

apunts

MEDICINA DE L'ESPORT

www.apunts.org



ORIGINAL

Millora de la condició cardiorespiratòria de joves amb síndrome de Down mitjançant l'entrenament aeròbic: estudi longitudinal

José Antonio Casajus^{a,b,*}, Daniel Pueyo^a, Germán Vicente-Rodríguez^{a,b}
i Alejandro González-Agüero^a

^a Grup GENUD (Growth, Exercise, Nutrition and Development)

^b Facultad de Ciencias de la Salud y del Deporte, Universidad de Zaragoza, Saragossa, Espanya

Rebut el 25 d'abril de 2011; acceptat el 30 de juny de 2011

PARAULES CLAU

Síndrome de Down;
Consum d'oxigen;
Exercici aeròbic;
Condició física

Resum

Introducció i objectius: Les persones amb síndrome de Down (SD) mostren nivells inferiors de consum d'oxigen pic (VO_{2pic}) que les persones sense SD. L'objectiu d'aquest estudi fou avaluar els efectes de l'entrenament aeròbic sobre la condició cardiorespiratòria d'adolescents amb SD.

Material i mètodes: Dinou adolescents amb SD (10 noies; 14 ± 5.9 anys) prengueren part a l'estudi. Mitjançant una prova d'esforç màxima, s'avaluà el temps d'exercici i el pendent absolut, i també els valors pic de consum d'oxigen (VO_{2pic}), la freqüència cardíaca, el quocient respiratori i la ventilació, en començar l'estudi i a les 30 setmanes d'intervenció. L'entrenament es dugué a terme 2 cops per setmana, amb una hora de durada i a una intensitat entre el 60 i el 75% del VO_{2pic} . Un dels 2 dies practicaven esports (atletisme, handbol, futbol, bàsquet o voleibol) i l'altre, natació. Es van utilitzar tests no paramètrics per avaluar les diferències entre els moments pre i postentrenament.

Resultats: Després de l'entrenament, els participants van incrementar significativament el VO_{2pic} , la ventilació màxima i el pendent màxim ($p \leq 0,05$).

Conclusions: Els adolescents amb SD són capaços de millorar la condició cardiorespiratòria amb l'entrenament aeròbic durant un període de sis mesos a intensitat moderada(mitjana).

© 2011 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Publicat per Elsevier España, S.L. Tots els drets reservats.

*Autor per a correspondència.

Correu electrònic: joseant@unizar.es (J.A. Casajus)

KEYWORDS

Down's syndrome;
Oxygen consumption;
Aerobic exercise;
Physical fitness

Improvements in cardiorespiratory fitness through aerobic training in young people with Down's syndrome: a longitudinal study

Abstract

Introduction and objectives: Individuals with Down's syndrome (DS) show lower levels of peak oxygen consumption (VO_{2peak}). The purpose of this study was to evaluate the effects that an aerobic training has on adolescents and young adults with Down's syndrome.

Methodology: A total of 19 individuals (including 10 girls; mean age 14.0 ± 5.9 years) participated in a six-month exercise training study. They practised sport-games (athletics, handball, football, basketball or volleyball) and swimming twice a week for one hour and at an intensity of between 60-75% of peak oxygen consumption (VO_{2peak}).

Results: Following training, our subjects significantly improved their VO_{2peak} , ventilation and maximum slope ($P \leq .05$).

Conclusions: Adolescents with DS are able to improve their cardiorespiratory fitness through aerobic training for a period of six months with average intensity.

© 2011 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducció

La síndrome de Down (SD) és una condició genètica que s'origina per la presència d'una còpia extra, completa o parcial, del cromosoma 21¹. Han estat descrites més de 80 característiques clíniques en persones amb SD, inclosos problemes cardíacs congènits, presents aproximadament en el 40% dels casos¹. Algunes de les característiques de l'SD poden afectar la pràctica d'exercici físic: hipotonia muscular, hipermobilitat i hiperlaxitud de les articulacions, lleugera o moderada obesitat, sistema respiratori i cardiovascular poc desenvolupat, estatura baixa i braços i cames curts en relació al tronc^{2,3}.

