, 2005. 272 с.

ANEXE

Anexa 1.

Valorile coeficientului K (după Ermolaeva)

Приложение 12

Значения коэффициента *K*[1]

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	—	—	1,13	1,69	2,06	2,33	2,53	2,70	2,85	2,97
10	3,08	3,17	3,26	3,34	3,41	3,47	3,53	3,59	3,64	3,69
20	3,74	3,78	3,82	3,86	3,90	3,93	3,96	4,00	4,03	4,06
30	4,09	4,11	4,14	4,16	4,19	4,21	4,24	4,26	4,28	4,30
40	4,32	4,34	4,36	4,38	4,40	4,42	4,43	4,45	4,47	4,48
50	4,50	4,51	4,53	4,54	4,56	4,57	4,59	4,60	4,61	4,63
60	4,64	4,65	4,66	4,68	4,69	4,70	4,71	4,72	4,73	4,74
70	4,76	4,76	4,78	4,79	4,80	4,81	4,82	4,82	4,84	4,84
80	4,85	4,86	4,87	4,88	4,89	4,90	4,91	4,92	4,92	4,93
90	4,94	4,95	4,96	4,96	4,97	4,98	4,99	4,99	5,00	5,01
100	5,02	5,02	5,03	5,04	5,04	5,05	5,06	5,06	5,07	5,08
110	5,08	5,09	5,10	5,10	5,11	5,11	5,12	5,13	5,13	5,14

Anexa 2.

Valorile critice ale criteriului $t_{cr.}$ Student

Приложение 13

Граничные значения *t*-критерия Стьюдента для 5%- и 1%-ного уровня значимости в зависимости от числа степеней свободы

Степень свободы	Границы значения		Степень свободы	Границы значения	
	$p=0,05$	$p=0,01$		$p=0,05$	$p=0,05$
1	12,71	63,60	21	2,08	2,82
2	4,30	9,93	22	2,07	2,82
3	3,18	5,84	23	2,07	2,81
4	2,78	4,60	24	2,06	2,80
5	2,57	4,03	25	2,06	2,79
6	2,45	3,71	26	2,06	2,78
7	2,37	3,50	27	2,05	2,77
8	2,31	3,36	28	2,05	2,76
9	2,26	3,25	29	2,04	2,76
10	2,23	3,17	30	2,04	2,75
11	2,20	3,11	40	2,02	2,70
12	2,18	3,06	50	2,01	2,68
13	2,16	3,01	60	2,00	2,66
14	2,15	2,98	80	1,99	2,64
15	2,13	2,95	100	1,98	2,63
16	2,12	2,92	120	1,98	2,62
17	2,11	2,90	200	1,97	2,60
18	2,10	2,88	500	1,96	2,59

Anexa 3.

Valorile criteriului T-White

Приложение 14

Значения *T*-критерия Уайта при $p = 0,95$

Большее число наблю-дений	Меньшее число наблюдений													
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
4			11											
5		6	11	17										
6		7	12	18	26									
7		7	13	20	27	36								
8	3	8	14	21	29	38	49							
9	3	8	15	22	31	40	51	63						
10	3	9	15	23	32	42	53	65	78					
11	4	9	16	24	34	44	55	68	81	96				
12	4	10	17	26	35	46	58	71	85	99	115			
13	4	10	18	27	37	48	60	73	88	103	119	137		
14	4	11	19	28	38	50	63	76	91	106	123	141	160	
15	4	11	20	29	40	32	65	79	94	110	127	145	164	185
16	4	12	21	31	42	54	67	82	97	114	131	150	169	
17	5	12	21	32	43	56	70	84	100	117	135	154		
18	5	13	22	33	45	58	72	87	103	121	139			
19	5	13	23	34	46	60	74	90	107	124				
20	5	24	24	35	48	62	77	93	110					
21	6	14	25	37	50	64	79	95						
22	6	15	26	38	51	66	82							
23	6	15	27	39	53	68								
24	6	16	28	40	55									
25	6	16	28	42										
26	7	17	29											
27	7	17												

Anexa 4.

Criteriul X^2 (Xi - patrat)

Приложение 15

Критические значения статистик, имеющих распределение χ^2 с числом степеней свободы V, для уровня значимости $p = 0,05$

Степень свободы	Критические значения	Степень свободы	Критические значения
1	3,8	21	32,7
2	6,0	22	33,9
3	7,8	23	35,2
4	9,5	24	36,4
5	11,1	25	37,7
6	12,6	26	38,9
7	14,1	27	40,1
8	15,5	28	41,3
9	16,9	29	42,6
10	18,3	30	43,8
11	19,7	32	46,2
12	21,0	34	48,6
13	22,4	36	51,0
14	23,7	38	53,4
15	25,0	40	55,8
16	26,3	50	67,5
17	27,6	60	79,1
18	28,9	70	90,5
19	30,1	80	101,9
20	31,4	90	113,1
		100	124,3

Anexa 5.

Valorile coeficientului de asociație r_a

Приложение 17

Значения коэффициента корреляции при уровне значимости $p = 0,05$ и числе степеней свободы $K = N - 2$

Число степеней свободы	Коэффициент корреляции	Число степеней свободы	Коэффициент корреляции
5	0,75	27	0,37
6	0,71	28	0,36
7	0,67	29	0,36
8	0,63	30	0,35
9	0,60	35	0,33
10	0,58	40	0,30
11	0,55	45	0,29
12	0,53	50	0,27
13	0,51	60	0,25
14	0,50	70	0,23
15	0,48	80	0,22
16	0,47	90	0,21
17	0,46	100	0,20
18	0,44	125	0,17
19	0,43	150	0,16
20	0,42	200	0,14
21	0,41	300	0,11
22	0,40	400	0,10
23	0,40	500	0,09
24	0,39	700	0,07
25	0,38	900	0,06
26	0,39	1000	0,06

Anexa 6.

Valorile coeficienților de corelație Spearman (r_s)

Приложение 18

Критические значения коэффициентов корреляции рангов Спирмена

Число коррелируемых пар *n*	$p=0,05$	$p=0,01$	Число коррелируемых пар *n*	$p=0,05$	$p=0,01$
4	1,000	–	14	0,456	0,645
5	0,900	1,000	16	0,425	0,601
6	0,829	0,943	18	0,399	0,564
7	0,714	0,893	20	0,377	0,534
8	0,643	0,833	22	0,359	0,508
9	0,600	0,783	24	0,343	0,485
10	0,564	0,746	26	0,329	0,465
12	0,506	0,712	28	0,317	0,448
			30	0,306	0,432

Anexa 7.

Valorile coeficienților de corelație Pearson (r)

Приложение 19

Критические значения коэффициентов корреляции при $p = 0,05$

Число коррелируемых пар	Критические значения	Число коррелируемых пар	Критические значения
3	0,977	19	0,456
4	0,950	20	0,444
5	0,878	21	0,433
6	0,811	22	0,423
7	0,754	25	0,396
8	0,707	30	0,361
9	0,666	35	0,332
10	0,632	40	0,310
11	0,602	45	0,292
12	0,576	50	0,277
13	0,553	60	0,253
14	0,532	70	0,234
15	0,514	80	0,219
16	0,497	90	0,206
17	0,482	100	0,196
18	0,468		