

Relació entre el test Sit-Up (Eurofit) i les dades antropomètriques

Relación entre el test Sit-Up (Eurofit) y los datos antropométricos

V. Martínez de Haro*; J.J. Ramos Álvarez*; J. Portela García-Miguel**

* Profesores de la Escuela de Medicina de la Educación Física y el Deporte de la Universidad Complutense. Madrid.

** Profesor de la EU de Estadística de la Universidad Complutense. Madrid.

RESUM

En l'estudi que es presenta utilitzem una mostra de 30 nois de la mateixa edat (15 anys) als quals vam realitzar un mesurament antropomètric complet i els sotmetérem al test sit-up de la bateria de proves Eurofit. D'aquesta forma vam obtenir 44 variables, de les quals 43 corresponen a mesures antropomètriques i 1 a la bateria Eurofit.

S'utilitzen mètodes de regressió en passos, test de correlació i regressió múltiple.

Vam trobar que els resultats del test d'abdominals es relacionen linealment amb el perímetre del coll (relació positiva), el perímetre màxim de la cama (relació negativa) i amb el pes muscular (relació positiva).

La funció matemàtica que relaciona les variables de forma òptima seria:

$$ABD=(1.13151 \times \text{COLL1})-(0.84741 \times \text{CAMA1})+(0.10662 \times \text{MUSCULA1})+13.4825.$$

La predicció del nombre màxim d'abdominals a realitzar a partir d'aquestes dades antropomètriques deu ser força precisa (tenint en compte l'interval de confiança donat per a la predicció), tot i que segurament es podria millorar si trobéssim alguna altra dada antropomètrica no estudiada que influeixi en la prova.

Paraules clau

Sit-up, Eurofit, regressió, correlació, quineantropometria.

RESUMEN

En el presente estudio utilizamos una muestra de treinta (30) chicos de la misma edad (15 años) a los que realizamos una medición completa antropométrica y les sometimos al test sit-up de la batería de pruebas EUROFIT, obteniendo de esta forma cuarenta y cuatro (44) variables (cuarenta y tres (43) correspondientes a medidas antropométricas y una (1) a la batería EUROFIT).

Se utilizan métodos de regresión en pasos, test de correlación y regresión múltiple.

Encontramos que los resultados del test de abdominales se relacionan linealmente con el perímetro del cuello (relación positiva), el perímetro máximo de la pierna (relación negativa) y con el peso muscular (relación positiva).

La función matemática que relaciona las variables de forma óptima sería:

$$ABD=(1.13151 \times \text{CUELLO1})-(0.84741 \times \text{PIERNA1})+(0.10662 \times \text{MUSCULA1})+13.4825.$$

La predicció del número màxim de abdominals a realitzar a partir de estos datos antropométricos sería bastante precisa (teniendo en cuenta el intervalo de confianza dado para la predicció), aunque seguramente podríamos mejorarla si encontráramos algún otro dato antropométrico no estudiado que influya en la prueba.

Palabras clave

Sit-up, Eurofit, regresión, correlación, cineantropometría.

Introducció

Seguint la nostra línia de treball, i ja realitzada una anàlisi factorial entre les dades antropomètri-

Introducción

Seguindo nuestra línea de trabajo, y después de realizado un análisis factorial entre los datos antro-

ques recollides dels nostres subjectes, i també els valors obtinguts a les proves Eurofit, analitzarem algunes de les proves esmentades, començant per la prova d'abdominals.^{3, 4, 5, 6, 7, 18} Farem una anàlisi de regressió^{9, 11, 16, 17} amb els objectius següents:

- Estudiar les interrelacions entre les variables antropomètriques i el test d'abdominals.
- Estudiar el tipus de funció matemàtica, calcular-ne els paràmetres i determinar la funció de l'ajustament.
- Predir el nombre d'abdominals a realitzar partint de les dades de les variables antropomètriques.

Material y mètodes

Vam partir d'una mostra de 30 alumnes, varons, de 15 anys, de l'I.B. Cardenal Cisneros de Madrid. En depurar els casos atípics (que corresponien a errors de mesurament), 28, de les variables antropomètriques i en la regressió, ens vam quedar amb 26 casos vàlids. Per tant, l'anàlisi es basa en aquests 26 casos.