En general, les persones amb SD tenen una condició cardiorespiratòria deficient, i arriben a assolir valors més baixos de consum d'oxigen pic (VO_{2pic}) comparats amb persones de la seva mateixa edat i sexe sense SD^{4,6}. A més, s'ha constatat que la condició cardiorespiratòria en l'adolescència pot condicionar la condició física en l'edat adulta i els diferents factors de risc associats, com hipertensió, hipercolesterolèmia, etc.⁷.

Alguns autors creuen que el VO_{2pic} de les persones amb SD podria estar limitat per l'efecte amortidor que exerceix la freqüència cardíaca màxima (FC_{max}) sobre la despesa cardíaca⁸ que està determinada pel volum sistòlic i l'FC. Així, una FC_{max} baixa pot comportar valors baixos de VO_{2pic} ⁹.

De la mateixa manera, les malformacions de les vies respiratòries pròpies dels subjectes amb SD produeixen una reducció de la capacitat cardiorespiratòria i, per tant, podrien limitar el VO_{2pic} ¹⁰.

Els baixos nivells de força i massa magra i alts nivells de massa grassa podrien explicar també el baix VO_{2pic} de les persones amb SD^{6,11-14}.

El comportament sedentari propi de persones amb SD, com a conseqüència de les patologies metabòliques, de l'obesitat i fins i tot de la sobreprotecció paterna, és un altre factor que podria afectar la condició cardiorespiratòria¹⁵⁻¹⁷.

En definitiva, la combinació de sedentarisme, baixa FC_{max} , característiques anatomofisiològiques i composició

corporal són alguns dels principals causants de la baixa condició cardiorespiratòria de les persones amb SD^{6,18}.

Està demostrat que els programes d'entrenament aeròbic milloren la capacitat cardiorespiratòria de la població sense SD^{19,20}, però no se sap amb certesa l'efecte que aquests programes tenen en les persones amb SD⁶. Diversos autors han analitzat l'efecte de diferents programes d'entrenament en adolescents i adults amb SD, i n'han obtingut resultats poc concloents. Per una banda, en adults amb SD, Rimmer et al.²¹, Mendonca et al.²² i Pitetti i Tan²³ van trobar millores significatives en el VO_{2pic} després del període d'entrenament. Això no obstant, Millar et al.²⁴ i Varela et al.²⁵ no van trobar modificacions significatives del VO_{2pic} d'adolescents i adults joves amb SD després de l'entrenament.

Per tant, l'objectiu d'aquest estudi fou determinar si els adolescents amb SD són capaços de millorar la condició cardiorespiratòria mitjançant un programa d'entrenament aeròbic de dues sessions setmanals, d'una hora de durada durant 36 setmanes.

Mètodes**Participants**

Dinou participants (10 noies) amb SD, d'entre 6 i 24 anys, van prendre part a l'estudi. Tant els pares com els participants foren informats de l'objectiu i els procediments de l'estudi, així com dels seus possibles riscos i beneficis. S'obtingué un consentiment informat de tots els subjectes i dels seus pares o tutors. L'estudi es realitzà d'acord amb la Declaració d'Helsinki de 1961 (revisió d'Edimburg de 2000) i fou aprovat pel Comitè d'Ètica en Investigació de la Comunitat d'Aragó (CEICA).

Valoració antropomètrica

Per determinar les mesures antropomètriques s'utilitzaren les normes, recomanacions i tècniques de mesurament de

Taula 1 Característiques descriptives dels participants

	Preentrenament			Postentrenament		
	Total n = 19 Mitjana ± DE	Nois n = 9 Mitjana ± DE	Noies n = 10 Mitjana ± DE	Total n = 19 Mitjana ± DE	Nois n = 9 Mitjana ± DE	Noies n = 10 Mitjana ± DE
Edat (anys)	14,0 ± 5,9	13,3 ± 4,2	14,7 ± 7,2	14,6* ± 5,9	13,9* ± 4,2	15,2* ± 7,2
Talla (cm)	133,7 ± 15,1	140,7 ± 12,8	127,3 ± 14,8	135,1* ± 14,9	142,6* ± 11,8	128,3 ± 14,5
Pes (kg)	38,8 ± 13,1	40,0 ± 13,0	37,8 ± 13,8	39,6* ± 12,2	40,6 ± 11,7	38,7 ± 13,1
IMC (índex de massa corporal)	21,1 ± 4,2	19,7 ± 3,0	22,4 ± 4,8	21,2 ± 3,9	19,6 ± 2,8	22,7 ± 4,3

* $p \leq 0,05$ entre preentrenament i postentrenament.

la International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK)²⁶.

