

El test de 20 metros ida y vuelta. Revisión sistemática de su aplicación en personas con discapacidad intelectual

Jorge Bayón Serna

Colegio Niño Jesús del Remedio. Madrid.

Recibido: 29.10.2012

Aceptado: 07.10.2013

Palabras clave:

Test de campo aeróbicos.
Retraso mental.
Síndrome de Down.
Validez. Fiabilidad.

Resumen

Objetivo: El presente estudio realiza una revisión sistemática de la prueba de 20 metros ida y vuelta con el fin de conocer su validez y fiabilidad, y analizar las condiciones de aplicación de la prueba en personas con discapacidad intelectual (DI), con y sin síndrome de Down (SD).

Método: Se llevó a cabo una revisión bibliográfica en cuatro bases de datos (Sport Discus, Psycinfo, Pubmed y Medline) utilizando un mismo patrón de búsqueda en cada una de ellas. Se incluyeron estudios desde 1990 hasta 2012, inclusive.

Resultados: Un total de ocho artículos reunieron los criterios de inclusión. De los ocho artículos analizados, tres de ellos demostraron la validez de la prueba y cinco de los ocho fueron fiables. Los dos estudios con personas con SD no fueron válidos. En todos los estudios se hace mención a unas determinadas condiciones de uso del test.

Conclusiones: Los resultados de esta revisión mostraron que las fórmulas utilizadas hasta el momento para predecir el consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}) en personas con SD no son válidas, por lo que se requieren nuevos estudios que analicen la validez de la prueba de 20 metros ida y vuelta en personas SD. Para que el test sea válido en personas con DI en general, requiere de una serie de adaptaciones en el uso del test. La familiarización con la prueba y la inclusión de un asistente es necesario.

The 20 metres shuttle run test. Systematic review of its application to persons with intellectual disability

Summary

Objective: The current study carries out a systematic review of the 20 metres shuttle run test to know the validity and reliability of the test and analyze the application conditions in persons with intellectual disability (ID) with and without Down syndrome (DS).

Method: A bibliographic review has been made using four data bases (Sport Discus, Psycinfo, Pubmed and Medline) with the same search pattern in each one, from 1990 until 2012, both included.

Results: A total of eight articles met the inclusion criteria. Three articles were considered valid. Five of the eight studies were reliable. The two studies which tried to analyze validity in Down syndrome showed not to be valid. All studies mentioned specific conditions to perform the test in this collective.

Conclusions: Results of the review showed that the equations used to predict maximum oxygen uptake (VO_{2max}) in persons with DS are not valid. Therefore, new studies are required to analyze the validity of the 20 metres shuttle run test in persons with DS. In order to get validity in individuals with ID it is necessary to adapt the test, adding a familiarization process with the test and one assistant performing it together with the participants.

Key words:

Aerobic field tests.
Mental retardation.
Down syndrome.
Validity. Reliability.

Correspondencia: Jorge Bayón Serna

E-mail: jorgebayoninef@gmail.com

Introducción

La capacidad aeróbica se entiende como la capacidad para sostener una determinada intensidad de trabajo durante un tiempo prolongado¹. El sistema cardiovascular permite el suministro de oxígeno a los diferentes órganos y músculos implicados en una actividad de resistencia (aeróbica)². Un desarrollo adecuado de la capacidad aeróbica se relaciona con un bajo riesgo de enfermedad cardiovascular, obesidad, hipertensión y diabetes tipo II³, lo que favorece la salud del sistema cardiovascular⁴.

El Consumo de Oxígeno (VO_2) mide la capacidad del organismo para utilizar el oxígeno que llega desde el aire exterior hasta los tejidos y se mide en ml/kg/min ⁵. En relación con los valores de $\text{VO}_{2\text{max}}$, las personas con DI tienen valores más bajos que las personas sin discapacidad³. Además, dentro del colectivo de personas con DI, las personas con SD todavía muestran valores más bajos que las personas con DI pero sin SD⁶. Así, las personas sin discapacidad tienen unos valores que oscilan entre 48 a 56 ml/kg/min , mientras que en personas con DI los valores se sitúan en torno a 28 y 42 ml/kg/min ³. En el caso de personas con SD los valores se sitúan entre 22 y 27 ml/kg/min ⁶.

Para hallar el $\text{VO}_{2\text{max}}$ se utilizan pruebas de esfuerzo, que pueden ser de laboratorio o de campo. Los test de laboratorio de esfuerzo máximo suponen la mejor opción, sin embargo son altamente costosos y requieren personal especializado para su realización. Por ello, la alternativa para medir a un mayor número de participantes de forma operativa han sido los test de campo⁷. Un test de campo válido y fiable en personas sin discapacidad como indicador de capacidad cardiovascular es la prueba de 20 metros ida y vuelta⁸, siendo un test progresivo de carrera intermitente que se desarrolla en una superficie plana entre dos líneas separadas a una distancia de 20 metros. El tiempo para recorrer la distancia disminuye cada minuto, por lo que el sujeto ha de ir aumentando el ritmo de paso⁹. El test termina cuando los sujetos no son capaces de seguir el ritmo marcado por las señales acústicas¹⁰ y no puede llegar a tiempo a la línea correspondiente. El test se evalúa contabilizando el número de veces que se han completado los 20 metros⁹.