Es va realitzar el següent mesurament antropomètric de 19 subjectes i se'ls va aplicar el test d'abdominals (sit-up):^{3, 4, 5, 6, 7, 18}

pométricos recogidos en nuestros sujetos, y los valores obtenidos en las pruebas Eurofit, iremos analizando algunas de las pruebas mencionadas, comenzando por la prueba de abdominales.^{3, 4, 5, 6, 7, 18} Realizaremos un análisis de regresión^{9, 11, 16, 17} con los siguientes objetivos:

- Estudiar las interrelaciones entre las variables antropométricas y el test de abdominales.
- Estudiar el tipo de función matemática que relaciona las variables de forma óptima.
- Una vez conocido el tipo de función matemática, calcular los parámetros de dicha función, así como determinar la función del ajuste.
- Realiza la predicción del número de abdominales a realizar a partir de los datos de las variables antropométricas.

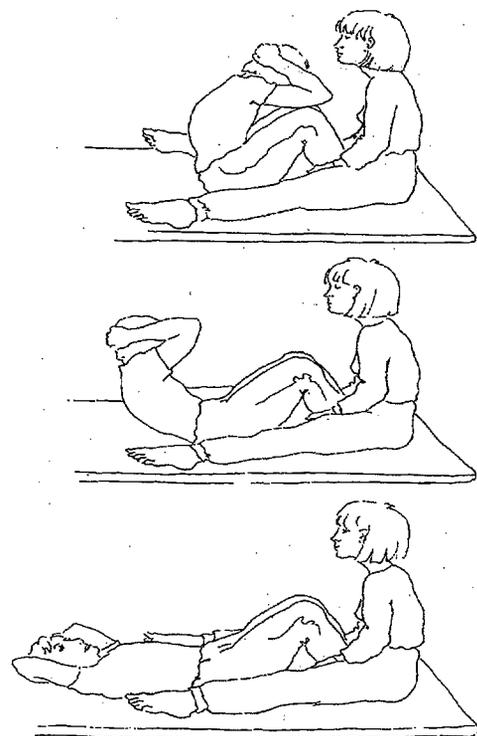
Material y métodos

Utilizamos una muestra de treinta alumnos, varones, de 15 años de edad, del I.B. Cardenal Cisneros de Madrid. Al depurar los casos atípicos (correspondientes, sin duda, a errores de medición) (veintiocho) de las variables antropométricas y en la regresión nos quedamos con veintiséis casos válidos. Por lo tanto el análisis se basa en esos veintiséis casos.

VARIABLES

MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS

- PESO1: Peso (Kg.)
- TALLA1: Talla (cm.)
- ENVERG1: Envergadura (cm.)
- ACROMIA1: Altura acromial (cm.)
- DACTILA1: Altura dactilar (cm.)
- ILIOCRS1: Altura iliocrestal (cm.)
- TALLAS1: Talla sentado (cm.)
- BIACRO1: Diàmetre biacromial (cm.)
- BILICRE1: Diàmetre biliocrestal (cm.)
- TORAX1: Diàmetre transversal del tòrax (cm.)
- BIESTIL1: Diàmetre biestiloideu (cm.)
- BIEPICO1: Diàmetre biepicondileu humeral (cm.)
- BICONDI1: Diàmetre bicondileu femoral (cm.)
- BIMALE1: Diàmetre bimaleolar (cm.)
- BICIPIT1: Pliegue bicipital (mm.)
- TRICIPIT1: Pliegue tricipital (mm.)
- SÚBES1: Pliegue subescapular (mm.)
- SUPRAI1: Pliegue suprailiaco (mm.)
- ILIOCR1: Pliegue iliocrestal (mm.)
- ABDOMI1: Pliegue abdominal (mm.)
- MUSLOA1: Pliegue del muslo anterior (mm.)
- GEMELA1: Pliegue gemelar (mm.)
- CEFALIC1: Perímetro cefálico (cm.)
- CUELLO1: Perímetro del cuello (cm.)
- MUÑECA1: Perímetro de la muñeca (cm.)



Il·lustració 1.
Ilustración 1.

ANTEBRA1: Perímetro del antebrazo (cm.)
CONTRI: Perímetro del bíceps contraído (cm.)
RELAJ1: Perímetro del bíceps relajado (cm.)
TORAXE1: Perímetro del tórax (cm.)
TALLE1: Perímetro mínimo del talle (cm.)
GLUTEO1: Perímetro de los gluteos (cm.)
MUSLO1: Perímetro proximal del muslo (cm.)
PIERNA1: Perímetro máximo de la pierna (cm.)
TOBILL1: Perímetro del tobillo (cm.)
SUPERIO1: Longitud del miembro superior (cm.)
INFERIO1: Longitud del miembro inferior (cm.)
GRASA1: Porcentaje de grasa (%)
CORPORA1: Índice ponderal
MAGRO1: Peso magro (Kg.)
GRASAS1: Peso graso (Kg.)
OSEO1: Peso óseo. (Kg.)
RESIDUA1: Peso residual (Kg.)
MUSCULA1: Peso muscular (Kg.)