Tots els subjectes, descalços i amb la mínima roba possible, foren pesats en un bàscula amb precisió 0,1 kg (SECA 861, SECA, Hamburg, Alemanya) i mesurats amb un tallímetre amb precisió 0,1 cm (SECA 225, SECA, Hamburg, Alemanya).

Valoració de la condició cardiorespiratòria

Abans de realitzar la prova d'esforç es féu una revisió medicoesportiva que incloïa: anamnesi, electrocardiograma en repòs, pressió arterial, exploració física i ecocardiograma. També es constatà si prenién medicaments o substàncies que poguessin interferir en els resultats. Les proves es dugueren a terme a la tarda i els subjectes no havien entrenat el dia anterior.

Tots els participants realitzaren una ergoespirometria en cinta de córrer (EnTred, Enrafnonius, Rotterdam, Països Baixos). Durant la prova es mesurà l'intercanvi de gasos amb un espiròmetre de circuit obert respiració a respiració (MedGraphics, CPX/EXPRESS, Minnesota, EUA). Es registren el VO_{2pic} , la ventilació pic (VE_{pic}) i el quocient respiratori (QR) com les mitjanes més altes obtingudes en períodes de 15 s. També es registraren aquests paràmetres en repòs, a 4 km h⁻¹, 4,8 km h⁻¹ i durant els 3 primers minuts de la recuperació.

Per realitzar la prova se seguí el protocol proposat per Fernhall⁴, es començà a una velocitat de 3,2 km h⁻¹ i 0% de pendent, llevat dels subjectes menors de 12 anys, en què es començà a una velocitat de 2,8 km h⁻¹. La velocitat s'incrementà 0,8 km h⁻¹ cada 3 min fins assolir els 5,6 km h⁻¹, i, posteriorment, s'augmentà el pendent de la cinta un 4% cada minut fins al final de la prova.

Es recollí la freqüència cardíaca durant l'ergoespirometria mitjançant el registre d'electrocardiograma de 12 derivacions (Hellige, Servimed, Alemanya).

Protocol d'entrenament

L'entrenament consistí en 30 setmanes, amb dues sessions per setmana d'una hora de durada, estructurades en dos blocs: natació i diferents esports (atletisme, handbol, futbol, bàsquet o voleibol). L'activitat estava, en tot moment,

adaptada a cada subjecte; van treballar a una intensitat entre el 60 i el 75% del VO_{2pic} , comprovat amb pulsòmetres (Polar® 810i). Hi havia un monitor per cada 5 subjectes.

Estadística

Les dades es mostren com a mitjana ± desviació estàndard (DE). Totes les variables oferien una distribució normal (test de Kolmogorov-Smirnov); tanmateix, degut a la grandària de la mostra s'optà per realitzar proves no paramètriques.

S'utilitzà el test U de Mann-Whitney per avaluar les diferències entre sexes i el de Wilcoxon-Cox per avaluar canvis entre els moments pre i postentrenament.

Les anàlisis es realitzaren amb el paquet estadístic SPSS (versió 15.0 per a Windows). Es prengué com a nivell de significació $p \leq 0,05$.

Resultats

Les dades descriptives dels participants es troben a la taula 1. No s'observaren diferències significatives entre sexes.

A l'avaluació preentrenament els nois obtingueren valors més alts de VO_{2pic} i velocitat màxima que les noies (en totes dues $p \leq 0,05$; taula 2).