En el caso de que el test de 20 metros ida y vuelta sea administrado a personas con DI, éste debe ser adaptado a las características propias de este colectivo³. Así, el déficit cognitivo afecta a la comprensión de la prueba. La capacidad de desarrollar un esfuerzo máximo durante un tiempo prolongado está condicionada por su baja motivación¹¹ y la menor coordinación motora¹², obesidad¹³ y menor fuerza de piernas⁷ pueden afectar a la eficiencia de carrera. Es de destacar que los problemas físicos mencionados parecen más evidentes en personas con SD^{7,14,16}. Además, la regulación nerviosa del corazón a un estímulo fisiológico está alterada en personas con SD¹⁷. Este fenómeno trae consigo alteraciones en el sistema nervioso autónomo y junto con la menor frecuencia cardíaca que presentan las personas con SD podía explicar la incompetencia cronotrópica típicamente mostrada durante el ejercicio en este colectivo^{17,18}. En este sentido, según Fernhall *et al*¹⁹ la deficitaria respuesta en la liberación de catecolaminas en individuos con SD, puede ser el principal mecanismo para explicar la reducción de la frecuencia cardíaca máxima y la menor capacidad de trabajo observado en esta población.

Por otra parte, las dificultades que presentan las personas con DI para mantener un ritmo de carrera se relacionan con la dificultad para

llegar a una meseta en el $\text{VO}_{2\text{max}}$ ³, que ocurre cuando el VO_2 es máximo y el corazón ya no es capaz de desarrollar un mayor gasto cardíaco^{5,20}, provocando una estabilización temporal del consumo de oxígeno⁵. Por ello, en personas con DI, se habla de consumo de oxígeno pico ($\text{VO}_{2\text{pico}}$)³ que significa el mayor consumo logrado durante el desarrollo del test sin llegar a producirse una meseta, aunque el individuo haya llegado a la extenuación.

Pese a lo anterior, según Fernhall *et al*¹¹ el test de 20 metros ida y vuelta a priori es un test adecuado para personas con DI ya que el ritmo es regulado desde fuera a través de señales acústicas, lo que influye en su mejor comprensión, así como en una mejora de la motivación. Además, sólo requiere el máximo esfuerzo al finalizar la prueba asemejándose en este sentido al protocolo de esfuerzo máximo del test en cinta rodante¹¹.

Para analizar la validez de una prueba es necesario calcular la correlación entre dos variables²¹. En este caso son una prueba de laboratorio, recogiendo datos metabólicos durante una prueba de esfuerzo directa, y una prueba de campo, que es la prueba de 20 metros ida y vuelta. Para hallar la relación entre dos variables se utiliza el coeficiente de correlación de Pearson. Si diera el caso de que las puntuaciones se transforman en rangos se utiliza el coeficiente de correlación de Spearman. No obstante el coeficiente de correlación de Pearson y el de Spearman son en realidad lo mismo y se interpretan de la misma manera²². Con el objeto de hacer pronósticos más precisos se utilizan modelos de regresión que incluyen una o varias variables predictoras²¹. Al respecto, las variables introducidas en las fórmulas de predicción difieren entre personas sin discapacidad, personas con DI y personas con SD^{3,23}. Así en personas sin discapacidad se han utilizado la edad y la velocidad máxima a la cual los participantes terminan la prueba^{10,24,25} y en personas con DI y SD se han utilizado el número de vueltas, el IMC y el género^{11,23,26,27}.

Por otro lado, para que una prueba sea válida debe ser fiable, lo cual conlleva precisión, consistencia, de tal manera que al repetir la medida los resultados sean parecidos o iguales²⁸. La fiabilidad por tanto debe ser considerada como condición necesaria para la validez²⁹. Destacamos dos procedimientos para hallar la fiabilidad: por un lado, el coeficiente de correlación intraclase (CCI), el cual permite conocer el grado de acuerdo entre dos variables cuantitativas²⁸ y, por otro lado, el método Bland-Altman, que muestra una representación gráfica de las diferencias entre dos mediciones frente a su media y proporciona unos límites de concordancia a partir del cálculo del intervalo de confianza (IC) para las varianzas entre las mediciones³⁰.

El 20 metros ida y vuelta ha sido validado en niños, adolescentes y adultos con DI^{3,11}; no así en el caso de personas con SD²³. En la actualidad no existe un test de campo que haya mostrado ser mejor predictor de la capacidad aeróbica en personas con SD²³. Por ello parece pertinente el estudio sistemático de la aplicación de esta prueba en personas con DI con y sin SD, para conocer por un lado, cuáles son las condiciones de aplicación de la prueba cuando se realiza en personas con DI en general que aseguren su validez y fiabilidad y, por otro lado, analizar la problemática que presenta la prueba cuando es administrada en personas con SD.

En virtud de lo anterior, el presente estudio hace una revisión sistemática de la literatura científica en aras de conocer la validez y la fiabilidad de la prueba de 20 metros ida y vuelta en su aplicación a personas con DI con y sin SD, y analizar cuáles han sido las condiciones de la aplicación de esta prueba en estas personas.

