

VALIDEZ DE LA ESCALA DE ESFUERZO PERCIBIDO DE BORG PARA MONITORIZAR LA INTENSIDAD EN ESFUERZOS ANAEROBICOS

**David García López, J. Azael Herrero Alonso, José Antonio de Paz
Fernández**

*Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, Universidad de
León*

INTRODUCCIÓN

La escala de percepción subjetiva de esfuerzo es un instrumento de medida muy utilizado y extendido en campos como la clínica, la rehabilitación y el deporte, tanto recreacional como de alto nivel (*Prusaczyk y cols.*, 1992). Desde que el psicofísico noruego *G. Borg* la diseñase, en la década de los 60, dicha escala ha sido traducida a numerosos idiomas (alemán, hebreo, ruso, japonés...), publicándose incluso versiones para niños de corta edad (*Gros Lambert y cols.*, 2001) y versiones en lenguaje Braille (*Buckley y cols.*, 2000). Si bien *Borg* fue el pionero, ésta no es la única escala de esfuerzo percibido existente; a partir de su trabajo, otros autores se lanzaron a diseñar y validar nuevas escalas, aunque no han tenido el éxito de la original (*Arruza y cols.*, 1996). En este trabajo utilizaremos las siglas RPE (*Rating Perceived Exertion*), que se han convertido en un acrónimo aceptado internacionalmente para el campo del esfuerzo percibido (*Robertson*, 2001).

La escala RPE se diseñó relacionando medidas objetivas de trabajo físico con medidas subjetivas, construyéndose así una escala de 15 ítems (del 6 al 20) que representa una frecuencia cardíaca (FC) de 60 a 200 pulsaciones por minuto (ppm), dada la correlación positiva existente entre ambas variables (*Arruza y cols.*, 1996). Además de los ítems numéricos aparecen una serie de términos (como “moderado”, “ligero”, “duro”,...) junto a determinados valores, que persiguen orientar más al sujeto que está realizando el ejercicio. En total son 9 términos que se reparten a lo largo de la escala.

Cada individuo puede percibir el esfuerzo que conlleva un mismo ejercicio de forma diferente. El esfuerzo que para unos puede ser realmente agotador, para otros no pasa de un ejercicio liviano. *Noble y Robertson* (1996), indican que la percepción de esfuerzo físico implica la evaluación subjetiva de esfuerzo, tensión, incomodidad y/o fatiga que se experimenta durante el ejercicio. Esta percepción tiene unos mediadores fisiológicos, que según *Robertson y cols.* (1998) se pueden agrupar en “mediadores centrales” (relacionados con procesos cardio-respiratorios) y “mediadores periféricos” (relacionados con procesos propios del músculo esquelético, con la acidosis de la sangre...).

Respecto a los mediadores centrales, son numerosos los estudios que establecen correlaciones importantes entre RPE y FC (entre $r=0,80$ y $r=0,90$) (*Arruza y cols.*, 1996). *Borg y Linderholm* (1967) y *Eston y cols.* (1987) afirman que el valor RPE refleja una predicción tan fidedigna de la intensidad del ejercicio como la FC; esta es la razón por la que se considera a la escala RPE como un instrumento enormemente válido para monitorizar la intensidad del ejercicio. Aún así, para poder interpretar el valor RPE es importante conocer la edad y otras características del individuo, el tipo de ejercicio y las condiciones ambientales. No hay que olvidar que la

frecuencia cardiaca, parámetro sobre el cual se construyó la escala RPE, varía en función de la edad (Borg, 1985). Además cabe destacar que los estudios originales se hicieron con sujetos de mediana edad, por lo que el propio autor indica que la relación RPE-FC sólo debe considerarse como una referencia, puesto que se ve modificada por factores como los mencionados anteriormente (Borg, 2001).