PRUEBA FISICA

ABD: Abdominales

La prova d'abdominals (sit-up) consisteix a fer, des de la posició d'estirar en un matalàs, amb les extremitats inferiors flexionades en un angle de 90° i en un temps de mig minut (30''), el major nombre possible d'elevacions de tronc, amb les mans darrere del clatell, fins a tocar amb els colzes els genolls (veg. il·lustració 1).^{3, 4, 5, 6, 7, 18}

Per a l'anàlisi estadística hem emprat el paquet SPSS/PC+. La matriu de dades utilitza 44 variables, una de les quals correspon a la prova del test Eurofit (abdominals) i la resta a mesures antropomètriques.

Es van realitzar diverses regressions per passos^{9, 11, 16, 17} (que consisteix a introduir una variable en cada etapa de l'equació, analitzant en cada cas els coeficients de correlació parcials i la tolerància), a fi d'obtenir les variables antropomètriques que formaran part de l'equació final, i una anàlisi de correlacions.

Finalment, vam fer una anàlisi de regressió^{9, 11, 16, 17} per conèixer fins a quin punt es relacionen les diferents variables.

Per fer les prediccions, és a dir, per intentar calcular el nombre d'abdominals que realitzaria un subjecte en funció de la seva antropometria, es construeix un interval de confiança basat en la normalitat de la predicció. Es van definir:

$x'_h = (\text{COLL1}, \text{CAMA1}, \text{MUSCULA1})$ el vector de característiques de l'individu.
 $X =$ matriu dels 26 casos amb les variables COLL1,

Se realizó la siguiente medición antropométrica de todos los sujetos (diecinueve) y se les aplicó el test de abdominales (sit-up).^{3, 4, 5, 6, 7, 18}

La prueba de abdominales (sit-up) consiste en realizar desde la posición de tumbado en una colchoneta, con las extremidades inferiores flexionadas en un ángulo de 90° y en un tiempo de medio minuto (30''), el mayor número posible de elevaciones de tronco, con las manos detrás de la nuca, hasta tocar con los codos en las rodillas (ver ilustración 1).^{3, 4, 5, 6, 7, 18}

Para el análisis estadístico hemos empleado el paquete SPSS/PC+. La matriz de datos utiliza cuarenta y cuatro variables, una de las cuales corresponde a la prueba del test Eurofit (abdominales) y el resto a medidas antropométricas.

Se realizaron varias regresiones por pasos^{9, 11, 16, 17} (que consiste en ir introduciendo una variable, en la ecuación, en cada etapa, analizando en cada caso los coeficientes de correlación parciales y la tolerancia) para obtener las variables antropométricas que formarán parte de la ecuación final; y un análisis de correlaciones.

Finalmente realizamos un análisis de regresión^{9, 11, 16, 17} para conocer hasta que punto se relacionan las diferentes variables.

Para las predicciones, es decir, para intentar calcular el número de abdominales que un sujeto realizaría en función de su antropometría, se construye un intervalo de confianza basado en la normalidad de la predicción. Definiendo:

$x'_h = (\text{CUELLO1}, \text{PIERNA1}, \text{MUSCULA1})$ el vector de características del individuo.

$X =$ matriz de los 26 casos con las variables CUELLO1, PIERNA1, MUSCULA1, con las que está construida la regresión.

$v_{nh} = x'_h(X'X)^{-1}x_h$

$S_R =$ desviación típica estimada de los residuos.

$\gamma_h =$ predicción estimada con la fórmula de regresión.

$t_{\alpha/2} = t$ de Student con 26-3-1=22 grados de libertad, a nivel $\alpha/2$ ($\alpha=0.05$)

El intervalo de confianza para la predicción γ_h del resultado del test de abdominales del individuo será:

$$\left(\gamma_h - t_{\alpha/2} S_R \sqrt{1 + v_{hh}}, \gamma_h + t_{\alpha/2} S_R \sqrt{1 + v_{hh}} \right)$$

Teóricamente, este intervalo está calculado de manera que exista una probabilidad de 0.95 de que el resultado del test de abdominales del individuo en cuestión esté incluido en dicho intervalo.