Método

Durante el mes de Febrero de 2013 se realizó una búsqueda en cuatro bases de datos (*Psycinfo, Sport Discus, Eric y Pubmed*) que incluyó el período de tiempo desde el año 1990 hasta 2012 (Tabla 1). El patron de búsqueda fue el siguiente: *(intell* disab* OR ment* retard* OR down syndrome) AND (field test* OR physical fitness* test OR card* test OR aerobic test OR endurance test OR 20* shuttle run test) AND (valid* OR reliab* OR feas*)*.

Criterios de inclusión

Se establecieron unos criterios de inclusión que fueron utilizados para seleccionar los estudios de la presente revisión. Cada estudio debía cumplir lo siguiente:

- Artículos publicados entre 1990 y 2012, ambos inclusive.
- Participantes de los estudios con discapacidad intelectual.
- Estudios que utilizaran el 20 metros ida y vuelta.
- Estudios que analizaran la validez y/o fiabilidad de la prueba.
- Artículos en lengua inglesa.

Resultados

El proceso seguido se muestra en la Figura 1. Un total de 195 documentos fueron identificados entre las cuatro bases de datos. Tras eliminar 43 artículos duplicados, un total de 152 documentos fueron recuperados, de los cuales 126 fueron rechazados basándose en el título y el resumen. Posteriormente, 26 estudios se consideraron potencialmente relevantes. De los 26 artículos, 18 artículos fueron rechazados por no incluir a personas con DI (n=3); no utilizar la prueba de 20 metros ida y vuelta (n=14) y no analizar la validez y fiabilidad de la prueba (n=1). Por tanto ocho estudios fueron seleccionados para el análisis.

Así, la presente revisión muestra los estudios que han utilizado la prueba de 20 metros ida y vuelta para analizar la fiabilidad y la validez de la misma en personas con DI, con y sin SD. La información acerca de todos los estudios es presentada cronológicamente en la Tabla 2.

Cinco de los estudios analizaron la validez de la prueba^{11,23,26,27,31}, y tres de ellos mostraron que era válida^{11,31,32}. Por otra parte, todos los estudios incluyeron análisis de fiabilidad. Se utilizó el procedimiento test-retest en seis de ellos^{11,26,31-34}, el método Bland Altman en tres de ellos^{23,26,27}. Cinco de los ocho estudios mostraron que el test era fiable^{11,26,31,32,34}.

Respecto a las condiciones de realización de la prueba, todos los estudios hacen mención a unas determinadas condiciones de aplicación, tanto por una familiarización previa, como por técnicas de motivación. En siete de los ocho estudios hacen referencia a estrategias motivacionales^{11,23,26,27,31,33,34}. La modificación de ciertos contenidos del protocolo original de la prueba, se da en cuatro estudios^{11,26,31,34}.

Discusión

La presente revisión realiza una síntesis de todos los estudios sobre la Prueba de 20 metros ida y vuelta en personas con DI desde 1990 hasta 2012 de acuerdo a un criterio definido de inclusión. En primer lugar mostramos los estudios que han tratado de validar el 20 metros ida y vuelta en personas con DI, con y sin SD. Seguidamente, se reflejaron aquellos estudios donde se haya analizado la fiabilidad. Finalmente se revisaron las condiciones de aplicación de la prueba según los diferentes estudios.

El análisis de la validez mediante modelos de regresión requiere de fórmulas, en las que se incluyen una serie de variables, que difieren entre personas sin discapacidad, personas con DI y personas con SD. De esta manera, cuando Léger y Lambert¹⁰ validaron el test de 20 metros ida y vuelta en personas sin discapacidad introdujeron unas variables para predecir el VO_{2picof} tales como la edad y la velocidad máxima a la cual los participantes llegaron.

Tabla 1. Estrategia de búsqueda en las bases de datos.

Base de datos	Estrategia de búsqueda	Límites
PSYCINFO	all ((intell* disab* OR ment* retard* OR down syndrome) AND (field test* OR physical fitness* test OR card* test OR aerobic test OR endurance test OR 20* shuttle run test) AND (valid* OR reliab* OR feas*))	Fecha de publicación 01/01/1990 a 31/12/2012. Población: Humanos. Tipo de registro: Journal article. Idioma: Inglés.
SportDiscus (EBSCO)	(intell* disab* OR ment* retard* OR down syndrome) AND (field test* OR physical fitness* test OR card* test OR aerobic test OR endurance test OR 20* shuttle run test) AND (valid* OR reliab* OR feas*)	Fecha de publicación 01/01/1990 a 31/12/2012. Tipo de publicación: Journal article. Idioma: Inglés.
Eric (EBSCO)	(intell* disab* OR ment* retard* OR down syndrome) AND (field test* OR physical fitness* test OR card* test OR aerobic test OR endurance test OR 20* shuttle run test) AND (valid* OR reliab* OR feas*)	Fecha de publicación 01/01/1990 a 31/12/2012. Tipo de publicación: Journal article. Idioma: Inglés.
PubMed	(intellectual disability OR mental retard OR down syndrome) AND (field test OR physical fitness test OR cardiovascular test OR aerobic test OR endurance test OR 20 shuttle run test) AND (validity OR reliability OR feasibility) NOT 2013[dp]	Fecha de publicación 01/01/1990 a 31/12/2012. Población: Humanos.

