

## S 9 Spolehlivost (reliabilita) a platnost (validita) a motorických testů

### I. Reliabilita

#### TEORIE

Vedle validity je spolehlivost základní vlastností testu. Reliabilitou rozumíme přesnost, s jakou test postihuje měřený motorický znak. Vyjadřuje míru shody při opakovaném měření. Vyjadřujeme jí většinou pomocí koeficientu korelace, s využitím paralelní formy testu, jež může nabývat různých podob, viz. dále. Každé měření a testování je zatíženo určitou chybovostí. Spolehlivost testů je tedy nutné ověřovat vhodnými diagnostickými nástroji a kriticky posuzovat jejich vhodnost pro daný účel.

Různí autoři nahlízejí na dostatečnou míru spolehlivosti odlišně, uveďme závěry autora Zaciorského (1980) který uvádějí orientační limity pro posuzování reliability v oblasti kinantropologie:

- 0,99 – 0,95 vysoká spolehlivost
- 0,94 – 0,90 dobrá spolehlivost
- 0,89 – 0,80 přijatelná spolehlivost (dostatečná pro individuální měření)
- 0,79 – 0,70 velmi nízká spolehlivost (dostatečná pro skupinová měření)
- 0,69 – 0,60 nedostatečná

Jednotlivé aspekty reliability:

1. stabilita testu
2. vnitřní konzistence testu
3. ekvivalence testu

#### 1. Stabilita

Metodou test-retest zjišťujeme stabilitu testu v čase. Druhé, opakované měření (za standardizovaných podmínek, provedené u stejných probandů, stejným examinátorem) pokládáme za paralelní formu testu a koeficient stability vypočítáme jako koeficient součinné korelace mezi oběma testy. Časový odstup mezi oběma testování volíme dle povahy a náročnosti testu (srov. 12 min. běh a tapping ruky)

## Koeficient stability

$r_{xy}$  = korelační koeficient (výpočet viz seminář 5)

$x_i$  = výsledky 1. měření

$y_i$  = výsledky 2. měření



## 2. Vnitřní konzistence

Tuto metodu je lze využít tam, kde je možné rozdělit test na dvě poloviny, např. sudé a liché výsledky. Předpokladem je, že obě poloviny jsou navzájem paralelní. Korelační koeficient vypočítaný z obou polovin testu udává spolehlivost jen jedné poloviny. Proto je nutné výsledek pro celý test dále korigovat použitím Spearman - Brownova vzorce.

$x_i$  = výsledky měření 1. poloviny

$y_i$  = výsledky měření 2. poloviny

## 3. Ekvivalence

Paralelní formu testu nutnou pro výpočet korelačního koeficientu, zde tvoří test stejného typu měřící stejný konstrukt. Např. anaerobní práh lze detekovat různými testy navzájem ekvivalentními (spiroergometrie, Sledování dynamiky laktátu, Conconiho test, apod.). Předpokladem je minimální časový odstup od obou měření. K výpočtu použijeme opět koeficient součinné korelace.

$x_i$  = výsledky 1. měření (původní test)

$y_i$  = výsledky 2. měření (paralelní test)

## Objektivita

Hodnotí vliv osoby examinátora na výsledek testu. Korelační koeficient mezi výsledky udávanými různými posuzovateli nám poskytne hrubý odhad této zvláštní formy spolehlivosti testu.

$x_i$  = výsledky měření 1. posuzovatele

$y_i$  = výsledky měření 2. posuzovatele

## PŘÍKLADY

1. Zjistěte stabilitu testu v běhu na 50 m u chlapců 5.třídy – měřeno po 1 týdnu, časy jsou uvedeny v tabulce:

| Poř.č.   | test $x_i$ | retest $y_i$ |
|----------|------------|--------------|
| 1        | 10.5       | 10.0         |
| 2        | 9.1        | 9.3          |
| 3        | 8.1        | 8.5          |
| 4        | 9.9        | 10,4         |
| 5        | 7.6        | 7.5          |
| 6        | 9.3        | 9.2          |
| 7        | 10.6       | 10.6         |
| 8        | 10.2       | 10.1         |
| 9        | 9.4        | 9.9          |
| 10       | 9.3        | 9.5          |
| $\Sigma$ | 94.0       | 95,0         |



$$r_{xy} = 0.945$$

Jedná se o dobrou stabilitu testu.