En cuanto a los “mediadores periféricos”, no hay total unanimidad en la literatura en cuanto a su verdadera importancia en la percepción subjetiva del esfuerzo realizado. Bastantes investigaciones sugieren que la valoración RPE a intensidades equivalentes al umbral del lactato es relativamente constante (Prusaczyk y cols., 1992). Seip y cols. (1991) indican que existe una estrecha relación entre la concentración de lactato en sangre (CLS) y la valoración RPE. Según Held y Marti (1999), esta afirmación no es del todo cierta. En su estudio, llevado a cabo con una importante muestra (N = 464), encontraron diferencias de hasta 3-4 puntos en la escala RPE para un mismo valor de CLS (4mMol/l), durante un test máximo, progresivo, en tapiz rodante. Robertson y cols. (1986), por su parte, indican que la concentración intramuscular de ion hidrógeno parece estar más relacionada con la valoración RPE que la CLS.

Aspectos relacionados con la influencia de la edad, del sexo o de las condiciones medioambientales en el esfuerzo percibido también han sido ampliamente estudiados. Arruza (1996) encontró una valoración RPE en las mujeres un 5,4% menor que en los hombres, para un mismo esfuerzo (experimentando además una FC ligeramente mayor); Held y Marti (1999), por su parte, encontraron también una valoración RPE menor (1,4%) en las mujeres.

Como se ve, la percepción subjetiva del esfuerzo es un tema muy tratado en la literatura, si bien faltan estudios que terminen de explicar el complejo proceso psicofisiológico, resultante de la integración de factores sensitivos y cognitivos, que constituye la percepción del esfuerzo (Prusaczyk y cols., 1992). Analizando los estudios en este campo, se encuentra que en la mayoría de diseños experimentales se valoran esfuerzos de cierta duración, generalmente progresivos y en laboratorio (Calvo y cols., 1998). Llama la atención la escasez de referencias que tratan de valorar la RPE en esfuerzos explosivos, anaeróbicos. Esto es, en parte, porque las valoraciones RPE durante los test de potencia pico anaeróbica se sabe que alcanzan los valores más altos (cerca de 20) (Robertson, 2001).

En el presente trabajo se pretende valorar la validez de la escala RPE en un esfuerzo de corta duración como es el test anaeróbico de Wingate (test de laboratorio, máximo, de 30 segundos de duración que se lleva a cabo en un cicloergómetro de freno mecánico).

Dicho test nos permite cuantificar la máxima potencia anaeróbica (pico de potencia), el trabajo total desarrollado (relacionado con la capacidad anaeróbica) y la caída de potencia durante la prueba (índice de fatiga) (Delgado y cols., 1992); este índice de fatiga puede ser identificado con la resistencia anaeróbica láctica. El test de Wingate ha sido quizá el más utilizado en los laboratorios de fisiología del deporte, en lo que a evaluación anaeróbica se refiere, debido a la simplicidad metodológica y al fácil acceso al material necesario.

OBJETIVOS

El objetivo principal del presente estudio fue comprobar la validez de la escala RPE de Borg como predictor de la frecuencia cardiaca máxima y la acumulación de lactato en sangre experimentados como consecuencia de un esfuerzo anaeróbico.

Como objetivos específicos, nos marcamos los siguientes:

- Analizar las diferencias en cuanto a género existentes respecto a la valoración RPE, y su relación con parámetros fisiológicos como son la concentración de lactato a los cinco minutos de la finalización del esfuerzo y la frecuencia cardiaca máxima.

- Comprobar si existe alguna relación entre la valoración RPE y alguna de las variables que tradicionalmente se miden con el test de Wingate: potencia pico, tiempo en alcanzar la potencia pico, potencia media, trabajo total e índice de fatiga.

METODOLOGÍA

Sujetos

En el estudio participaron voluntariamente 12 sujetos (8 hombres y 4 mujeres), sanos, cuyas características se resumen en la TABLA 1. Los sujetos fueron informados de las características del estudio previamente a su participación.