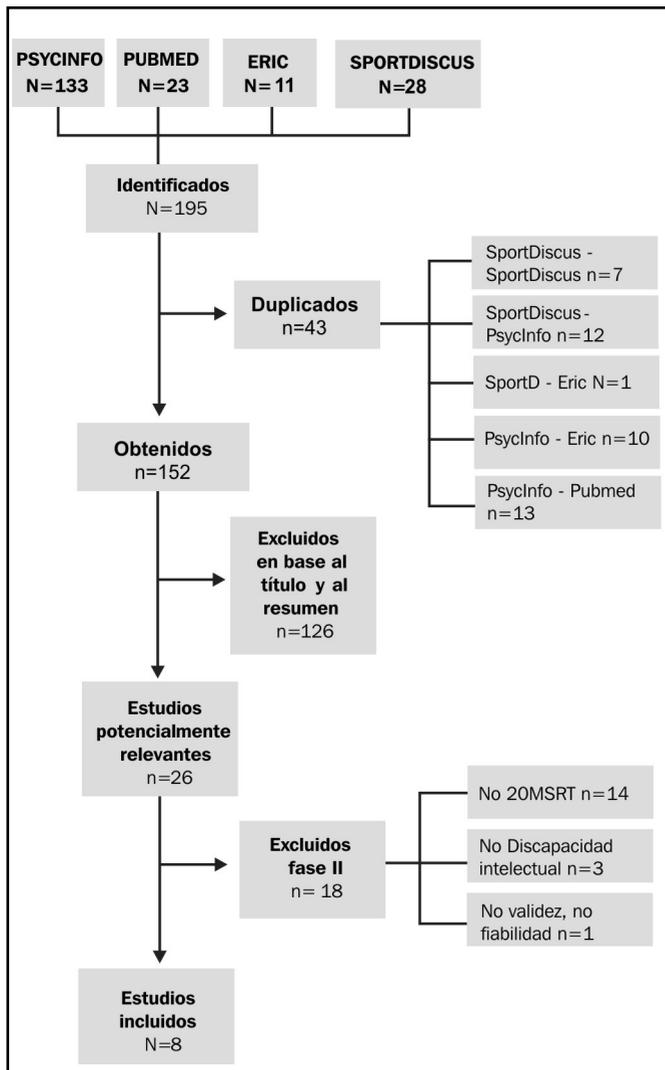
Tabla 2. Artículos analizados.

Nº de artículo	Autores y año	Nº Muestra	Edad (años)	Nº Hombres	Nº Mujeres	Tipo de discapacidad (SD, no SD)	Grado DI
1	Montgomery, <i>et al</i> ¹	18	20-35	No mención	No mención	No mención SD.	DI moderada.
2	Fernhall, <i>et al</i> ¹¹	34	10-17	22	12	8 con SD.	DI leve- moderada.
3	Mac Donncha, <i>et al</i> ³²	63	media de 15.5 ± 1.2	63	0	No mención SD.	DI moderada.
4	Fernhall, <i>et al</i> ²⁶	16	8-18	9	7	6 con SD.	DI leve- moderada.
5	Guerra, <i>et al</i> ²⁷	26	15.3 ± 2.7	15	11	Todos con SD.	DI leve.
6	Gillespie ³³	30	8	15	15	DI no SD.	DI leve.
7	Waninge, <i>et al</i> ³⁴	47	Hombres 44±DS Mujeres 38±DS	29	18	Clasificados de acuerdo al grado de afectación motórica: <i>Gross Motor Function Classification System</i> (GMFCS), Nivel 1: Pueden generalmente andar sin restricciones. Nivel 2: Pueden andar con ligeras restricciones. No mención SD.	41 con DI severa 6 con DI profunda.
8	Agiovlasitis, <i>et al</i> ²³	53	8-20	28	25	Todos con SD	DI leve-moderada.