2. Zjistěte ekvivalentnost testů vertikální výskok – skok daleký z místa. jsou tyto testy přísně ekvivalentní?

|    |     |
|----|-----|
| 52 | 242 |
| 58 | 260 |
| 62 | 264 |
| 64 | 268 |
| 63 | 261 |
| 47 | 222 |
| 58 | 256 |
| 55 | 250 |
| 50 | 240 |
| 52 | 244 |
| 48 | 230 |
| 50 | 241 |
| 52 | 244 |
| 54 | 248 |
| 56 | 252 |
| 58 | 258 |
| 60 | 264 |
| 62 | 266 |
| 40 | 268 |
| 66 | 272 |
| 66 | 271 |
| 52 | 242 |
| 58 | 258 |
| 62 | 264 |
| 63 | 266 |
| 64 | 268 |
| 63 | 261 |
| 67 | 274 |
| 48 | 230 |
| 58 | 259 |

## ÚKOLY

1. Vypočítejte stabilitu testu ruční dynamometrie pro první a druhý pokus dominantní paže. Použijte data naměřená v rámci předmětu Rozvoj pohybových schopností z 1. ročníku
2. Vypočítejte ekvivalentnost testů pro diagnostiku vytrvalostních schopností, 12 min běh a progresivní člunkový běh. Použijte data z 1. ročníku (dočasně nedostupné)

## II. Validita

### TEORIE

Validita znamená míru, ve které test skutečně měří, postihuje, nebo popisuje to, co je cílem zjišťování. Validitu motorického testu zjišťujeme vždy k nějaké veličině, kterou test zprostředkovaně měří, k tzv. kritériu. Můžeme ji definovat jako pravděpodobnost shody mezi výsledkem testu a stavem kritéria.

Rozlišujeme validitu souběžnou, např. ověřování vztahu dvou testů k explozivní síle, nebo validitu různých plaveckých testů ke kritériu 800 m plavání atd. V druhém případě rozlišujeme validitu nesouběžnou – např. hledáme validitu kontrolních testů aplikovaných v přípravném období ke kritériu sportovního výkonu v hlavním (závodním) období.

Nejpoužívanější mírou validity je koeficient validity, kterým je nejčastěji absolutní hodnota korelace mezi testem X na jedné a kritériem Y na druhé straně. Někdy používáme označení  $r_{tk}$  (test, kritérium).

Teorie (Blahuš, 1988), uvádí více typů. b

Predikční validita – odhad má charakter předpovědi budoucích výsledků

Schéma:



Přemet vpřed může být vstupním testem pro žáky gymnastické třídy. Rovnice pro odhad kritéria Y pomocí jediného testu X má tvar:  $y' = a + b_{yx}x$

$$b_{yx} = r_{xy} \frac{s_y}{s_x} \quad a = \bar{y} - \bar{x}b_{yx}$$

kde  $a, b$  jsou koeficienty pro odhad výkonu v kritériu (předpoklad splnění podmínek lineární regrese)

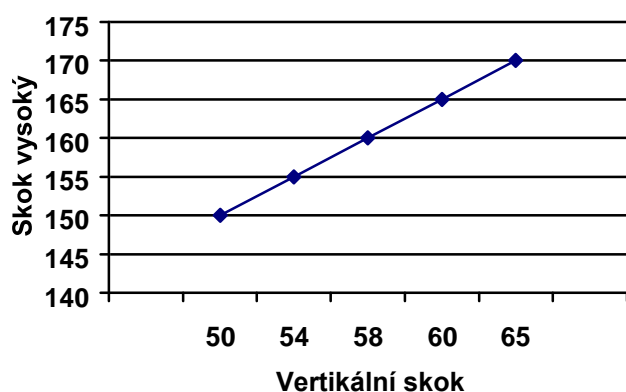
## PŘÍKLAD

Výpočet predikce skoku do výšky na základě testu vertikální skok (T.15) U pěti dětí byly zjištěny tyto výkony:

| Poř. Č.  | Vertikální skok $x_i$ | Skok vysoký $y_i$ |
|----------|-----------------------|-------------------|
| 1        | 50                    | 150               |
| 2        | 54                    | 155               |
| 3        | 58                    | 160               |
| 4        | 60                    | 165               |
| 5        | 65                    | 170               |
| $\Sigma$ | 287                   | 800               |



$$r_{xy} = 0,994$$



Graf vyjadřuje dvojrozměrné rozdělení četností a umožňuje hrubé odhady.