Tabla 1. Características de la muestra expresadas como media \pm desviación estándar (SD)

	HOMBRES (N=8)	MUJERES (N=4)	TOTAL (N=12)
EDAD	22,6 \pm 3,2	21,3 \pm 3	22,3 \pm 2,9
PESO	72,4 \pm 10,4	62,5 \pm 6,5	71,6 \pm 9,7

Material y métodos

El test de Wingate se llevó a cabo respetando al máximo su descripción original (*Bar-Or*, 1987). Cada sujeto, una vez pesado (báscula *Tefal Sensitive Computer*[®], con una precisión de 100 g) realizaba un calentamiento de 10 minutos de pedaleo con una potencia prefijada de 100 W y una frecuencia de 60 pedaladas por minuto, en un cicloergómetro de freno electromagnético (*Ergoline 900*[®]). Una vez finalizado el calentamiento, el sujeto procedía a realizar el test de Wingate, consistente en 30 segundos de pedaleo a la máxima velocidad, con una resistencia de 0,75 N/kg (*Bar-Or*, 1987), utilizando un cicloergómetro de freno electromecánico (*Monark 829E*[®]). La altura del sillín se ajustó a la talla trocánterea (*Welbergen y Clijsen*, 1990). Las revoluciones del pedal se contabilizaron mediante un sistema de fotointerupción (*Sanchis y cols.* 1994), consistente en una barrera láser cortada por el pedal en su punto más bajo de vuelta. Para ello se utilizó un juego de barreras fotoeléctricas *DSD Laser System VI.8*[®], que transmitía los datos por telemetría a un ordenador portátil (*Acer Extensa 500DX*[®]), lo cual nos permitía, mediante el software *Sport Speed 2.1*[®], conocer instantáneamente la duración de cada pedalada. De esta manera se puede obtener la potencia desarrollada por el sujeto para cada ciclo de pedal y así conocer la potencia pico (PP), el tiempo en alcanzar la potencia pico (t-PP), la potencia media (PM), el trabajo total (TT) y el índice de fatiga (IF), que fueron las variables que consideramos cuantificar. Justo al finalizar el test se entregaba una hoja a cada sujeto con la escala RPE de *Borg* y las instrucciones para rellenarla. Se recalca la importancia de centrarse en la sensación general de fatiga, más que en partes específicas del cuerpo, como puedan ser las piernas (*Borg*, 1985).

La frecuencia cardiaca fue recogida desde el minuto anterior al comienzo del test hasta el minuto posterior a la finalización del mismo. Para ello se utilizó un monitor de ritmo cardiaco *Polar Vantage*[®]. Además, a los cinco minutos de la finalización del test se tomaba una muestra de sangre capilar (lóbulo de la oreja) para determinar la concentración de lactato por fotometría (*Dr. Lange*).

El análisis gráfico y estadístico de los datos se llevó a cabo mediante la hoja de cálculo *Microsoft Excel*[®] y el software de análisis estadístico *SPSS 10.1*[®].

RESULTADOS

SUJETO	PP (W)	t-PP (s)	PM (W)	TT (J)	IF (%)	FC _{max} (ppm)	CLS (mM/l)	RPE	
MUJERES	1	722,33	6,84	535,64	15876	40,25	200	8,14	17
	2	690,27	8,14	542,41	15912	41,79	182	8,48	18
	3	574,43	10,62	423,56	13246	28,51	189	7,5	17
	4	562,33	10,46	429,08	13960	25,2	178	9,47	15
	MEDIA	637,35	9,02	482,67	14748,50	33,94	187,25	8,40	16,75
	SD	80,86	1,84	65,17	1354,53	8,31	9,64	0,82	1,26
HOMBRES	5	765,96	10,86	657,64	19440	25,23	168	6,96	17
	6	839,16	8,09	712,83	20880	22,72	175	12,00	17
	7	916,67	9,31	736,91	21780	38,68	193	10,50	18
	8	893,98	7,90	666,10	19032	49,64	200	11,60	18
	9	815,79	6,97	639,09	18600	42,96	182	9,99	17
	10	824,18	8,21	670,26	17400	36,42	190	6,93	17
	11	923,08	7,89	750,58	21840	35,22	181	7,68	15
	12	739,73	8,51	622,08	18468	28,60	197	9,71	20
	MEDIA	839,82	8,47	681,94	19680	34,93	185,75	9,41	17,38
	SD	67,68	1,17	46,42	1639,98	9,11	11,13	2,01	1,41