LAA: Límite de acuerdo absoluto

Valores fiabilidad	Valores validación	Condiciones de aplicación	Conclusiones
Test-retest CCI: 0,90	r = 78	Sesiones de orientación. Se modificó la velocidad de carrera a 7 km/h, incrementando 0,5 km/h cada minuto.	Fiable. Correlación significativa con el VO_{2max} registrado en la prueba de Treadmill Test.
Test-retest CCI para 20MST: 0,97 CCI para 16MST: 0,96	r para 20MST= 0,74 r para 16MST= 0,77	2 a 4 sesiones de práctica. Reducción de la distancia a 16 metros. Un asistente acompañó al grupo, utilizando refuerzo verbal. Recompensa material.	Fiable. Válido. Fórmula: VO_{2pico} (ml/kg/min) = 0,35 (nº de vueltas en el 20 metros ida y vuelta) - 0,59 (IMC) - 4,5 (género) + 50,8. El evaluador pudo incrementar la motivación para rendir más. Relación test de campo con el VO_{2pico} .
Test-retest CCI: 0,94	No	Varias sesiones de práctica hasta que comprendieron la prueba. Un asistente por cada grupo de 10 personas, para marcar el ritmo que sólo se retiró cuando logró el ritmo correcto.	Altamente fiable.
Test-retest CCI: 0,94 LAA: La principal diferencia entre medidas y el VO_2 predicho fue 1,35 ml.kg.min.	r = 0,86	Varias sesiones de práctica hasta que comprendieron la prueba. Se modificó la velocidad de la prueba. Se pasó de 8,5 Km/h a 9 km/h. Un asistente con el grupo, utilizando refuerzo verbal. Recompensa material.	Altamente fiable. Válido. Fórmula: VO_{2pico} (ml/kg/min) = 0,35 (nº de vueltas en el 20 metros ida y vuelta) - 0,59 (IMC) - 4,5 (género) + 50,8. El límite de acuerdo es pobre a pesar de que la fuerza de relación es alta.
LAA: La principal diferencia entre medidas y el VO_2 predicho fue 7,95 ml.kg.min.	r = 0,54	Varias sesiones de práctica hasta que comprendieron la prueba. Un asistente por cada grupo de 2 a 6 personas utilizando refuerzo verbal.	Los límites de acuerdo son muy elevados para ser aceptados. La fórmula desarrollada por Fernhall <i>et al.</i> (1998) para niños y adolescentes con DI, no es adecuada para predecir el VO_{2pico} en adolescentes con SD.
Test-retest CCI: 0,53	No	Sesiones de práctica. El día de la prueba y antes de la misma, se realizaba una explicación verbal de la prueba y, posteriormente, una ejemplificación por parte del investigador. Un asistente por participante.	Fiabilidad baja. Puede deberse tanto a la edad de los participantes como al hecho de correr individualmente.
Test-retest: CCI: Nivel 1: 0,96 Nivel 2: 0,82 Limite de acuerdo basado en porcentaje de acuerdo. Nivel I: 23% Nivel II: 74% IC del 95%	No	Practicaron dos veces la prueba. Se modificó la velocidad de carrera a 3 km/h. La velocidad se incrementó cada minuto 0.25 km/h. Un asistente acompañó a los sujetos para motivarles. No mención a si solo o en grupo.	Fiable en participantes del nivel 1. No fiable en participantes del II. IC demasiado amplio. La motivación puede afectar los resultados. Falta experiencia en las pruebas de esfuerzo. Recomiendan monitorear la frecuencia cardíaca y los resultados motivacionales dentro de los protocolos.
LAA: IC del 95%. Diferencias respecto a la media de: -9,3 a + 9,3 ml/Kg/min.	r = 0,45	Practicaron hasta que comprendieron el procedimiento. Un asistente con cada grupo de 2 a 6 personas siguiendo el ritmo marcado por la cinta de audio utilizando apoyo verbal.	Existe una gran diferencia individual en las mediciones. El 20 metros ida y vuelta no parece proporcionar una estimación del VO_{2pico} .

Figura 1. Proceso de selección.



*20MSRT: 20 metros shuttle run test

Fernhall, *et al*¹¹, en estudios con personas con DI, analizó la relación entre el número de vueltas completadas en el 20 metros ida y vuelta y el VO_{2pico} , obteniendo un valor de correlación de 0,74. Con el objeto de llevar a cabo pronósticos más precisos, realizó un análisis de regresión e introdujo las siguientes variables: edad, peso, altura e índice de masa corporal (IMC), puesto que podían influir en la relación entre el tiempo corriendo y el VO_{2pico} . Teniendo en cuenta estas variables, tales autores desarrollaron una ecuación de regresión para evaluar la contribución de estas variables así como el rendimiento en los test de campo para hallar el VO_{2pico} . Ya que el VO_{2pico} en personas con DI no mejora con la edad¹¹, la edad no estuvo incluida. Si que estuvieron incluidos el IMC y el género. Finalmente en la ecuación de predicción, las variables introducidas fueron: número de vueltas, IMC y género. La ecuación de predicción fue la siguiente:

$$VO_{2pico} \text{ (ml/kg/min)} = 0,35 \text{ (nº de vueltas en el 20 m SRT)} - 0,59 \text{ (IMC)} - 4,5 \text{ (género: 1 para varones y 2 para féminas)} + 50,8.$$

El estudio de Fernhall, *et al*¹¹ presentó un coeficiente de correlación de 0,88 al introducir las variables IMC y género²⁶. Por tanto el IMC y el género mejoraron la predicción del VO_{2pico} .

La misma fórmula utilizada por Fernhall, *et al*¹¹ fue usada por Fernhall, *et al*²⁶ en un subconjunto de población de niños y adolescentes con DI, obteniendo un alto coeficiente de correlación (0,86). Los datos relativos a personas con SD no fueron incluidos en la ecuación de predicción puesto que Fernhall, *et al*¹¹ demostraron que el SD no contribuyó significativamente a las predicción del VO_{2pico} . No obstante la reducida muestra de participantes incluida pudo estar relacionada con la falta de poder estadístico²⁶.