Si s'analitza la mostra completa sense dividir per sexes, s'observen increments del VO_{2pic} , VE_{max} , temps màxim d'exercici i pendent màxim, i una disminució del VO_2 després d'un minut de recuperació i el QR comparant els moments pre i postentrenament (totes $p \leq 0,05$; taula 2).

Els nois, després de l'entrenament, van incrementar el VO_{2pic} , el pendent màxim i el temps màxim d'exercici, mentre que van disminuir el VO_2 després d'1 min de recuperació si es compara amb l'avaluació preentrenament (totes $p \leq 0,05$; tabla 2).

Les noies, després de l'entrenament, van incrementar el VO_{2pic} , el VO_2 a 4,8 km h⁻¹ i el pendent màxim, i van disminuir el QR si es compara amb l'avaluació preentrenament (totes $p \leq 0,05$; taula 2 i fig. 1).

A l'avaluació postentrenament, els nois van mostrar una major velocitat màxima i una FC a 4,8 km/h menor que les noies (ambdues $p \leq 0,05$; taula 2 i fig. 2).

Taula 2 Valors de condició cardiorespiratòria preentrenament i postentrenament

	Preentrenament			Postentrenament		
	Total	Nois	Noies	Total	Nois	Noies
	n = 19 Mitjana ± DE	n = 9 Mitjana ± DE	n = 10 Mitjana ± DE	n = 19 Mitjana ± DE	n = 9 Mitjana ± DE	n = 10 Mitjana ± DE
FC repòs (batecs/min)	81 ± 16	78 ± 18	85 ± 15	81 ± 13	79 ± 15	83 ± 12
VO ₂ en repòs (ml/kg/min)	5,4 ± 2,1	4,5 ± 1,7	6,0 ± 2,1	5,9 ± 1,8	6,1 ± 1,8	5,7 ± 1,8
Quocient respiratori pic	0,86 ± 0,08	0,85 ± 0,07	0,87 ± 0,10	0,79# ± 0,05	0,79# ± 0,06	0,80# ± 0,04
Temps màxim d'exercici (min)	17,1 ± 3,5	17,8 ± 3,7	16,5 ± 3,4	19,3# ± 3,9	21,1# ± 3,9	17,7 ± 3,2
FC màxima	158 ± 19	161 ± 14	155 ± 23	164 ± 13	166 ± 12	161 ± 15
Ventilació màxima (l/min)	33,9 ± 16,7	34,5 ± 17,2	33,5 ± 17,3	38,7# ± 16	43,7 ± 16,4	34,3 ± 15,1
FC després 1 min de recuperació (bat/min)	117 ± 21	122 ± 25	111 ± 16	126 ± 18	131 ± 19	121 ± 17
Velocitat màxima (km/h)	4,9 ± 0,9	5,4* ± 0,7	4,5 ± 0,9	4,9 ± 0,8	5,3* ± 0,6	4,5 ± 0,7
Pendent màxim (%)	10,3 ± 5,7	12,0 ± 6,0	8,7 ± 5,1	16,8# ± 5,6	19,8# ± 3,1	14,2# ± 6,1

* p ≤ 0,05 entre nois i noies; # p < 0,05 entre preentrenament i postentrenament.
FC: freqüència cardíaca; VO₂: consum d'oxigen.

