

Artículo de investigación científica y tecnológica

## ESTUDO COMPARATIVO DO VO<sub>2</sub> MAX. OBTIDO APÓS A APLICAÇÃO DE DOIS TESTES DE CAMPO EM JOVENS UNIVERSITÁRIOS EM 2600 METROS SOBRE O NIVEL DO MAR

*Comparative study of the VO<sub>2</sub> Max. obtained after the application of two  
field tests in young university at 2600 meters above the sea level*

*Estudio comparativo del VO<sub>2</sub> Max. obtenido después de la aplicación de dos pruebas  
de campo en jóvenes universitarios a 2600 metros sobre el nivel del mar*

---

\*Isabel Adriana Sánchez Rojas, M.Sc.  
\*Héctor Reynaldo Triana Reina, M.Sc.  
\*Laura Elizabeth Castro Jiménez, M.Sc.  
\*\*Adriana Rocío Gutiérrez Galvis, M.Sc.  
\*\*Jaime Orlando Rodríguez Peña, M.Sc.  
\*\*Leonardo Rodríguez Perdomo, M.Sc.  
Jaime Sneyder Barón, Esp.

---

\*Universidad Santo Tomás

\*\*Centro de Formación en Actividad Física y Cultura SENA

Recepción: 03/04/19 Aceptación: 20/05/19

### Resumo

Comparar o VO<sub>2</sub> Max. obtido após a aplicação de dois testes de campo em 2600 metros sobre o nível do mar. **Metodologia:** Estudo descritivo e transversal, realizado com 185 jovens universitários treinados, com um nível mínimo de treinamento de três vezes por semana ou praticantes de alguma disciplina esportiva por mais de um ano. Foram utilizados como os testes: teste de Cooper (CRT) e teste de Course Navette (SRT-20m). **Resultados:** O promedio de idade dos participantes foi de 20,3 ± 2,0; no teste de CRT, o VO<sub>2</sub> Max. promedio obtido foi de 38,3 ± 10 ml/kg/min para os dois sexos, enquanto no SRT- 20m foi de 53 ± 6,5 ml/kg/min para os dois gêneros. **Conclusões:** O VO<sub>2</sub> Max. pela CRT foi significativamente menor (p= 0,00) que o VO<sub>2</sub> Max. atingido no SRT-20m. O CRT subestima os valores de VO<sub>2</sub> Max. em jovens adultos treinados que vivem a 2600 msnm.

**Palavras-chave:** Consumo de oxigênio, testes de aptidão, hipóxia, altitude (fonte: DeSC, BIREME).



## Abstract

Compare the  $VO_2$  Max. obtained after the application of two field tests at 2,600 meters above sea level. **Methodology:** Descriptive and cross-sectional study carried out in 185 trained young university students with a minimum training three times a week or practitioners of some sports discipline for more than a year. To obtain the  $VO_2$  Max. the Cooper Test (CRT) and the Course Navette or Leger Test (SRT-20m) were used as field tests. **Results:** The average age of the participants was  $20,3 \pm 2,0$ ; in the CRT test the average  $VO_2$  Max. obtained was  $38,3 \pm 10$  ml/kg/min for both genders while the SRT-20m was  $53 \pm 6,5$  ml/kg/min for both sexes.  $VO_2$  Max. per-CRT, is significantly lower ( $p=0,00$ ) than the  $VO_2$  Max. obtained through the SRT-20m. **Conclusions:** The CRT underestimates the values of  $VO_2$  Max. in trained young adults living at 2,600 m.a.s.l.

**Keywords:** oxygen consumption, aptitude tests, training, altitude (source: DeSC, BIREME).

---

## Resumen

Comparar el  $VO_2$  Max. obtenido en jóvenes universitarios entrenados, tras la aplicación de dos pruebas de campo a 2600 metros sobre el nivel del mar. **Metodología:** Estudio descriptivo transversal realizado en 185 jóvenes con un nivel de mínimo de entrenamiento de tres veces por semana o practicantes de alguna disciplina deportiva por más de un año. Se emplearon como pruebas: Test de Cooper (CRT) y Test de Course Navette (SRT-20m). **Resultados:** La edad promedio de los participantes fue  $20,3 \pm 2,0$ ; en la prueba de CRT el  $VO_2$  Max. promedio obtenido fue de  $38,3 \pm 10$  ml/kg/min para ambos géneros mientras que en el SRT-20m fue de  $53 \pm 6,5$  ml/kg/min. El  $VO_2$  Max. por CRT, es significativamente menor ( $p=0,00$ ) que el  $VO_2$  Max. alcanzado por SRT-20m. **Conclusiones:** El CRT subestima los valores del  $VO_2$  Max. en adultos jóvenes entrenados que habitan a 2600 msnm.

