



Valoració i entrenament de la força-resistència abdominal: validesa comparativa i reproductibilitat de tres proves d'avaluació en tennistes

Narcís Gusi

Doctor en Ciències de la Educació

Juan Pedro Fuentes

Llicenciat en Educació Física

Facultad de Ciencias del Deporte de la Universidad de Extremadura (Cáceres)

Paraules clau

condició física, avaluació, entrenament, tennis

Abstract

The reproduction and the application of the tests carried out during 30 seconds at the following maximum intensity was studied: 1) sit-up with knees bent at 90°, 2) bend overs and 3) body rotations. This was done 3 times with 23 tennis players between 14 and 16 years of age (15 women and 8 men) calculating a) methodical error (ME); b) coefficient of variation (V) associated to ME; c) coefficient of intraclass correlation (ICC); and d) r of Pearson. Conclusions: 1) the sex had no significant effect in any of the 3 tests; 2) the bend overs are the best test to evaluate or develop abdominal strength/resistance; 3) the evaluation via sit up or bend over tests need a prior run through; 4) the bend overs (ICC=0.97) and sit-up (ICC=0.95) were highly reproductible and with V lower among the different applications; 5) the evaluation of the body rotations need another alternative test.

Resum

Es va estudiar la reproductibilitat i l'aplicabilitat de les proves efectuades durant 30 segons a la màxima intensitat següents: 1) "sit-up amb genolls flexionats" 90°, 2) encorbades, i 3) rotacions de tronc. Es va aplicar cada una 3 vegades en 23 tennistes de 14 a 16 anys (15 dones i 8 homes) calculant-se: a) Error Metòdic (ME); b) Coeficient de variació (V) associat al ME; c) Coeficient de correlació interclasse (ICC) i d) *r* de Pearson. **Conclusions:** 1) El sexe no va afectar significativament en cap de les tres proves; 2) Les encorbades són la prova d'elecció per valorar o desenvolupar la força-resistència abdominal; 3) La valoració mitjançant les proves de sit-up o encorbades requereixen un assaig previ; 4) Les encorbades (ICC = 0,97) i "sit-up" (ICC = 0,95) van ser altament reproductibles i amb V baixos entre les diferents aplicacions; 5) La valoració dels rotadors del tronc requereix una altra prova alternativa.

Introducció

El desenvolupament i la valoració de la força-resistència de la musculatura de la regió abdominal (abdominals, oblics i psoas-ílfaco) és rellevant en l'àmbit de l'educació física i esportiva tant per la seva contribució al rendiment esportiu com, sobretot, a la promoció de la salut (fonamentalment per la seva intervenció en el control de la curvatura de la columna baixa i la seva relació amb determinats problemes de l'esquena). Però per poder programar i controlar adequadament el procés del seu entrenament o desenvolupament cal avaluar el nivell inicial i els seus canvis. Tanmateix, la medicació i posterior avaluació de la força-resistència abdominal planteja controvèrsies importants entre els especialistes (Faulkner i col., 1989, Gusi i col., 1995). Gran part de la controvèrsia és a causa de l'existència de diferents flexors de la columna (recte anterior de l'abdomen, psoas-ílfac i oblics). Per altra banda, l'avaluació seqüencial del procés d'entrenament requereix que els resultats aportats per les proves de medicació emprades siguin constants en el temps, és a dir que no variïn significativament d'un dia a l'altre

excepte si s'ha aplicat un determinat tractament (entrenament, medicament, etc) els efectes del qual desitgem avaluar. Aquesta constància de valors en el temps és anomenada fiabilitat intra-observador (reproductibilitat) i és un dels criteris bàsics per a l'elecció del protocol de la prova de medicació ja que permet comparar els valors obtinguts en diferents moments del procés d'entrenament.

L'objectiu d'aquest estudi és examinar la reproductibilitat i l'aplicabilitat en l'entrenament esportiu i l'escola de tres de les proves d'avaluació de la força-resistència abdominal més utilitzades.