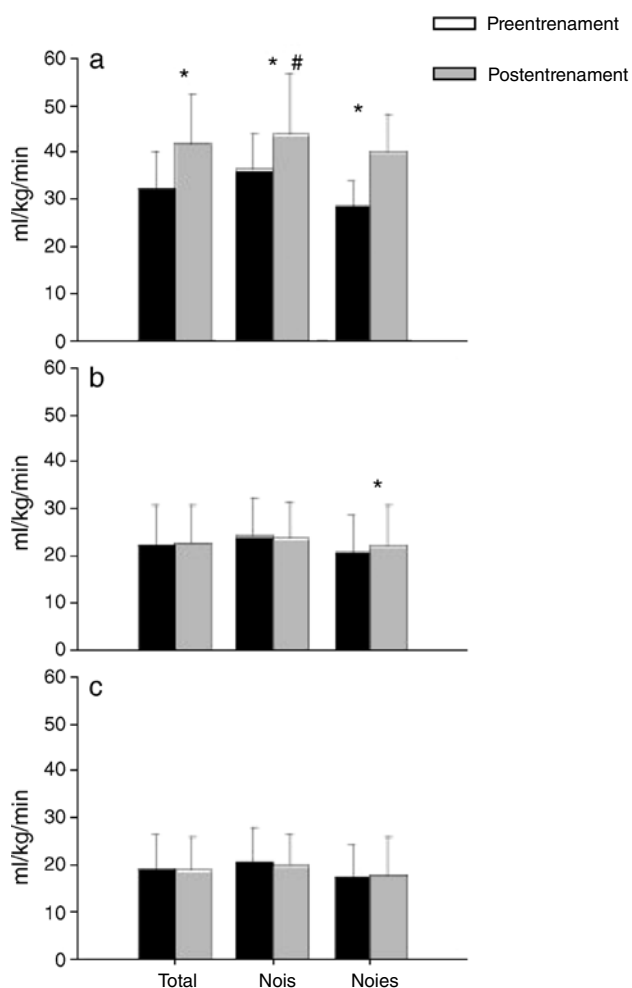


Figura 1 Valors de consum d'oxigen pic (a), a 4,8 km/h (b) i a 4 km/h (c). * p ≤ 0,05 entre pre i postentrenament; # p < 0,05 entre nois i noies.

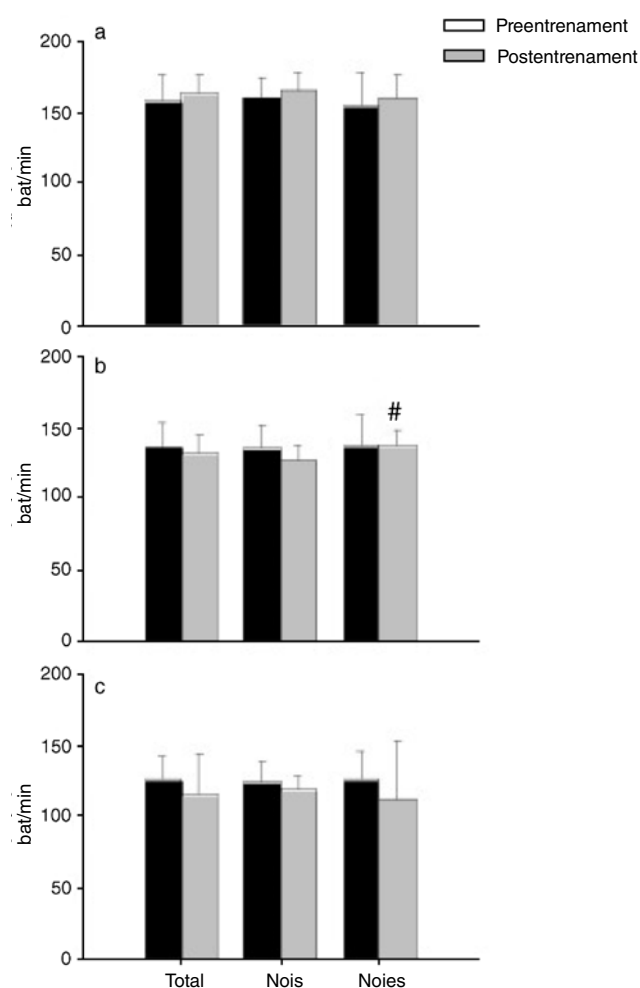


Figura 2 Valors de la freqüència cardíaca màxima (a), a 4,8 km/h (b) i a 4 km/h (c). # p < 0,05 entre nois i noies.

Discussió

La principal troballa d'aquest estudi és que els adolescents amb SD són capaços de millorar la condició cardiorespiratòria, incrementant significativament el VO_{2pic} , després de 36 setmanes d'exercici aeròbic.

Per tractar-se d'una intervenció durant el creixement, els canvis antropomètrics observats han d'interpretar-se tenint en compte les modificacions pròpies d'aquesta etapa.