**Palabras clave:** consumo de oxígeno; pruebas de aptitud; entrenamiento; altitud (fuente: DeSC, BIREME).

---

## Introdução

O consumo máximo de oxigênio está relacionado com a quantidade ou volume máximo de oxigênio que pode transportar o nosso organismo em um minuto; para que isso seja atingido, é necessária uma homeostase adequada entre os fatores fisiológicos, tais como: o funcionamento adequado do sistema cardiovascular e pulmonar, o equilíbrio ácido-base (pH), o potencial dos eritrócitos e sua capacidade de transporte de forma otimizada oxigênio no sangue, assim como da afinidade do oxigênio para a hemoglobina, bem como a capacidade do tecido de extrair o que foi dado (Bazán, 2014).

Embora seja verdade, o  $VO_2$  Max. é um indicador que só é expresso em intensidade máxima de exercício durante a realização de atividade física vigorosa, onde o organismo prova a capacidade de gerar energia a partir do uso de vias oxidativas; em condições normais, aumentando proporcionalmente (com o aumento da atividade física) o gasto energético que implica (Astrand, Rodahl, Dahl, Stromm, 2010). As variáveis que podem – se modificar (aspectos específicos do sujeito), tais como a idade, o sexo, o genótipo, o peso corporal de um indivíduo, assim como os estudos que demonstram a correlação entre o ganho de peso e um redução do  $VO_2$  Max. No estudio realizado pela (Fernández et al., 2018) onde correlacionou  $VO_2$  Max., porcentagem de gordura corporal em estudantes universitários, verificou-se que uma maior massa muscular é evidenciada níveis mais elevados de  $VO_2$  Max; Isso também é corroborado por (Guevara e Barrera, (2010; Pérez e Rojas, 2014), aqueles que afirmam que quando uma pessoa está com sobrepeso ou obesidade e diminui em peso por qualquer método, seu  $VO_2$  máx pode aumentar. Até aos 25 anos de idade; Agora, com relação ao sexo, há uma diferença entre homens e mulheres, que está sujeita a fatores genéticos, hormonais, limiares metabólicos e as concentrações de hemoglobina, os quais são maiores no sexo masculino (Martínez, 2004).

Alguns testes de campo avaliam o  $VO_2$  Max. onde CRT e SRT-20m têm sido os testes mais reconhecidos e aplicados ao longo de décadas, encontrando como parte do problema de que os dois testes mostram diferenças significativas nos valores de  $VO_2$  Max. obtidos, o que pode estar associado ao objetivo de cada teste, uma vez que a CRT avalia a resistência aeróbia e SRT-20m avalia a potência aeróbia.

Portanto, o objetivo do presente estudo é comparar o  $VO_2$  Max. obtido em estudantes universitários que moram em uma altitude de 2600 m sobre o nível do mar, após a aplicação de dois testes de campo, uma vez que alguns estudos mostraram que a CRT subestima os valores do  $VO_2$  Max., enquanto o SRT- 20m é o teste que mais

se aproxima ao realidade metabólica dos sujeitos (García et al, 2016; Biagi, 2013).

Em altitudes moderadas, há uma diminuição no  $VO_2$  Max, associada à da diminuição da pressão barométrica assim como à dificuldade de capturar e transportar oxigênio para a unidade mitocondrial da fibra muscular, com implicações no limiar ventilatório e aumentos significativos da  $PaCO_2$ , que levam à acidificação do ambiente interno das células, o que aumentaria o esforço percebido pelos sujeitos (León et al, 2015; Martínez, 2004).

## Materiais e métodos

### Sujeitos de estudo

O grupo de sujeitos de estudo teve em conta 185 indivíduos (153 homens e 32 mulheres), universitários, residentes a 2600 metros acima do nível do mar, sem antecedentes ou restrições médicas que os impedissem de participar do teste; com um nível mínimo de treinamento de 3 vezes por semana ou praticantes de alguma disciplina esportiva por mais de um ano; O promedio de idade dos participantes foi de  $20,3 \pm 2,0$ , que participaram voluntariamente do estudo e foram selecionadas por intenção. Deve-se notar que a diferença numérica entre homens e mulheres foi devida aos participantes selecionados pertencentes à faculdade de Cultura Física Esporte e Recreação da Universidad Santo Tomás, principalmente do sexo masculino.