Tabla 2. Variables analizadas en todos los sujetos, divididas por sexo, donde PP = potencia pico; t-PP = tiempo en alcanzar la PP; PM = potencia media; TT = trabajo total; IF = índice de fatiga; FC_{max} = frecuencia cardiaca máxima; CLS = concentración de lactato en sangre a los 5 min; RPE = valor del esfuerzo percibido según la escala RPE de Borg

	PP (W)	t-PP (s)	PM (W)	TT (J)	IF (%)	FC _{max} (ppm)	CLS (mM/l)	RPE
MEDIA	772,33	8,65	615,52	18036,79	34,40	186,25	9,08	17,17
SD	120,98	1,37	110,25	2847,38	8,48	10,23	1,73	1,34

Tabla 3. Valores medios de la muestra para cada variable

Para comparar los resultados entre hombres y mujeres se aplicó la prueba para dos muestras independientes *U de Mann-Whitney*, con un nivel de significación del 5%, no observándose diferencias significativas en valoración RPE, FC_{max} y CLS.

El estudio de las correlaciones se llevó a cabo mediante el coeficiente de *Spearman*, utilizando también un nivel de significación del 5%.

DISCUSIÓN

Si bien no podemos hablar de una correlación clara entre la valoración RPE y la FC_{max}, como las que se recogen en la literatura cuando se trata de esfuerzos prolongados, sí constatamos una cierta tendencia ($r=0,58$). Dividiendo la muestra en función del género, esta relación aumenta de forma importante ($r=0,77$) en los hombres. Parece, por tanto, que la valoración RPE puede ser válida para monitorizar intensidades de ejercicio anaeróbicos, en función de la frecuencia cardiaca, en el caso de los hombres. Cabe destacar que los valores pico de FC se dieron en los cinco segundos posteriores al test, al igual que en el estudio de *Weinstein y cols.* (1998).

La valoración media del esfuerzo percibido durante el test de Wingate ha sido de $17,17 \pm 1,34$. Esto refuerza la afirmación de *Robertson* (2001), que indica que en los test de potencia máxima anaeróbica, los sujetos marcan los valores más altos en la escala RPE. En el presente estudio no hemos encontrado diferencias significativas en la valoración RPE en función del género para un mismo ejercicio, en lo que coincidimos con *Hassmen* (1996), *Demello y cols.* (1987), *Arruza* (1996) y *Held y Marti* (1999); aun así, la valoración media de las mujeres ha sido un 3,62 % más baja que la de los hombres, diferencia menor que la encontrada por *Arruza* (1996), que fue del 5,4% en el mismo sentido (si bien en un esfuerzo de mayor duración). Esto parece indicar que las mujeres poseen una tolerancia psicológica al esfuerzo ligeramente mayor que los hombres, lo que se traduce en puntuaciones RPE más bajas.

En el caso de la CLS a los 5 minutos de la finalización del test, no se ha encontrado ningún tipo de relación con la valoración RPE. Son varios los autores que indican que dicha valoración es relativamente constante para una intensidad equivalente al umbral de lactato (*Steed y cols.*, 1994; *Demello y cols.* 1987; *Stoudemier y cols.*, 1996); en nuestro caso, para un valor de CLS teóricamente cercano al máximo (*Weinstein y cols.*, 1998), no encontramos esa constancia en la valoración RPE. Debemos tener precaución al comparar nuestros resultados con la bibliografía, puesto que la totalidad de los estudios consultados se refieren a ejercicios relativamente prolongados. Los valores de CLS obtenidos a los cinco minutos de la finalización del Wingate están dentro del rango que aparece en la literatura (*Weinstein y cols.*, 1998).

No hemos encontrado relación alguna entre la valoración RPE y las variables que determina el test de Wingate (PP, t-PP, PM, TT e IF). Sin embargo, si dividimos la muestra en función del género encontramos una interesante correlación, en el caso de las mujeres,

entre el IF y la valoración RPE ($r=0,95$). Recordemos que el IF no es sino la expresión, en porcentaje, de la caída de potencia que experimenta el sujeto desde que alcanza el pico hasta el final del test. De todas las variables, en principio, la que más relación pudiese tener con el RPE es este IF; el sujeto que tuviese una menor caída de la potencia podría ser, supuestamente, el que considerase el esfuerzo como más liviano, ya que todos los sujetos coinciden que es la parte final del test la que más pesada se hace. A la vista de los datos, parece que en las mujeres la asociación entre esfuerzo percibido y resistencia anaeróbica láctica (que es lo que viene a expresar el IF) es mayor.