Resultados

Hemos obtenido, tras varias regresiones por pasos y el análisis de correlaciones, que la regre-

CAMA1, MUSCULA1, amb les quals s'ha construït la regressió

$$v_{hh} = x_h^t (X^t X)^{-1} x_h$$

S_R = desviació típica estimada dels residus.

\hat{y}_h = predicció estimada amb la fórmula de regressió.

$t_{\alpha/2}$ = t de Student amb 26-3-1=22 graus de llibertat, a nivell $\alpha/2$ ($\alpha=0.05$)

L'interval de confiança per a la predicció \hat{y}_h del resultat del test d'abdominals de l'individu serà:

$$(\hat{y}_h - t_{\alpha/2} S_R \sqrt{1 + v_{hh}} \leq y_h \leq \hat{y}_h + t_{\alpha/2} S_R \sqrt{1 + v_{hh}})$$

Teòricament, aquest interval s'ha calculat de manera que hi hagi una probabilitat del 0.95 que el resultat del test d'abdominals de l'individu en qüestió estigui inclòs en aquests interval.

Resultats

Hem obtingut, després de diverses regressions per passos i l'anàlisi de correlacions, que la regressió ideal ha d'incloure les variables següents: perímetre del coll (COLL), perímetre màxim de la cama (CAMA1) i pes muscular (MUSCULA1).

El pes muscular (PM) s'obté segons la fórmula de Matiegka:^{12, 21}

PM = Pes total (PT) - (Pes gras (PG) + Pes ossi (PO) + Pes Residual (PR), al mateix temps, el pes gras (PG) s'obté pel mètode de Faulkner:^{10, 21}

PG = Pes total (PT) x (% G/100), esseny % G el percentatge de greix, i que s'obté així: % G = (Plec subescapular + Plec tricipital + Plec suprailiac + plec abdominal) x 0,153 + 5,783.

El pes ossi s'obté mitjançant el mètode de Von Döbeln i Rocha:^{20, 21}

$$PO = 3,02(H^2 \times R \times F \times 400)^{0,172}$$

essent H la talla, R el diàmetre biestiloideu i F el diàmetre biepicondileu del fèmur.

El pes residual (PR) s'obté mitjançant la relació de Wurch, per homes:²¹

Discussió

El test Eurofit indica que la prova d'abdominals es realitza en trenta segons i mesura la "força del tronc (resistència muscular abdominal)".^{14, 15, 22} Amb tot, en una anàlisi mínima efectuada sobre la prova, vam observar que també hi entra en joc el múscul psoes ilíac, ja que el controlador, quan subjecta fermament les extremitats inferiors, subjecta el braç més distal de la palanca a desplaçar per aquest múscul. Així doncs, encara que el mantin-

sió ideal debe incluir las variables: perímetro del cuello (CUELLO), perímetro máximo de la pierna (PIERNA1) y peso muscular (MUSCULA1).

El peso muscular (PM) se obtiene según la fórmula de Matiegka:^{12, 21}

PM = Peso total (PT) - (Peso graso (PG) + Peso óseo (PO) + Peso Residual (PR), a su vez el peso graso (PG) se obtiene por el método de Faulkner:^{10, 21}

PG = Peso total (PT) x (% G/100), siendo % G el porcentaje de grasa, y que se obtiene: % G = (Pliegue subescapular + Pliegue tricipital + Pliegue suprailiaco + pliegue abdominal) x 0,153 + 5,783.

El peso óseo se obtiene mediante el método de Von Döbeln/Rocha:^{20, 21}

$$PO = 3,02(H^2 \times R \times F \times 400)^{0,172}$$

Siendo H la talla, R el diámetro biestiloideo y F el diámetro biepicondíleo del fémur.

El Peso residual (PR) se obtiene mediante la relación de Wurch, para hombres:²¹

$$PR = PT \times (24.1 / 100).$$

Correlations:	ABD	PIERNA1	CUELLO1	MUSCULA1
ABD	1.0000	-0.3912	0.5897**	-0.0761
PIERNA1	-0.3912	1.0000	0.3150	0.1299
CUELLO1	0.5897**	0.3150	1.0000	-0.2726
MUSCULA1	-0.0761	0.1299	-0.2726	1.0000
N of cases: 25	1-tailed Signif: * - 0.01 ** - 0.001			

Discussió

El test Eurofit indica que la prueba de abdominales se realiza en treinta segundos y mide la "fuerza del tronco (resistencia muscular abdominal)".^{14, 15, 22} sin embargo, en un mínimo análisis efectuado sobre la prueba, observamos que también entra en juego el músculo psoasiliaco, puesto que el controlador al sujetar firmemente las extremidades inferiores, sujeta el brazo más distal de la palanca a desplazar por este músculo, por lo tanto, aunque lo mantenemos contraído al tener las extremidades inferiores flexionadas en un ángulo de 90°, dicho músculo al mantener y aumentar su contracción tirará de las vértebras para contribuir a la elevación del tronco, así como también el resto de los flexores de la cadera.