El VO_2 és un indicador de l'estat cardiovascular i té una gran relació amb la salut adolescent⁷ i la malaltia a l'edat adulta²⁷. Hi ha diferències notables entre els nivells de VO_2 de les persones amb i sense SD; sense distinció d'edat, els subjectes amb SD mostren uns valors²⁸ entre 25-35 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$, enfront als 45-55 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ dels subjectes sans sense SD²⁹; els nostres participants també tenien aquests valors al començament de l'estudi. Aquests valors s'associen a risc cardiovascular elevat⁷ i limiten la capacitat funcional de les activitats quotidianes de les persones amb SD³⁰. En finalitzar els 6 mesos d'entrenament, el nostre grup d'adolescents amb SD incrementà significativament un 30% el VO_{2pic} fins a valors aproximadament de 42 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$, propers als de la població sense SD i considerats com a sans^{29,31}.

Les noies amb SD del nostre estudi augmentaren quasi un 40% el VO_{2pic} , enfront al 20% que havien millorat els nois; això pot ser degut al baix VO_{2pic} inicial de les noies, que per tant tenien un potencial major de millora.

A més, els participants del nostre estudi van millorar unes altres variables, com la VE_{max} (14%), el temps d'exercici (13%) i el pendent màxim (63%).

Totes aquestes dades concorden amb els treballs de Rimmer et al.²¹ i Mendonca et al.²² en adults amb SD. Tanmateix, no tots els estudis realitzats amb persones amb SD troben increments del VO_{2pic} dels seus participants^{24,25}, la qual cosa pot ser deguda a les diferents intensitats i durades dels programes d'entrenament.

Quant a les millores del rendiment, observem una tendència a la millora de l'FC amb una disminució de l'FC a 4 i 4,8 km/h (7,9 y 2,9%, respectivament) després de l'entrenament tant en els nois com en les noies, cosa que indica una millora de l'eficiència cardiovascular en càrregues submàximes, característica del tipus d'entrenament proposat.

En la mateixa línia que l'estudi de Baynard et al.³², els nostres participants mostraren una FC de repòs molt elevada (81 batecs/min), tant al començament com després del període d'entrenament. Els subjectes amb SD, a intensitats d'exercici submàximes, marquen una FC elevada³², probablement degut a què s'exerciten a una major intensitat relativa d'exercici, que pot ser conseqüència del desacoblament del sistema vegetatiu que altera els mecanismes de regulació de l'FC^{28,33,34}. Aquestes altes FC submàximes contrasten amb les baixes FC_{pic} que assolien 164 batecs/min, probablement degut —com assenyalen Guerra et al.⁵— a la seva incompetència cronotròpica.

El 14% d'increment de la VE_{max} dels nostres participants mostra similituds amb les dades de Mendonca et al.²² (30%) mentre que difereix dels de Millar et al.²⁴, que únicament van trobar una tendència de millora de la VE_{max} .

Diferents autors opinen que les millores obtingudes després de l'entrenament es deuen en gran part a factors

externs com la familiarització amb les proves, l'augment de la paciència²⁴, la reducció de l'ansietat³⁵, la millora de l'eficiència de la cursa o l'augment de motivació davant l'exercici a una intensitat elevada³⁶. En el nostre estudi els adolescents visitaren prèviament el laboratori i experimentaren amb totes les proves, per la qual cosa el possible efecte de familiarització minva o desaparegué abans de realitzar l'ergoespirometria.

La limitació principal d'aquest estudi és la falta d'un grup control, fet que no permet demostrar que les millores observades són únicament conseqüència de l'entrenament i no degudes als canvis fisiològics lligats al desenvolupament. Això no obstant, s'ha comprovat que el VO_2 dels nens no millora amb el creixement si són sedentaris³⁷.

És possible que amb un període d'entrenament aeròbic més perllongat i/o intens s'assoleixin els 42 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$, límit inferior en els subjectes sense patologia, però es necessiten més estudis i a intensitats d'exercici més altes per verificar aquest supòsit. Són necessaris més estudis amb adolescents amb SD en què s'apliquin programes d'exercici físic de major durada i que realitzin entrenaments a diferents intensitats per comprovar si es compleix aquesta hipòtesi.