Por ello Guerra, *et al*²⁷ en adolescentes con SD decidieron realizar un estudio en el que en la ecuación de predicción se introdujeron datos correspondientes a personas con SD. El coeficiente de correlación obtenido entre la medida del VO_{2pico} y el valor de predicción fue de (0,54). Asimismo la reducida muestra de participantes (n=26) pudo contribuir a la debilidad estadística.

Más tarde Agiovlasis, *et al*²³ realizó un estudio compuesto por una muestra conformada por personas con SD. En el modelo de regresión que propuso incluyó el número de vueltas como único predictor, excluyendo el género y el IMC. La ecuación de predicción desarrollada fue la siguiente:

$$VO_{2pico} \text{ (ml/kg/min)} = 21,68 + 0,62 \text{ (nº de vueltas)}.$$

La ecuación de predicción incluyó el 20 metros ida y vuelta como único predictor, aunque se obtuvieron bajos valores de predicción. El modelo explicó el 23% de la varianza del VO_{2pico} ($R^2=0,23$). Además género, IMC, edad, altura y peso no mejoraron la predicción del VO_{2pico} . Esto pudo ser debido a las bajas asociaciones del género e IMC con el VO_{2pico} en participantes con SD. Los autores sugieren que futuras investigaciones tengan en cuenta variables adicionales, como la frecuencia cardíaca, debido a la incompetencia cronotrópica que muestran las personas con SD, así como crear una medida válida de composición corporal para este colectivo.

Respecto a la fiabilidad, tal y como mencionan Fernhall, *et al*²⁶, el análisis de regresión no indica el grado de concordancia entre las variables. Debido a ello, Fernhall, *et al*²⁶ llevaron a cabo un estudio en el cual utilizaron el procedimiento descrito por Bland-Altman para calcular el grado de concordancia entre las variables. Este estudio demostró que el resultado del límite de concordancia superior e inferior sugirió una variabilidad sustancial entre las medidas y los valores de predicción. Estos hallazgos no invalidaron el uso del 20 metros ida y vuelta como un test de campo de capacidad cardiovascular en niños y adolescentes con DI; de hecho, el estudio tuvo elevados valores de fiabilidad test-retest (CCI: 0,94). Sin embargo esto conllevó que se tuviera precaución a la hora de interpretar los datos, particularmente en participantes con un alto VO_{2pico} .

En el caso del estudio de Guerra, *et al*²⁷, el nivel de concordancia fue altamente variable para que las predicciones individuales fueran aceptables, lo que hizo que la fórmula desarrollada por Fernhall, *et al*¹¹ no contribuyera a la predicción del VO_{2pico} en personas con SD.

En el estudio de Waning, *et al*³⁴ el límite de concordancia fue expresado como porcentaje del promedio del primer test. Los test fueron considerados fiables cuando el límite de concordancia fue del 30% del promedio del primer test. Este límite fue menor o igual al 30% de todas las medidas, excepto en los participantes del nivel II de la *Gross Motor*

Function Classification System (GMFCS), lo que hizo que la fiabilidad fuera considerada insuficiente.

Por último en el estudio de Agiovlasis, *et al*²³ la diferencia entre el valor de VO_{2pico} obtenido y el VO_{2pico} predicho demostró una amplia diferencia individual que se asemeja al estudio de Guerra, *et al*²⁷.

Muchos de los estudios que nos encontramos en la presente revisión han tratado de analizar la fiabilidad test-retest de la prueba de 20 metros ida y vuelta. Los resultados de la presente revisión sugieren que la prueba de 20 metros es una prueba fiable a nivel temporal cuando se evalúa a personas con DI. Los estudios que llevaron a cabo la fiabilidad test-retest mostraron una fiabilidad elevada (>0,80). Asimismo en los estudios en los que se incluyeron participantes con SD^{11,26}, la fiabilidad test-retest fue elevada. Uno de los estudios informó de bajos valores de fiabilidad (0,53) en niños con DI sin SD³³.

Con respecto a las condiciones de aplicación, la prueba de 20 metros ida y vuelta ha tenido que ser modificada en ocasiones respecto a su protocolo original, en relación con la velocidad de la prueba y la distancia recorrida. Las adaptaciones en personas con DI han estado destinadas a la realización de la carrera junto con un asistente durante la carrera.

En relación con la modificación de la velocidad y la distancia de la prueba, en ocasiones las personas con DI al realizar el test inicial de la prueba piloto mostraron dificultades para soportar la duración del test³¹, bien porque algunos de los participantes no fueron capaces de soportar un mínimo de vueltas¹¹, o bien porque la velocidad de la prueba fue demasiado alta³⁴. En el estudio de Waning, *et al*³⁴, las modificaciones efectuadas estuvieron destinadas a adaptarse a las características generales de los participantes y no se indica ninguna adaptación en concreto para otras discapacidades, como, por ejemplo, los invidentes.