Material i mètodes

Es van estudiar 23 tennistes (8 homes i 15 dones) de nivell mitjà. La seva edat oscil·lava entre els 14 i 16 anys ($14,7 \pm 0,9$ anys). Els subjectes, després de ser informats adequadament de l'estudi, es van sotmetre voluntàriament amb el consentiment dels seus tutors legals a efectuar les proves incloses en l'estudi. Els voluntaris executaren de forma randomitzada tres vegades les següents proves:

a) *Sit-up*. En la posició inicial el subjecte es troba estès en decúbit supí, els genolls en flexió de 90° amb la planta dels peus tocant a terra i les mans entrecruades darrera el cap. Un ajudant manté els peus fixos en la màrrega. En aquest moment, l'examinador indica el començament de la prova consistent a efectuar durant 30 segons el nombre màxim de cicles de flexió-extensió de malucs tocant amb els colzes el genoll en la flexió i l'esquena a terra en l'extensió. Aquest protocol s'integra en la bateria Eurofit (Prat i col., 1993).

- b) *Encorbades*. Inicialment l'examinat s'estira a la màrrega, en posició supina amb els genolls en flexió de 90° , les plantes dels peus i el cap tocant la màrrega. Els membres superiors estirats al costat del cos, i els palmells de les mans en contacte amb la màrrega. L'examinat ha de fer en 30 segons el nombre màxim de cicles de flexió-extensió de tronc fent moure les mans amunt i avall 12 cm en contacte permanent amb la màrrega i en l'extensió el subjecte toca amb el cap la màrrega.
- c) *Torsions de tronc*. En primer lloc es disposen dues superfícies planes perpendiculars a terra distanciades per l'envergadura de l'individu. El subjecte s'asseu entre ambdues superfícies amb les cames obertes 90° que són fixades a la màrrega per un ajudant. Se li demana al subjecte que toqui el nombre màxim de vegades possible en 30 segons alternativament cada una de les superfícies amb les dues mans simultàniament sense inclinar el tronc.

Les tres proves les va administrar el mateix examinador en la mateixa instal·lació i amb el mateix material (màrregues i cronòmetre). Les proves es van fer sense escalfament previ (per evitar que afectés de forma diferent a cada individu), amb un descans internig d'almenys 24 hores entre proves, i durant un període màxim de 3 setmanes amb el propòsit de minimitzar els possibles canvis a causa de l'entrenament. Tanmateix, no es van incloure en l'entrenament càrregues que poguessin afectar rellevantment al rendiment en les esmentades proves.

Les dades s'analitzaren gràficament i estadísticament amb el paquet estadístic SPSSPC (v. 6.1. per a Windows). Després d'una primera anàlisi descriptiva (gràfica, prova de normalitat de Kolgomorov-Smirnov, homosceïtat, mitjanes, desviació estàndard -d.e-) es va dictaminar l'oportunitat de fer un estudi paramètric de les dades de forma general ($n = 23$ tennistes) i no paramètric per analitzar les diferències entre sexes a causa de les grans diferències de les mostres preses d'homes i dones. La prova d'U de Mann-Whitney per a mostres independents va ser utilitzada per analitzar la influència del sexe entre les diferents variables estudiades. Es va examinar la significació estadística de les diferències entre les mitjanes de les repeticions de cada una de les proves mitjançant la prova *t* de Student per a mostres aparellades corregides segons el mètode de Bonferroni per a més d'una repetició. No es va aplicar la significació de F mitjançant Anàlisi Multivariant de la Variància (MANOVA) a causa del baix nombre de graus de llibertats en estudiar simultàniament les tres execucions de cada prova. Posteriorment es van calcular els següents quatre índexs de la fiabilitat test-retest intra-observador (reproductibilitat):

- a) Error Metòdic (ME) (McDougall i col., 1991).
- b) El coeficient de variació (V) associat a l'Error Metòdic.
- c) El coeficient de correlació intraclasse R mitjançant el model MANOVA de dues vies ("intraclasse coeficient" ICC) (Baumgartner, 1989).