Conclusió

Els adolescents amb SD són capaços de millorar la condició cardiorespiratòria després de 30 setmanes d'entrenament aeròbic de dues sessions per setmana a una intensitat entre el 60-75% del VO_{2pic} , i incrementen un 30% del VO_{2pic} i assoleixen valors propers als considerats com a saludables en la població sense SD.

Conflicte d'interessos

Els autors declaren que no tenen cap conflicte d'interessos.

Agraïments

Els autors agraeixen a tots els participants i als seus pares la participació i dedicació a aquest projecte. El treball ha estat subvencionat pel Govern d'Aragó (Projecte PM 17/2007) i pel Ministeri de Ciència i Innovació d'Espanya (Red de investigación en ejercicio físico y salud para poblaciones especiales-EXERNET-DEP2005-00046/ACTI).

Bibliografia

1. Pueschel SM. Clinical aspects of Down syndrome from infancy to adulthood. *Am J Med Genet Suppl.* 1990;7:52-6.
2. Pitetti KH, Climstein M, Mays MJ, Barrett PJ. Isokinetic arm and leg strength of adults with Down syndrome: A comparative study. *Arch Phys Med Rehabil.* 1992;73:847-50.
3. Peran S, Gil JL, Ruiz F, Fernandez-Pastor V. Development of physical response after athletics training in adolescents with Down's syndrome. *Scand J Med Sci Sports.* 1997;7: 283-8.