De acuerdo con los resultados obtenidos, para conseguir los datos necesarios para la predicción

REGRESIÓN						
Múltiple R	0.87989					
R Square	0.77420					
Adjusted R Square	0.74195					
Standard Error	1.38747					
F = 24.00131	Signif F = 0.0000					
Variables in the Equation						
Variable	B	SE B	95% Confdnce	Intrvl B	Beta	
CUELLO1	1.13151	0.14895	0.82176	1.44126	.88027	
PIERNA1	-0.84741	0.13580	-1.12918	-0.56500	-.70166	
MUSCULA1	0.10662	0.04638	0.01017	0.20307	0.25498	
(Constant)	13.48257	5.76145	1.50097	25.46416		
Variables in the Equation						
Variable	SE Beta	Correl	Part Cor	Partial	T	Sig T
CUELLO1	0.11588	0.58972	0.78772	0.85627	7.597	.0000
PIERNA1	0.11244	-0.39121	-0.64707	-0.80601	-6.240	0.0000
MUSCULA1	0.11092	-0.07612	0.23838	0.44840	2.299	0.0319
(Constant)	2.340	0.0292				

guem contret en tenir les extremitats inferiors flexionades en un angle de 90°, en mantenir i augmentar la seva contracció aquest múscul tirarà de les vèrtebres per contribuir a elevar el tronc, així com també la resta dels flexors dels malucs.

D'acord amb els resultats obtinguts, per aconseguir les dades necessàries per predir el nombre d'abdominals a realitzar per un subjecte, calia tenir les mesures següents:

- Pes total.
- Talla.
- Perímetres màxims de la cama i del coll.
- Diàmetres biepicondíleu del fèmur i biestiloideu.
- Plecs subescapular, tricipital, suprailiac i abdominal.

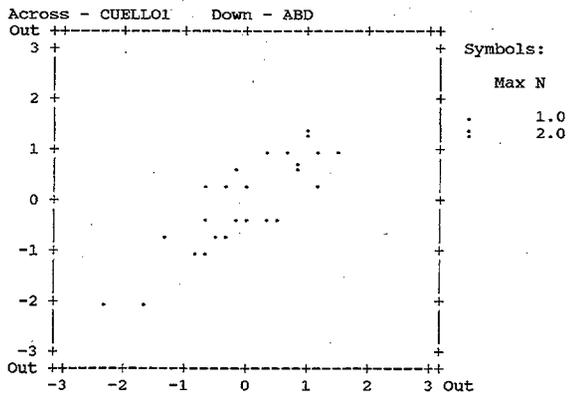
Per tant, vam reduir les dades antropomètriques a 10 mesures útils en lloc de 43, amb la consegüent economia de temps.

del número de abdominales a realizar por un sujeto, necesitamos recoger las siguientes medidas:

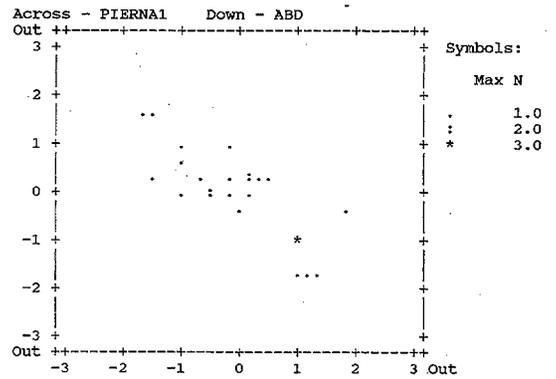
- Peso total.
- Talla.
- Perímetros: máximo de la pierna y cuello.
- Diámetros: biepicondíleo del fémur y biestiloideo.
- Pliegues: subescapular, tricipital, suprailiac y abdominal.

Es decir, reducimos la antropometría a diez medidas útiles en vez de cuarenta y tres, con la consiguiente economía de tiempo.