El hecho de que el resto de variables medidas por el test de Wingate no correlacionen con la valoración RPE parece indicar que en un esfuerzo de estas características, el nivel de *performance* del sujeto no guarda relación con su percepción del esfuerzo realizado. En deportes de alto componente técnico parece que esta relación es mayor; así, *Arruza y cols.* (1996), indican, en su estudio con judokas, que los deportistas de más alto nivel perciben un mismo esfuerzo (específico de su modalidad) como menos intenso que los deportistas de menor nivel. El hecho de que en nuestro caso no hayamos constatado esta relación puede deberse a que un test en cicloergómetro no requiere una elevada técnica específica. Si hubiésemos contado con una muestra de ciclistas de velocidad, por ejemplo, es posible que éstos hubiesen percibido el esfuerzo como más liviano, puesto que el test de Wingate sería más específico a su propia modalidad.

CONCLUSIONES

- La escala de esfuerzo percibido RPE de *Borg* puede ser una herramienta válida para monitorizar, en hombres, la intensidad en ejercicios explosivos, de corta duración y en cicloergómetro.
- No existe relación alguna entre la valoración subjetiva de un esfuerzo máximo de corta duración, en cicloergómetro, y la concentración de lactato en sangre a los tres minutos de la finalización del mismo.
- No existen diferencias significativas en cuanto a género respecto a la valoración RPE en esfuerzos anaeróbicos de corta duración en cicloergómetro, si bien las mujeres perciben dicha intensidad ligeramente más liviana que los hombres.
- La valoración subjetiva del esfuerzo en el test de Wingate no guarda relación, en términos generales, con ninguna de las variables que tradicionalmente mide esta prueba (potencia pico, tiempo en alcanzar la potencia pico, potencia media, trabajo total e índice de fatiga). En el caso de las mujeres se ha encontrado una buena correlación entre el valor RPE y el índice de fatiga, lo que parece indicar que en las mujeres con menor resistencia anaeróbica láctica perciben el esfuerzo como más duro.
- Son necesarios nuevos estudios, que trabajen con muestras mayores y con otro tipo de ejercicios anaeróbicos (en tapiz rodante, mediante pesas...) para poder establecer conclusiones más sólidas en cuanto a la validez de la escala de esfuerzo percibido de *Borg* en esfuerzos de corta duración.