PROVA	n	MITJANA	d.e.	MÍNIM	MÀXIM
Rotacions 1	23	31,1	4,5	25	41
Rotacions 2	23	34,6	4,0	29	43
Rotacions 3	23	37,0	4,0	30	47
Sit-up 1	23	22,0	3,8	14	31
Sit-up 2	23	23,4	3,2	18	31
Sit-up 3	23	23,6	3,4	18	30
Encorbades 1	23	25,1	7,7	13	38
Encorbades 2	23	27,9	7,1	14	39
Encorbades 3	23	28,6	6,4	15	38

n: 23 tennistes 14 a 16 anys; d.e.: desviació estàndard.

Taula 1. Dades obtingudes en tres aplicacions de tres proves destinades a mesurar la força-resistència abdominal.



d) Finalment, i a efectes comparatius, es presenta el coeficient r de correlació de Pearson atès que el seu ús era comú entre els especialistes. Tanmateix, r és afectat rellevantment pel rang dels valors i no considera el nombre de repeticions (McDougall i col., 1991).

Resultats

El sexe no va afectar significativament ($p > 0,05$ el resultat obtingut en cap assaig de les tres proves estudiades. En conseqüència, la resta de resultats s'analitzaren amb els registres d'ambdós sexes conjuntament. Les dades recollides en les diferents medicions realitzades es presenten numèricament a la taula 1 i, paral·lelament, són expressats com a canvis percentuals de forma gràfica en la figura 1. Aquestes presentacions mostren que els subjectes augmentaren significativament el seu rendiment pel que fa a la medicció inicial en les tres proves. Així mateix, indiquen que els resultats mitjans obtinguts s'establitzaren entre la segona i tercera administració de la prova en les "sit-up" i les encorbades. En canvi, les medicions de la prova de rotacions continuaren augmentant significativament fins el 19% pel que fa als valors inicials.

Tot i que els canvis percentuals dels valors mitjans obtinguts en la "sit-up" (7,3%) van ser menors que els registrats en les encorbades (13,9%), l'ICC d'aquestes encorbades va ser lleugerament superior al de la "sit-up" a causa de la seva menor desviació estàndard. En conseqüència, el percentatge de variació de les mitjanes ponderat per la d.e. en conjunt de les tres aplicacions va ser menor en la prova d'encorbades i, per tant, va ser la més fiable o reproducible.

El major coeficient de variació de l'Error del Mètode (figura 2) es va registrar en les encorbades ($V > 5\%$) i el menor en la sit-up malgrat que el coeficient de regressió de Pearson és més gran en les encorbades a causa de les mesures que se n'han pres. Finalment, els coeficients de correlació lineal de Pearson entre les tres proves indicaren una relació irrelevant entre els resultats obtinguts en elles ($r_2 < 0,35$; $p > 0,05$).

Discussió

Si bé el nombre de subjectes de la mostra estudiada ($n = 23$) és insuficient per generalitzar els registres numèrics (p.e., no es poden presentar valors normatius del nombre de repeticions en cada prova), l'anàlisi efectuada ens indica que n'hi ha prou per obtenir conclusions metodològiques tant en el camp de la valoració de la condició física com en la programació d'exercicis per desenvolupar la força-resistència abdominal en diferents àmbits (escolar, entrenament esportiu, salut en adults, etc.)

La baixa correlació lineal de Pearson entre les diferents proves estudiades constata la seva especificitat, per tant, els resultats de la comparació que se'n pugui fer tenen molt poc valor. En aquest