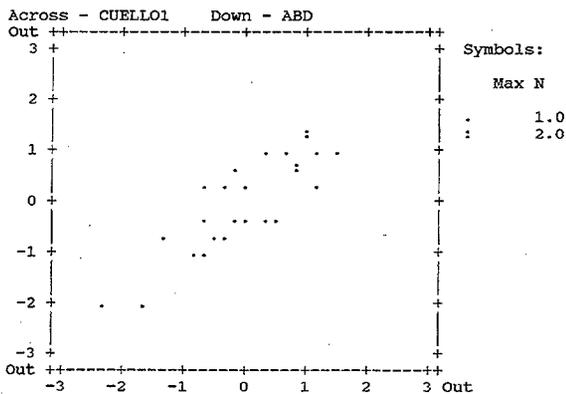
Se puede observar que la variable abdominales (ABD) tiene una alta correlación con el perímetro del cuello (CUELLO1), (0.5897), e interesante e inversa con el perímetro máximo de la pierna (PIERNA1), (-0.3912). La explicación puede deberse a que el cuello muestra el desarrollo muscular alrededor del eje axial que está constituido por la columna y da idea de la fuerza muscular presumi-



Gràfic 1. Standardized Partial Regression Plot.
Gráfico 1. Standardized Partial Regression Plot.



Gràfic 2. Standardized Partial Regression Plot.
Gráfico 2. Standardized Partial Regression Plot.



Gràfic 3. Standardized Partial Regression Plot.
Gráfico 3. Standardized Partial Regression Plot.

Es pot observar que la variable abdominals (ABD) té una alta correlació amb el perímetre del coll (COLL1), (0.5897) i, el que és interessant, una correlació inversa amb el perímetre màxim de la cama (CAMA1), (-0.3912). L'explicació pot ser que el coll mostra el desenvolupament muscular entorn de l'eix aixial, que està constituït per la columna, i dóna idea de la força muscular presumible, a més de subjectar el cap com a l'extrem més distal que es desplaça. Donat que les mans se situen al clatell, aquell que controli millor aquest segment pot tenir més probabilitats d'elevat més vegades el tronc. D'altra banda, considerem que als 15 anys encara no s'ha desenvolupat del tot la massa muscular, i que el menor perímetre de la cama correspon a un percentatge menor de greix i, doncs, el perímetre de la cama es relacionaria inversament amb el nombre d'abdominals aconseguits.

ble, además de sujetar la cabeza como extremo más distal que se desplaza y dado que las manos se sitúan en la nuca, aquel que controle mejor este segmento puede tener más probabilidades de elevar más veces el tronco; por otra parte consideramos que, a los 15 años, todavía no está desarrollada completamente la masa muscular y el menor perímetro de la pierna corresponde a un menor porcentaje de grasa en dicho miembro y por tanto, el perímetro de la pierna se relacionaría inversamente con el número de abdominales conseguidos.

Las correlaciones entre las variables independientes (PIERNA1, CUELLO 1 y MUSCULA1) son bajas, descartando problemas de multicolinealidad, es decir, las variables explicativas son independientes entre sí (Gráficos, 1, 2 y 3).

Los gráficos que cruzan ABD con cada variable de la ecuación reflejan la relación lineal que existe entre ellas. El coeficiente de determinación ajustado (R^2) es 0.74, con lo que se puede considerar la regresión como satisfactoria. Otras características confirman este extremo, pues los parámetros no son excesivamente bajos (con la excepción de la variable peso muscular, MUSCULA1, que se podría eliminar de la ecuación) y sus intervalos de confianza ajustados. No ocurre así con el valor de la constante, lo que indica que sería necesario medir otro tipo de variables para afinar más la regresión y disminuir su variación. Por supuesto, se trataría de encontrar otras medidas diferentes de las cuarenta y cuatro efectuadas.

Los coeficientes de correlación parcial de cada variable con la variable abdominales (ABD) son altos, lo que indica una fuerte relación con ellos. Los estadísticos T son significativos en los tres casos. Una vez más, la variable peso muscular (MUSCULA1) está en el límite de significación.

Les correlacions entre les variables independents (CAMA1, COLL2 i MUSCULA1) són baixes, descartant problemes de multicolinealitat; és a dir, les variables explicatives són independents entre elles (Gràfics 1, 2, 3).

Els gràfics que creuen ABD amb cada variable de l'equació reflecteixen la relació lineal que existeix entre elles.

El coeficient de determinació ajustat (R^2_a) és 0.74 de manera que la regressió es pot considerar satisfactòria. Hi ha altres característiques que confirmen aquest extrem, ja que els paràmetres no són massa baixos (tret de la variable pes muscular, MUSCULA1, que es podria eliminar de l'equació) i els seus intervals de confiança són ajustats. No ocorre el mateix amb el valor de la constant, la qual cosa indica que caldria mesurar un altre tipus de variables per ajustar més la regressió i disminuir-se la variació. No cal dir que es tractaria de trobar altres mesures diferents de les 44 efectuades.