Na základě znalosti koeficientu validity testu a skóre jednotlivce se můžeme pokusit o odhad sportovního výkonu. Umožňuje to regresní přímka  $y'$  (viz. obrázek). Její rovnice má tvar  $y' = a + b_{yx}x$

$y'$  ..... předpovídané skóre kritéria  
 $a = \bar{y} - \bar{x}b_{yx}$  ..... konstanta  
 $b_{yx}$  ..... regresní koeficient

Regresní koeficient je směrnici regresní přímky, vypočítáme jej z rovnice:

$$b_{yx} = r_{xy} \frac{s_y}{s_x}$$

Z našeho příkladu vyplývá:

$$n=5 \quad \bar{x} = 57,4 \quad s_x = 5,73 \quad r_{xy} = 0,994$$

$$\bar{y} = 160 \quad s_y = 7,91$$

$$b_{yx} = r_{xy} \frac{s_y}{s_x} \quad b_{yx} = 0,994 \frac{7,91}{5,73} = 1,372$$

$$a = \bar{y} - \bar{x}b_{yx} \quad a = 160 - 57,4 \cdot 1,372 = 81,247$$

$$y' = a + b_{yx}x \quad y' = 81,247 + 1,372 x$$

Žák M, který v měrném období skočil vertikálním skokem  $x_i = 62 \text{ cm}$ , pravděpodobně skočí  $y'$   
 $y' = 81,247 + 1,37 \cdot 62 = 166,311$

Žák M skočí přibližně 166 cm. V úvahu musíme vzít určitou chybu odhadu. Znamená to, že je nutné počítat s výskytem výkonu v určitém intervalu spolehlivosti.

Interval spolehlivosti („výkonů“) vypočítáme pro lineární regresi podle vzorce:

$$y' \pm \mu_1 - \frac{\alpha}{2} \cdot \sqrt{\frac{s_r}{n-2}}$$
$$y_i - (a + b_{yx}x_i)$$

kde  $s_r = \sum_{i=1}^n [y_i - (a + b_{yx}x_i)]^2$  a  $\mu_1 = \frac{\alpha}{2}$  jsou kritické hodnoty normovaného normálního rozdělení. Volíme spolehlivost predikce normálního rozdělení.

Volíme-li spolehlivost predikce  $1 - \alpha = 95\%$  je  $\alpha = 5\%$  a  $1 - \frac{\alpha}{2} = 0,975$ ; tedy  $\mu_1 - \frac{\alpha}{2} = u_{0,9751} \doteq 1,959$

V našem případě vypočteme hodnoty následující tabulky

| Poř. č.  | Vertikální skok $x_i$ | Skok vysoký $y_i$ | Predikční hodnota<br>$y' = 81,247 + 1,372x_i$ | Odchylka<br>$\Delta_i = y_i - y'_i$ | Druhá mocnina<br>$\Delta_i^2$ |
|----------|-----------------------|-------------------|---|-------------------------------------|-------------------------------|
| 1        | 50                    | 150               | 149,847                                       | 0,153                               | 0,023                         |
| 2        | 54                    | 155               | 155,335                                       | -0,335                              | 0,112                         |
| 3        | 58                    | 160               | 160,823                                       | -0,823                              | 0,667                         |
| 4        | 60                    | 165               | 163,567                                       | 1,433                               | 2,053                         |
| 5        | 65                    | 170               | 170,427                                       | -0,427                              | 0,182                         |
| $\Sigma$ | 287                   | 800               |   |                                     | 3,047                         |

Součet v posledním sloupci ( $\Delta_i^2$ ) je hodnota  $s_r$ . Dosazením do uvedeného vzorce získáme

$$y' \pm \mu_1 - \frac{\alpha}{2} \cdot \sqrt{\frac{s_r}{n-2}} \quad y' \pm 1,96 \cdot \sqrt{\frac{3,047}{3}} \quad y' = 1,974$$

informace obsažená v tabulce 24 nám umožňuje stanovit predikci výkonu  $y'$  podle vzorce  $y' = a + b_{yx}x$  s přesností necelé 2, respektive 4 cm.

ÚKOL (*Dočasně nedostupné*)

Vypočítejte predikční validitu plavání na 100 m (času a způsobu jež jste dosáhli při přijímacích zkouškách) a dosaženého v hodinách plavání – odkaz . Sestrojte predikční graf.