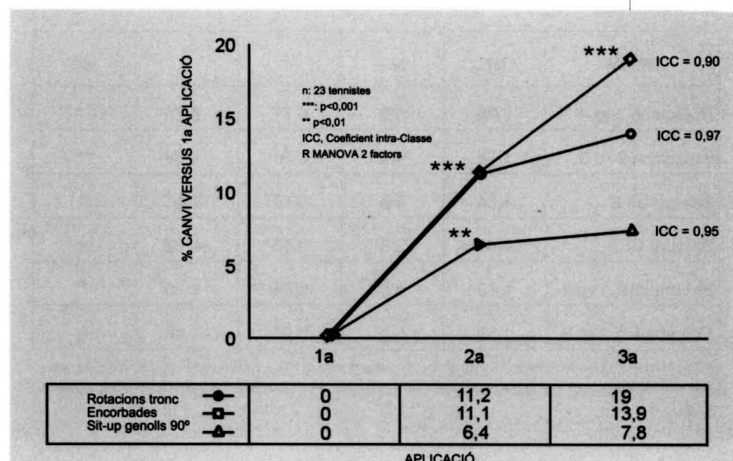


Figura 1. Reproductibilitat i canvis percentuals de tres proves de valoració de la força-resistència abdominal durant 30 segons.

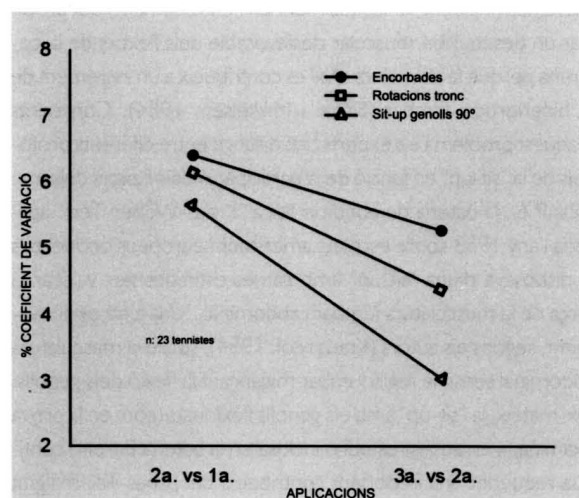


Figura 2. Coeficient de variació de l'Error Metòdic de tres proves de valoració de la força-resistència abdominal en 30 segons.

mateix sentit, Vincent i Britton (1980) també observaren correlacions baixes ($r = 0,39$; $p > 0,05$) entre un protocol de "sit-up" similar al d'aquest estudi i encorbades estàtiques. Des de la perspectiva d'un examen biomecànic (p.e., les articulacions i la musculatura més rellevants) i electromiogràfic les proves són clarament diferents. Així, en la prova de la "sit-up" el múscul psoas ilíac intervé de forma important. Disminueix la participació de la musculatura abdominal com a conseqüència de la fixació dels membres inferiors. L'acció d'aquest múscul, com la resta de flexors dels malucs, fa que les vèrtebres vagin endavant. D'aquesta manera, la "sit-up" com a prova de valoració abdominal disminueix la seva especificitat, en termes usuals, o validesa, en termes metodològics. Per altra banda, l'ús de la "sit-up" de forma siste-

PROVA	ME	% v.	r	t	p(t)
Rotacions 1 vs 2	2,06	6,3	0,77	5,70	***
Rotacions 2 vs 3	1,75	4,9	0,81	4,54	***
Sit-up 1 vs 2	1,34	5,9	0,87	-3,41	**
Sit-up 2 vs 3	0,90	3,8	0,93	-0,82	ns
Encorbades 1 vs 2	1,72	6,5	0,95	5,55	***
Encorbades 2 vs 3	1,58	5,6	0,95	-1,40	ns

n: 23 tennistes; ME: Error metòdic; % V: coeficient de variació segons ME; r: coeficient de correlació de Pearson; t: valor t de Student, p(t): significació corregida per Bonferroni; ***: $p < 0,001$; **: $p < 0,01$; ns: no significatiu ($p > 0,05$).