Els coeficients de correlació parcial de cada variable amb la variable abdominals (ABD) són alts, el que indica una estreta relació entre ells. Els estadístics T són significatius en tots tres casos. Una vegada més la variable pes muscular (MUSCULA1) està en el límit de significació.

S'observa que els residus tenen una mitjana 0 i una desviació típica força baixa i constant. L'anàlisi de residus revela normalitat.

El model final és, doncs:

$$ABD=(1.13151 \times COLL1)-(0.84741 \times CAMA1)+(0.10662 \times MUSCULA1)+13.4825$$

Aquesta fórmula ens relaciona el perímetre del coll, el perímetre de la cama i el pes muscular, i indica que el resultat del test d'abdominals és superior com més gran sigui el perímetre de coll i el pes muscular, però és inferior com més gran sigui el perímetre màxim de la cama, en un individu elegit a l'atzar. Convé, però, fer-hi dues puntualitzacions:

- L'anàlisi s'ha realitzar amb individus **varons de 15 anys**; l'extensió d'aquests resultats a dones o altres persones d'edat diferent és més que discutible.
- L'equació **no implica pas una relació causal**: no se'n pot deduir que el fet d'augmentar el perímetre del coll i disminuir el de la cama d'un noi de 15 anys mitjançant exercicis forçats millori substancialment el seu rendiment en abdominals. El perímetre del coll, de la cama i el pes muscular són més aviat **indicatius** d'un estat general de l'individu, que fa que tingui uns resultats millors o pitjors en l'exercici d'abdominals.
- L'equació, en cavi, **sí que té valor com a predicció**: prenent les mesures d'un individu varó de 15 anys pres a l'atzar, l'equació estableix una predicció bastant acceptable del nombre d'abdominals que pot realitzar. En aquests casos, és convenient

Se observa que los residuos tienen medio 0 y una desviación típica bastante baja y constante. El análisis de residuos revela normalidad.

El modelo final es por lo tanto:

$$ABD=(1.13151 \times CUELLO1)-(0.84741 \times PIERNA1)+(0.10662 \times MUSCULA1)+13.4825$$

Dicha fórmula nos relaciona el perímetro del cuello, perímetro de la pierna y el peso muscular, e indica que el resultado en el test de abdominales es mayor cuanto mayor sea el perímetro del cuello y el peso muscular y es menor cuanto mayor sea el perímetro máximo de la pierna, en un individuo tomado al azar. Hay que hacer dos puntualizaciones al respecto:

- El análisis está realizado sobre individuos **varones de 15 años**; la extensión de sus resultados a mujeres o a individuos de diferente edad es más discutible.
- La ecuación **no** implica una relación causal: no se puede deducir de ella que aumentar el perímetro del cuello y disminuir el de la pierna de un chico de 15 años mediante ejercicios forzados vaya a mejorar sustancialmente su rendimiento en abdominales. El perímetro del cuello, de la pierna y el peso muscular son más bien **indicativos** de un estado general del individuo que hace que tenga mejores o peores resultados en el ejercicio de abdominales.
- La ecuación **sí** tiene, sin embargo, **valor como predicción**: tomando las medidas de un individuo varón de 15 años tomado al azar, la ecuación establece una predicción bastante aceptable del número de abdominales que puede realizar. Es conveniente en estos casos aplicar a esta predicción un intervalo de confianza: se ha desarrollado un programa informático que automáticamente asigna a un individuo el número de abdominales predicho y su intervalo de confianza. Nuevos datos nos permitirán ir corrigiendo la ecuación, que ya ha tenido resultados alentadores.

aplicar a la predicció un interval de confiança: s'ha desenvolupat un programa informàtic que, automàticament, assigna a un individu el nombre d'abdominals predit i el seu interval de confiança. Noves dades ens permetran anar corregint l'equació, que ja ha tingut resultats engrescadors.