Por otra parte, la práctica totalidad de los estudios utilizan un asistente que acompaña a los participantes^{11,23,26,27,32,34} —o al participante en el caso de que la prueba se realice individualmente³³—, que estimula y marca el ritmo correcto durante la carrera. Así, Fernhall, *et al*¹¹ encontraron mayores niveles de fiabilidad en niños con DI con respecto a las personas sin discapacidad, lo que atribuyeron a la inclusión de una persona que acompañó a cada niño con DI. Argumentaron que esto pudo aumentar la motivación para rendir más en el test.

Gillespie³³ de igual manera utilizó una persona que corrió junto con cada participante de forma individual. Tal autor hipotetizó que el hecho de correr en grupo podría distraer a los participantes. No obstante según Leger y Lambert¹⁰, el propio grupo puede ejercer un papel motivador para rendir más. Tras el estudio, Gillespie³³ señaló que el hecho de correr individualmente, a pesar de ir con un asistente, podría haber afectado a los bajos valores de fiabilidad.

Respecto a la familiarización con la prueba, la mayoría de los estudios hacen mención a sesiones de práctica hasta que la prueba es comprendida^{23,26,27,32}. Otros estudios mencionan el número concreto de sesiones de práctica como es el caso de Fernhall, *et al*¹¹ que utilizó de 2 a 4 sesiones. Gillespie³³ por su parte utilizó dos sesiones de práctica, una el día antes de la prueba y otra en el mismo día. Waning, *et al*³⁴ menciona dos sesiones de prueba antes de la toma de datos final. Como se puede observar fue el estudio de Gillespie³³ junto con el de Waning, *et al*³⁴ los que utilizaron menos sesiones de práctica y utilizaron un número cerrado de sesiones sin mencionar si los participantes habían

comprendido o no la prueba. En este sentido Gillespie³³ menciona que los bajos valores de fiabilidad encontrados en su estudio, pudieron ser ocasionados a una insuficiente familiarización.

De acuerdo a lo anteriormente expuesto, se desprenden las siguientes conclusiones:

Existen diferencias entre DI con y sin SD debido a las características peculiares de la respuesta cardíaca y los problemas deambulatorios que presenta el SD, lo que afecta al VO_{2pico} ^{18,35}. Ello hace que la prueba de 20 metros ida y vuelta sea difícil de validar en este subgrupo de población con DI.

El tamaño de la muestra puede influir en los resultados hallados cuando se analiza la validez de la prueba en personas con SD. Por otro lado, las bajas asociaciones de género e IMC con el VO_{2pico} en participantes con SD, hace necesario contemplar la posibilidad de incluir otras variables que puedan contribuir a la predicción del VO_{2pico} en personas con SD.

En relación con la fiabilidad de la prueba, las diferencias suelen ser amplias cuando se comprueba el límite de concordancia entre las variables observadas y las predichas sugiriendo que hay que tener precaución a la hora de interpretar los resultados en personas con DI sin SD.

En lo concerniente a las estrategias motivacionales, se requiere la inclusión de un asistente que corra junto con los participantes, sin embargo no queda claro que la prueba se tenga que desarrollar en grupo o con un solo participante.

La familiarización con la prueba es necesaria. Todos los estudios utilizan al menos dos sesiones de práctica.

Por último, decir que no son muchos los estudios analizados, por ello las conclusiones a las que se puedan llegar tienen ciertas limitaciones.

Bibliografía

- López J, Aznar S, Fernández A, López L, Lucía A, Pérez M. *Transición Aeróbica-Anaeróbica*. Madrid: Editorial Master Line; 2004. p.14.
- Earle R, Baechle T. *Manual NSCA. Fundamentos del entrenamiento personal*. Barcelona: Editorial Paidotribo; 2008. p. 25-34.
- Fernhall B, Balagopalan V. Physical activity, metabolic issues and assessment. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2002;13:925-47.
- Castillo M. La condición física es un componente importante de la salud para los adultos de hoy y del mañana. *Selec*. 2007;17(1):2-8.
- Shephard R. *Consumo máximo de oxígeno*. En: Shephard R, Astrand P. La Resistencia en el Deporte. (2ª ed.). Badalona: Editorial Paidotribo; 2007. p. 206-304.
- Guerra M, Llorens N, Fernhall B. Chronotropic Incompetence in Persons With Down Syndrome. *Arch Phys Med Rehabil*. 2003;84:1604-8.
- Fernhall B, Pittetti K. Limitations to Physical Work Capacity in Individuals with Mental Retardation. *Clin Exerc Physiol*. 2001;3(4):176-85.
- Montoro R. Revisión de artículos sobre la validez de la prueba de course navette para determinar de manera indirecta el VO_{2} . *Rev Int Med Cienc Act Fis Deporte*. 2003;3(11): 173-81.
- Klye V. The 20 metres shuttle run test: a simple, easy to administer aerobic fitness test. *Coaches Corner*. 1991; 10(3): 6-7.
- Legert L, Lambert JA. Maximal Multistage 20-m Shuttle Run Test to Predict VO_{2max} . *Eur J Appl Physiol*. 1982; 49: 1-12.
- Fernhall B, Pittetti K, Voukovich M, Stubbs N, Hensen T, Winnick J, *et al*. Validation of Cardiovascular Fitness Field Test in Children With Mental Retardation. *Am J Ment Retard*. 1998;102(6):602-12.
- Rintala P, McCubbin J, Dunn J. Familiarization Process in Cardiorespiratory Fitness Testing for Persons with Mental Retardation. *Sports Med Training and Rehab*. 1995;6:15-27.