Para a aplicação dos testes nos alunos, foi necessário o aval do comitê de ética da Universidade Manuela Beltrán com o número de referência 18-0918-2017, no âmbito do acordo de Ensino-Pesquisa com a Universidad Santo Tomás. Cada participante foi informado sobre o objetivo do estudo e foi necessária a assinatura (por cada sujeito de estudo) do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, considerando as diretrizes éticas e normativas da Declaração de Helsinki (1961), na qual estabelece a normatividade ética e rigorosa com respeito aos processos investigativos em seres humanos, bem como a Resolução 8430 (1993), mediante a qual se estabelecem as normas científicas, técnicas e administrativas para a investigação em Saúde na Colômbia.

Da mesma forma, foi utilizado um delineamento metodológico não experimental de âmbito descritivo transversal, a fim de estabelecer o consumo de oxigênio após a aplicação dos testes de Cooper (CRT) e do Teste de Léger (SRT-20m); testes onde houve uma margem de 8 dias de aplicação entre cada um para cumprir os procedimentos metodológicos.

Para a estimativa do  $vo_2$ máx, o teste de Cooper (CRT) foi aplicado em uma faixa atlética (400 m), delimitada a cada 100 m com o objetivo de verificar a distância real obtida durante os 12 minutos de execução. A estimativa do  $VO_2$ Max foi realizada a equação ( $22.351 \times$  distância (km) -  $11.288$ ). Destacando que é um dos primeiros testes desenvolvidos para estimar o  $VO_2$ max indiretamente, fácil de aplicar e com boa confiabilidade apoiada em vários artigos (Alvero, Giráldez & Carnero, 2017).

O teste de Leger (SRT-20m) foi realizado no campo aberto; o teste foi dado ao local com uma velocidade inicial de 8,5 km/h, aumentando 0,5 km/h para cada minuto que foi controlado pelo indicador de velocidade de áudio. A estimativa do  $VO_2$ Max foi desenvolvida a fórmula ( $5.857 \times$  velocidade (km/h) -  $19.458$ ). (García & Secchi, 2014).

## Antropometria

As medidas antropométricas utilizadas para caracterizar a população foram o massa corporal, a altura (ou estatura) e o índice de massa corporal por bioimpedância. O peso corporal foi avaliado utilizando a balança SC 331S da escala de escala Tanita®. A estatura foi avaliada com um medidor portátil de altura SECA® 213.

## Testes para estimativa indireta de $VO_2$ Max.

O teste de Cooper (CRT) de 12 minutos foi executado em uma pista de atletismo (400 m), que foi demarcada a cada 100 m para estabelecer a distância real percorrida. Os participantes foram instruídos a executar a pista em seu ritmo individual durante o teste de 12 minutos. O cálculo para estimar o  $VO_2$  Max. foi feito sob a equação ( $22.351 \times$  Distância (Km.) -  $11.288$ ) (Cooper, 1968).

O desempenho do Course Navette e do teste Leger (SRT-20m) foi realizado em campo coberto; a velocidade inicial foi de 8,5 km/h, com aumento de 0,5 km/h a cada minuto. O áudio gravado foi utilizado como parâmetro de controle para o aumento da velocidade. Para o cálculo do  $VO_2$  Max. foi aplicada a fórmula  $5.857 \times$  Velocidade (Km/h) -  $19.458$  (Léger et al. 1988).

## Análise estatística

Inicialmente, para as variáveis quantitativas, foram realizadas estatísticas descritivas especificando

medidas de tendência central e dispersão. Para confirmar a normalidade dos dados, aplicou-se o teste de Kolmogorov Smirnov, constatando-se que as variáveis têm distribuição normal, por esse motivo os testes estatísticos a serem utilizados correspondem aos testes paramétricos. As análises foram realizadas utilizando o SPSS® versão 25 para Mac. Para fazer a comparação entre o  $VO_2$  Max. obtido pelo CRT, assim como o obtido no SRT-20m, utilizou-se o teste T para amostras relacionadas, que foi considerado significativo com valor de  $p < 0,05$ .

## Resultados

Concordando com os resultados obtidos, pode-se estabelecer que a idade média dos participantes é de  $20,3 \pm 2,0$ ; o peso média é de  $66,2 \pm 10,0$ kg; a estatura média é de  $169 \text{ cm} \pm 0,7 \text{ cm}$  e finalmente o índice de massa corporal média é de  $22,9 \pm 2,5$  kg, o que indica que, em promédio, os participantes estão em um peso normal com risco muito baixo para a saúde, de acordo com a American Heart Association (2013). Da mesma forma, a Tabela 2 amostra os valores obtidos do  $VO_2$  Max. indireto estimado após a aplicação dos testes de campo CRT e SRT-20m.