Taula 2. Índexs de reproductibilitat entre dues administracions de tres proves per valorar la força-resistència abdominal.

matitzada (incloent-la habitualment en l'entrenament) pot propiciar un desequilibri muscular desfavorable dels flexors de la columna pel que fa als malucs. Així es contribueix a un increment de la hiperlordosi lumbar (Sinaki i Mikkelsen, 1984). Conscients d'aquest problema els experts han distingit entre diferents protocols de la "sit-up" en funció de la participació dels flexors dels malucs. P.e., la bateria de condició física "Kraus-Weber-Test" aplicada l'any 1953 sobre escolars americans i europeus occidentals ja disposava d'una "sit-up" amb cames estirades per valorar la força de la musculatura lumbar i abdominal, i una altra exclusivament, segons els autors (Kraus i col., 1954), sobre la musculatura abdominal sense la regió lumbar mitjançant la flexió dels genolls. Així mateix, la "sit-up" amb els genolls flexionats (com en la prova examinada en aquest estudi o inclosa en la bateria Eurofit) continua requerint una important contribució del psoas-íliac malgrat reduir l'amplitud de moviment o braç de palanca muscular d'aquest múscul (Ricci i col., 1981; Robertson i col., 1987). Per altra banda, els especialistes han determinat que la màxima flexió del tronc en la "sit-up" amb genolls flexionats s'obté entre els 66° (Barlow i Neeves, 1978) i els 75° (Ricci i col., 1981).

A causa de l'estreta relació entre força-resistència abdominal i els problemes d'esquena en l'edat adulta, la "Fitness Canada" (associació dependent del govern canadenc) recomanà l'aplicació de protocols diferents destinats a valorar específicament la musculatura abdominal mitjançant la prova d'encorbades ("curl-up") atès que no fixa els peus i flexiona els genolls en 90° (Faulkner col., 1989). Així mateix, per a prioritzar la flexió de la columna sobre la flexió del maluc, el protocol determina que les mans rellisquin sobre la màrfega i estableix la longitud de l'esmentat desplaçament entre 8 i 15 cm en adults sans perquè el rang de flexió de la columna sigui menor de 45°, i per tant, implica al màxim la musculatura abdominal (De Lacerda, 1978).

Les proves d'encorbades i "sit-up" proposades requereixen poc utilitatge (material i instal·lacions) i aquest és de fàcil accessibilitat,

atès que només requereixen una màrfega i un cronòmetre. Si un subjecte volgués executar les "sit-up" sense cap ajuda podria executar-les adaptant-les, p.e., mitjançant la fixació dels peus amb els barrots inferiors de les espatlles o d'un sofà. Les proves poden controlar-se o registrar-se mitjançant un sol examinador o ajudant que no requereixi una formació especialment qualificada. Per tant, és útil per aplicar-lo tant amb grans grups en poc temps (p.e. la meitat dels alumnes controlen i/o subjecten els peus de l'altra meitat supervisats pel professor) com individualment per autocontrolar-se o conèixer-se el propi examinat. Aquesta última faceta és important com a factor motivant d'autosuperació o de creació d'hàbits d'activitat física fora de l'àmbit formal de l'escola o club esportiu.

Robertson i Magnusdottir (1987) examinaren l'índex de reproductibilitat en 20 estudiants entre els 21 i els 37 de les proves de "sit-up" i d'encorbades duran 60 segons mitjançant ICC amb ANOVA d'I via. Després de fer un assaig previ de les proves el dia anterior als intents mesurats, van obtenir ICCs similars als calculats en aquest estudi. Així mateix, observaren que per a un mateix desplaçament de les mans (7,5 cm) en les encorbades les dones efectuaven una flexió de la columna significativament major (11° més) que els homes.

Faulkner i col. (1989) va observar que determinats subjectes no podien efectuar cap encorbada a causa probablement d'un dèficit de força abdominal. Així mateix, en la nostra experiència amb escolars i esportistes hem pogut detectar casos en els quals un individu amb un bon resultat en "sit-up" és incapaç d'executar les encorbades per l'esmentada insuficiència. Aquest fet és il·lustratiu de l'especificitat de cada prova, però també ens indica que és possible que per desenvolupar o valorar la força abdominal mitjançant les encorbades calgui un període d'entrenament previ. En aquest sentit, una possible metodologia seria la iniciació d'aquest període mitjançant "sit-ups" amb els genolls i els malucs progressivament més flexionats fins a eliminar la subjecció dels membres inferiors.