4. Fernhall B, Pitetti KH, Rimmer JH, McCubbin JA, Rintala P, Millar AL, et al. Cardiorespiratory capacity of individuals with mental retardation including Down syndrome. *Med Sci Sports Exerc.* 1996;28:366-71.
5. Guerra-Balic M, Cuadrado-Mateos E, Geronimo-Blasco C, Fernhall B. Physical fitness levels of physically active and sedentary adults with Down syndrome. *Adapt Phys Activ Q.* 2000;17:310-21.
6. González-Agüero A, Vicente-Rodríguez G, Moreno LA, Guerra-Balic M, Ara I, Casajus JA. Health-related physical fitness in children and adolescents with Down syndrome and response to training. *Scand J Med Sci Sports.* 2010;20:716-24.
7. Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, Sjostrom M. Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. *Int J Obes (Lond).* 2008;32:1-11.
8. Baynard T, Pitetti KH, Guerra M, Unnithan VB, Fernhall B. Age-related changes in aerobic capacity in individuals with mental retardation: A 20-yr review. *Med Sci Sports Exerc.* 2008;40:1984-9.
9. Guerra M, Gine-Garriga M, Fernhall B. Reliability of Wingate testing in adolescents with Down syndrome. *Pediatric Exercise Science.* 2009;21:47-54.
10. Bassett Jr. DR, Howley ET. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32:70-84.
11. Mercer VS, Lewis CL. Hip abductor and knee extensor muscle strength of children with and without Down syndrome. *Pediatr Phys Ther.* 2001;13:18-26.
12. Baptista F, Varela A, Sardinha LB. Bone mineral mass in males and females with and without Down syndrome. *Osteoporos Int.* 2005;16:380-8.
13. González-Agüero A, Villarroya MA, Vicente-Rodríguez G, Casajus JA. Masa muscular, fuerza isométrica y dinámica en las extremidades inferiores de niños y adolescentes con síndrome de Down. *Biomecánica.* 2009;17:46-51.
14. González-Agüero A, Ara I, Moreno LA, Vicente-Rodríguez G, Casajus JA. Fat and lean masses in youths with Down syndrome: Gender differences. *Research in Developmental Disabilities.* 2011;32:1685-93.
15. Sharav T, Bowman T. Dietary practices, physical activity, and body-mass index in a selected population of Down syndrome children and their siblings. *Clin Pediatr (Phila).* 1992;31:341-4.
16. Bricout VA, Guinot M, Faure P, Flore P, Eberhard Y, Garnier P. Are hormonal responses to exercise in young men with Down's syndrome related to reduced endurance performance? *J Neuroendocrinol.* 2008;20:558-65.
17. Frey GC, Stanish HI, Temple VA. Physical activity of youth with intellectual disability: Review and research agenda. *Adapt Phys Activ Q.* 2008;25:95-117.
18. Andriolo RB, El Dib RP, Ramos LR. Aerobic exercise training programmes for improving physical and psychosocial health in adults with Down syndrome. *Cochrane Database Syst Rev.* 2005;3:pCD005176.
19. Daniels JT, Yarbrough RA, Foster C. Changes in VO₂max and running performance with training. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1978;39:249-54.
20. Marti B, Howald H. Long-term effects of physical training on aerobic capacity: controlled study of former elite athletes. *J Appl Physiol.* 1990;69:1451-9.
21. Rimmer JH, Heller T, Wang E, Valerio I. Improvements in physical fitness in adults with Down syndrome. *Am J Ment Retard.* 2004;109:165-74.
22. Mendonca GV, Pereira FD. Influence of long-term exercise training on submaximal and peak aerobic capacity and locomotor economy in adult males with Down's syndrome. *Med Sci Monit.* 2009;15:CR33-9.
23. Pitetti KH, Tan DM. Effects of a minimally supervised exercise program for mentally retarded adults. *Med Sci Sports Exerc.* 1991;23:594-601.
24. Millar AL, Fernhall B, Burkett LN. Effects of aerobic training in adolescents with Down syndrome. *Med Sci Sports Exerc.* 1993;25:270-4.
25. Varela AM, Sardinha LB, Pitetti KH. Effects of an aerobic rowing training regimen in young adults with Down syndrome. *Am J Ment Retard.* 2001;106:135-44.
26. Norton K, Whittingham N, Carter L, Kerr D, Gore C, Marfell-Jones M. Antropométrica. En: Norton K, Olds T, editores. *Measurement techniques in anthropometry.* Sydney: UNSW; 1996. p. 22-75.
27. Paffenbarger Jr. RS, Blair SN, Lee IM. A history of physical activity, cardiovascular health and longevity: the scientific contributions of Jeremy N Morris, DSc, DPH, FRCP. *Int J Epidemiol.* 2001;30:1184-92.
28. Fernhall B, Otterstetter M. Attenuated responses to sympatho-excitation in individuals with Down syndrome. *J Appl Physiol.* 2003;94:2158-65.
29. Morgan DW, Bransford DR, Costill DL, Daniels JT, Howley ET, Krahenbuhl GS. Variation in the aerobic demand of running among trained and untrained subjects. *Med Sci Sports Exerc.* 1995;27:404-9.
30. Cowley PM, Ploutz-Snyder LL, Baynard T, Heffernan K, Jae SY, Hsu S, et al. Physical fitness predicts functional tasks in individuals with Down syndrome. *Med Sci Sports Exerc.* 2010;42:388-93.
31. The Cooper Institute for Aerobic Research. *FITNESSGRAM test administration manual.* Champaign: Human Kinetics; 1999.
32. Baynard T, Pitetti KH, Guerra M, Fernhall B. Heart rate variability at rest and during exercise in persons with Down syndrome. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004;85:1285-90.
33. Figueroa A, Collier SR, Baynard T, Giannopoulou I, Gouloupoulou S, Fernhall B. Impaired vagal modulation of heart rate in individuals with Down syndrome. *Clin Auton Res.* 2005;15:45-50.
34. Iellamo F, Galante A, Legramante JM, Lippi ME, Condoluci C, Albertini G, et al. Altered autonomic cardiac regulation in individuals with Down syndrome. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2005;289:H2387-91.
35. Fernhall B. Physical fitness and exercise training of individuals with mental retardation. *Med Sci Sports Exerc.* 1993;25:442-50.
36. Conley RW. Down syndrome: economic burdens and benefits of prevention. *Basic Life Sci.* 1985;36:35-59.
37. Vicente-Rodríguez G, Ara I, Perez-Gomez J, Dorado C, Calbet JA. Muscular development and physical activity as major determinants of femoral bone mass acquisition during growth. *Br J Sports Med.* 2005;39:611-6.