13. Hayakawa K, Kobayashi K. Physical and motor skill training for children with intellectual disabilities. *PMS*. 2011;112(2):573-80.
14. Agüero A, Vicente G, Moreno L, Casajús J. Accuracy of prediction equations to assess percentage of body fat in children and adolescents with Down syndrome compared to air displacement plethysmography. *Res Dev Disab*. 2011;32:1764-9.
15. Usera P, Foley J, Yun J. Cross-Validation of Field-Based Assesments of Body Composition for Individuals with Down Syndrome. *Adapt Phys Activ Q*. 2005;22:198-206.
16. García E, Caudevilla S, Hidalgo C. Análisis postural estático y dinámico del síndrome de Down según el concepto de Raymond Sohier. *An Escuela Univ Cien Salud Zaragoza*. 2006;9.
17. Iellamo F, Galante A, Legramante J, Lippi M, Condoluci C, Albertini G, Volterrani M. Alteración de la regulación autonómica cardíaca. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2005; 289:2387-91.
18. Fernhall B, Mendonca G, Baynard T. Reduced Work Capacity in Individuals with Down Syndrome: A Consequence of Autonomic Dysfunction?. *Exerc Sport Sci Rev*. 2013; 41(3):138-47.
19. Fernhall B, Baynard T, Collier S, Figueroa A, Gouloupoulou S, Kamimori G, Pitetti K. Catecholamine Response to Maximal Exercise in Persons with Down Syndrome. *Am J Cardiol*. 2009;103(5):724-6.
20. García J, Navarro M, Ruiz J. *Pruebas para la Valoración de la Capacidad Motriz en el Deporte. Evaluación de la Condición Física*. Madrid: Editorial Gymnos; 1996. p. 39-41.
21. Botella J, León O, San Martín R, Barriopedro M. *Análisis de Datos en Psicología I. Teoría y ejercicios*. Madrid: Editorial Prámide; 2001. p. 185-8.
22. Pardo A, Martín R. *Análisis de datos en Psicología II*. Madrid: Editorial Pirámide; 2001. p. 397-460.
23. Agiovlasis S, Pitetti K, Guerra M, Fernhall B. Prediction of VO₂peak From the 20-m Shuttle Run Test in Youth With Down Syndrome. *Adapt Phys Activ Q*. 2011;28:146-56.
24. Liu N, Plowman S, Loonely M. The Reliability and Validity of the 20-Meter Shuttle Test in American Students 12 to 15 Years Old. *Res Q for Exer Sport*. 1992;63(4):360-5.
25. McClain J, Welk G, Ihmels M, Schaben J. Comparison of Two Versions of the PACER Aerobic Fitness Test. *J Phys Act Health*. 2006;3(2):47-57.
26. Fernhall B, Lynn A, Pitetti K, Hensen T, Vukovich M. Cross Validation of the 20-m Shuttle Run Test for Children and Adolescents With Mental Retardation. *Adapt Phys Activ Q*. 2000;17(4):402-12.
27. Guerra M, Pitetti K, Fernhall B. Cross Validation of the 20 Meter Shuttle Run Test for Adolescents With Down Syndrome. *Adapt Phys Activ Q*. 2003;20:70-9.
28. Abad F, Olea J, Ponsoda V, García C. *Medición en Ciencias Sociales y de la Salud*. Madrid: Editorial Síntesis; 2011: p. 95-6 y 161-3.
29. Prieto G, Delgado A. Fiabilidad y Validez. *Pap Psic*. 2010;31(1):67-74.
30. Pita S, Pértegas S. La fiabilidad de las mediciones clínicas: el análisis de concordancia entre variables numéricas (material electrónico) 2004 (consultado 15/02/2013). Disponible en: http://www.fisterra.com/mbe/investiga/conc_numerica/conc_numerica.asp.
31. Montgomery D, Reid G, Koziris L. Reliability and Validity of Three Fitness Tests for Adults with Mental Handicaps. *Can J Sport Sci*. 1992;17(4):309-15.
32. Mac Donncha C, Watson A, Mc Sweeney T, O'Donovan D. Reliability of Eurofit Physical Fitness Items for Adolescent Males With and Without Mental Retardation. *Adapt Phys Activ Q*. 1999;16:86-95.
33. Gillespie M. Reliability of the 20-m-Shuttle Run For Children with intellectual disabilities. *EUJAPA*. 2009;2(2):7-13.
34. Waninge A, Evenhuis IJ, Van Wijck R, Van der Schans CP. Feasibility and reliability of two different walking tests in subjects with severe intellectual and sensory disabilities. *J Intellect Disabil Res*. 2009;53(4):377-490.
35. Mendoca G, Pereira F, Fernhall B. Reduced exercise capacity in persons with Down Syndrome: cause, effect, and management. *Ther Clin Risk Manag*. 2010;6:601-10.