Conclusions

1. El sexe del subjecte no va influir significativament en el resultat de les proves.
2. La validesa de cada una de les proves d'avaluació estudiades depèn rellevantment de les demandes específiques de cada activitat física en particular. Concretament, les encorbades són la prova d'elecció, entre les estudiades, per a valorar o desenvolupar la força-resistència abdominal.
3. En cas d'una força-resistència abdominal insuficient per executar les encorbades, se suggereix introduir prèviament un període d'entrenament amb "sit-up", a causa de la contribució dels flexors dels malucs en l'acció de la musculatura abdominal.
4. La valoració inicial de la força-resistència abdominal mitjançant les proves de "sit-up" o encorbades requereixen, almenys, d'un



assaig previ de l'esmentada prova per a minimitzar l'efecte d'aprenentatge de la prova sobre la medició obtinguda.

5. Les proves d'encorbades (ICC = 0,97) i de "sit-up amb genolls flexionats" (ICC = 0,95) van ser altament reproductibles i mostren coeficients de variació baixos entre les diferents aplicacions. A més a més, requereixen utilitat fàcilment accessible i personal poc especialitzat. Per tant, són proves de valoració fiables, útils i aplicables.
6. La valoració inicial dels rotadors del tronc segons la prova proposada requereix més de tres assaigs previs. Així, se suggereix la necessitat d'estudiar proves alternatives més aplicables i reproductibles.

Bibliografia

- BARLOW, D. A., NEEVES, R.E. (1978), "Biomechanical assessment of partial ilipsoas isolation in women and its implications for athletic training". Dins: Landry F., William A. R. (Eds.) *Biomechanics of sports and kinanthropometry*, Miami, Florida: Symposia Specialists. pp. 53-59.
- BAUMGARTNER, T. A. (1989), "Norm-referenced measurement: reliability". Dins: Safrit MJ, Wood TM (Eds.) (1989) *Measurement concepts in physical education and exercise science*. *Human Kinetics*, Champaign, Illinois. pp. 45-72.
- DE LACERDA, F. (1978), "Anatomical analysis of basic abdominal exercise". *Journal of Physical Education*, 75 (5), pp. 114-115.
- FAULKNER, R.A.; SPRIGINS, E.J.; MCQUARRIE, A.; BELL, R.D. (1989), "A partial curl-up protocol for adults based on an analysis of two procedures". *Can. J. Spt. Sciences*, 14 (3): 135-141.
- GUSI, N.; RODRÍGUEZ, F.A.; NÁCHER, S.; VALENZUELA, A. (1995), *Valoración de la condición física relacionada con la salud en adultos: antecedentes, criterios y selección de pruebas*. VIII Congreso Europeo de Medicina del Deporte. VI Congreso Nacional de la Federación Española de Medicina del Deporte. Granada.
- KRAUS, H., HIRSCHLAND, R. P. (1954), "Minimum muscular fitness test in school children". *Research Quarterly* 25 (2), pp. 178-188.
- MAC DOUGALL, J. D.; WENGER, H. A.; GREEN, H. J. (1995), *Evaluación fisiológica del deportista*. Paidotribo, Barcelona.
- PRAT, J. A.; CASAMORT, J.; BALAGUÉ, N.; y cols. (1993), *Eurofit. La batería Eurofit a Catalunya*. Generalitat de Catalunya, Rubí, Barcelona.
- RICCI, B.; MARCHETTI, M.; FIGURA, F. (1981), "Biomechanics of sit-up exercises". *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 13(1), pp. 54-59.
- ROBERSTON, L. D.; MAGNUSDOTTIR, H. (1987), "Evaluation criteria associated with abdominal fitness testing". *Research Quarterly for Exercise and Sport* 58 (3), pp. 355-359.
- SINAKI, M.; MIKKELSEN, B. A. (1984), "Post menopausal spinal osteoporosis: flexion versus extension exercises". *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 65, pp. 593-595.
- VINCENT, W. J.; BRITTEN, S. D. (1980), "Evaluation of the curl-up a substitute for the bent-knee sit-up". *Journal of Physical Education and Recreation*, 51 (2), pp. 74-75.