BIBLIOGRAFÍA

- ARRUZA, J. (1996). Estado de ánimo, esfuerzo percibido y frecuencia cardiaca. Un estudio aplicado al judo. *Revista Española de Educación Física y Deportes*, 3(2).
- ARRUZA, J., ALZATE, R., VALENCIA, J. (1996). Esfuerzo percibido y frecuencia cardiaca: el control de la intensidad de los esfuerzos en el entrenamiento de judo. *Revista de Psicología del Deporte*, 9-10, 29-49.
- BAR-OR, O. (1987). The Wingate Anaerobic Test. An update on methodology, reliability and validity. *Sports Med.* 4, 381-394.
- BORG, G., LINDERHOLM, H. (1967). Perceived Exertion and pulse rate during graded exercise in various age groups. *Acta Médica Escandinava*, 472, 194-206.
- BORG, G.A. (1985). *An introduction to Borg's RPE scale*. Disponible en <<http://www.rohan.sdsu.edu/dept/coachsci/csa/vol15/borg.htm>> [Fecha de consulta: 13-01-02]
- BORG, G.A. (2001). Borg's Range Model and Scales. *Int. J. Sport Psychol.*, 32(2), 110-126.
- BUCKLEY, J.P., ESTON, R.G., SIM, J. (2000). Ratings of perceived exertion in braille: validity and reliability in production mode. *Brit. J. Sports Med.*, 34(4), 297-302.
- CALVO, F., ENSEÑAT, A., GORJÓN, J.M., GALLÉN, J.R., SANUY, X. (1998): Percepción de esfuerzo (RPE) en una carrera interválica. *Apunts de Educación Física y Deportes*, 51, 64-67.
- DELGADO, A., PERES, G.; GOIRIENA DE GANDARIAS, J.J., VANDEWALLE, H., MONOD, H. (1992). Evaluación de las cualidades anaeróbicas del deportista. *Archivos de Medicina del Deporte*, 9(34), 159-163.
- DEMELLO, J.J., CURETON, K.J., BOINEAU, R.E., SINGH, M.M. (1987). "Ratings of perceived exertion at the lactate threshold in trained and untrained men and women". *Med. Sci. Sports Exerc.*, 19(4), 354-362.
- ESTON, R.G.; DAVIS, B.L.; WILLIAMS, J.G. (1987). Use of perceived effort ratings to control exercise intensity in young health adults. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 56(2), 222-224.
- GROSLAMBERT, A., HINTZY, F., HOFFMAN, M.D., DUGUE, B., ROUILLON, J.D. (2001). Validation of a rating scale of perceived exertion in young children. *Int. J. Sports Med.*, 22(2), 116-119.
- HASSMEN, P. (1996). Environmental effects on ratings of perceived exertion in males and females. *J. Sport Behavior*, 19(3), 235-245.
- HELD, T., MARTI, B. (1999). Substantial influence of level of endurance capacity on the association of perceived exertion with blood lactate accumulation. *Int. J. Sports Med.* 20(1): 34-39.
- NOBLE, B.J., ROBERTSON, R.J. (1996). Perceived Exertion. Champaign, IL: Human Kinetics. En Robertson, R.J. (2001): Exercise Testing and Prescription Using RPE as a Criterion Variable. *Int. J. Sport Psychol.*, 32, 177-188.
- PRUSACZYK, W.K., CURETON, K.J., GRAHAM, R.E., RAY, C.A. (1992). Differential effects of dietary carbohydrate on RPE at the lactate and ventilatory thresholds. *Med. Sci. Sports Exerc.* , 24(5), 568-575.
- ROBERTSON, R.J. (2001). Exercise Testing and Prescription Using RPE as a Criterion Variable. *Int. J. Sport Psychol.*, 32, 177-188.

- ROBERTSON, R.J., FALKEL, J.E., DRASH, A.L., SWANK, A.M., METZ, K.F., SPUNGEN, S.A., LEBOEUF, J.R. (1986). Effect of blood pH on peripheral and central signals of perceived exertion. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 18(1), 114-122.
- ROBERTSON, R.J., GOSS, F.L., METZ, K.F. (1998). Perception of physical exertion during dynamic exercise: a tribute to professor Gunnar A.V. Bor". *Perceptual and Motor Skills*, 86, 183-191.
- SANCHIS C., VALVERDE, M.J., BARBER, M.J., SARTI, M.A. (1994). Variabilidad global del test anaeróbico de Wingate. *Apunts Medicina de L'Esport*, 31, 113-119.
- SEIP, R.L., SNEAD, D.; PIERCE, E.F., STEIN, P.; WELTMAN, A. (1991): Perceptual responses and blood lactate concentration: effect of training state. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 23(1), 80-87.
- STEED, J., GAESSER, G.A., WELTMAN, A. (1994). Rating of perceived exertion and blood lactate concentration during submaximal running. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 26(6), 797-803.
- STOUDEMIRE, N.M., WIDEMAN, L., PASS, K.A., MCGINNES, C.L., GAESSER, G.A., WELTMAN, A. (1996). The validity of regulating blood lactate concentration during running by ratings of perceived exertion. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 28(4), 490-495.
- WEINSTEIN, Y., BEDIZ, C., DOTAN, R., FALK, B. (1998). Reliability of peak-lactate, heart rate, and plasma volume following the Wingate test. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 30(9), 1456-1460.
- WELBERGEN E, CLIJSEN L.P. (1990). The influence of body position on maximal performance in cycling. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 61(1-2), 138-142.