Bibliografia

1. AFIFI, A.A.; CLARK, V.: *Computer-Aided Multivariate Analysis*. LLP Publications, 1984.
2. BEUNEN, G.; OSTYM, M.; SIMONS, J.; VAN GERVEN, D.; SWALUS, P.; BEUL, G. de: *A correlational analysis of skeletal maturity, anthropometric measures and motor fitness of boys 12 through 16*. Biomechanics of sports and kinanthropometry. Vol. VI, Landry, F. and Orban, W. 343-349, 1976.
3. COMITÉ PARA EL DESARROLLO DEL DEPORTE: CONSEJO DE EUROPA. *EUROFIT, Test europeo de aptitud física*. Revista de Investigación y Documentación sobre las Ciencias de la Educación Física y del Deporte, Madrid, 1989, (año V), 12 y 13:8-49.
4. COMITÉ PARA EL DESARROLLO DEL DEPORTE: CONSEJO DE EUROPA. *EUROFIT, Test europeo de aptitud física*. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia - Consejo Superior de Deportes (Instituto de Ciencias de la Educación Física y del Deporte), 1992.
5. COMMITTEE FOR THE DEVELOPMENT OF SPORT: COUNCIL OF EUROPE. *EUROFIT. European test of physical fitness*. Rome: 1988.
6. COMMITTEE FOR THE DEVELOPMENT OF SPORT: COUNCIL OF EUROPE. *EUROFIT. Experimental Battery. Provisional Handbook*. Strasbourg: 1983.
7. COMMITTEE FOR THE DEVELOPMENT OF SPORT: COUNCIL OF EUROPE. *EUROFIT. European test of physical fitness 2nd ed.* Strasbourg: 1993.
8. DEDOYARD, E.; BRUYN-PREVOST, P. de; STURBOIS, C.; STURBOIS, X.: *Multivariate statistical techniques for kinanthropometric data analysis (abstract)*. en "Kinanthropometry II", Ostyn, M.; Beunen, G.; y Simons, J. (eds.) Baltimore: University Park Press, 1980.
9. DRAPER, N.R.; SMITH, H.: *Applied Regression Analysis*. Wiley, 1981.
10. FAULKNER, J.A. *Physiology of swimming and living* En: "Exercise Physiology". Falls H.S. (Ed.). Academic Press, New York, 1968, 41.
11. JOHNSTON, J.: *Métodos de econometría*. Vicens-Vives, 1984.
12. MATIEGKA, J.: *The testing of physical anthropometry*. Am Phys. Anth. 1921, 4:223-230.
13. MATSUURA, Y.: *Factorial structure of motor ability*. Tokio: Fumaido, 1969.
14. MATSUURA, Y.: *Factorial analysis for the behavioral sciences*. Tokio: Fumaido, 1972.
15. MATSUURA, Y.: *Multivariate analysis of physical fitness*. en "Kinanthropometry II", Ostyn, M.; Beunen, G.; y Simons, J. (eds.) Baltimore: University Park Press, 1980.
16. MOSTELLER, F.; TUKEY, J.W.: *Data Analysis and regression*. Addison-Wesley, 1977.
17. PEÑA, D.: *Estadística, Modelos y métodos*. Tomos 1 y 2. Al. Univ. Textos. 2ª edición, 1992.
18. PRAT, J.A. y cols.: *Batería Eurofit*. Revista de Investigación y Documentación sobre las Ciencias de la Educación Física y del Deporte. Instituto de Ciencias de la Educación Física y el Deporte, año III, Madrid: 1987, (5):113-158.
19. PRAT, J.A.: *Batería "Eurofit". Protocolos de pruebas y tablas de percentiles*. En: "Tests de la condición física". Grosser, M. y Starischka, S. Barcelona: Ed. Martínez Roca, 1988.
20. ROCHA, M.S.L.: *Pesso oseo do brasileiros do ambos sexos de 17 a 25 anos*. Arq. Anat. Antropol. 1975, 1:445-451.
21. ROSE, E.H. de; GUIMARAES, E.C.: *Model for optimization of somatotype in young athletes*. In: Ostyn, M.; Boenen, G.; Simons, J. "Kinanthropometry II". Baltimore: University Park Press, 1980.
22. ROSS, W.D.; HEBBELINK, N.; BROWN, R.S. and FAULKNER, R.A. "Kinanthropometry terminology and landmarks". In: Physical fitness assessment. Sephard, P.C., Lavalle, H. (eds.). Charles Thomas. Springfield. 44-50, 1978.
23. SIMONS, J.: *Construction d'une batterie de tests d'aptitude motrice pour garçons et filles de 12 à 19 ans, par la méthode de l'analyse factorielle*. En: "Evaluation de l'aptitude Motrice". Simons, J.; Renson, R. y Levarletjoye, H. (Eds.). Rapport du séminaire de recherche européen sur l'évaluation de l'aptitude de l'aptitude motrice, Leuven, 1981.