Os resultados obtidos pela aplicação dos testes antes mencionados, indicaram que no teste de CRT, a  $VO_2$  Max. promédio obtido indiretamente foi de  $38,3 \pm 10$  ml/kg/min para os dois sexos, o que seria equivalente à distância percorrida de 2.200 metros, indicando que o nível de condição física dos participantes estão em um normopeso, de acordo com a associação americana do coração (AHA), catalogándolos com risco de saúde muito baixo (Hubbard et al, 2013). Da mesma forma, o  $VO_2$  Max. obtido no teste de campo SRT-20m foi de  $53 \pm 6,5$  ml/kg/min, para os dois sexos, indicando que o nível de potência aeróbica dos participantes encontra-se em um nível excelente.

**Tabela 1.** Características gerais da população (n = 185)

| Variáveis                | Meia | DP   | Mínimo | Máximo |
|--------------------------|------|------|--------|--------|
| Edad (años)              | 20,3 | 2,0  | 17     | 29     |
| Peso (kg)                | 66,2 | 10,0 | 40,0   | 95,0   |
| Talla (cm)               | 169  | ,07  | 145    | 194    |
| IMC (kg/m <sup>2</sup> ) | 22,9 | 2,5  | 15,7   | 31,3   |

DP= Desvío Padrão

IMC= Índice de massa corporal

**Tabela 2.** Comparação entre o VO<sub>2</sub> Max. obtido (ml.kg-1.min-1) para CRT e SRT-20m

|         | Meia | DP   | Mínimo | Máximo |
|---------|------|------|--------|--------|
| CRT     | 38,3 | 10,7 | 16,0   | 69,0   |
| SRT-20m | 53,1 | 6,5  | 36,2   | 80,1   |

DP= Desvio Padrão

CRT= Teste Cooper

SRT-20m= Teste Leger

De acordo com a anterior tabela (tabela 2), observa-se que o VO<sub>2</sub> Max. obtido pelo CRT é significativamente menor ( $p < 0,00$ ) quando comparado com o VO<sub>2</sub> Max. atingido pelo SRT-20m, resultados que são bem importantes, se considerarmos que os sujeitos avaliados treinaram ou praticaram alguma disciplina esportiva em promédio 3 vezes na semana.

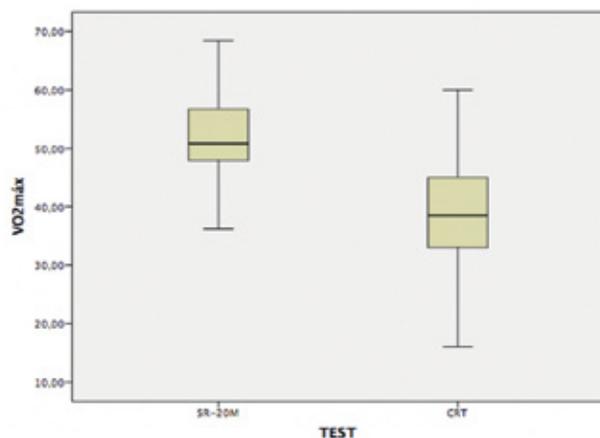


Figura 1. Relação entre o VO<sub>2</sub> Max. no CRT Vs. SRT-20m

Em conformidade com a Figura 1, é possível estabelecer porque a SRT-20m apresenta valores mais elevados de Vo2max, o que pode estar associado com o objetivo disso é estabelecer o poder aeróbio, que difere significativamente com o objetivo da CRT. Por outro lado, a estimulação sonora afeta que há uma variação no tempo e na velocidade de execução do participante, o que levaria a uma maior concentração e reduziria a falta de motivação do sujeito; Ao contrário do que acontece com a CRT, onde a invariabilidade existente no teste, pode tornar-se monótona, por vezes, e só se concentraria na avaliação de uma quantidade de trabalho realizado, independentemente do tempo, velocidade e distância percorrida (Simonson, 2015; Roberts, 2003; Vargas, 2014).

## Discussão

De acordo com os valores obtidos no teste de Cooper, pode-se dizer que o CRT pode subestimar os valores resultantes do VO<sub>2</sub> Max, uma vez que é um ensaio contínuo onde nenhum controle associada factores externos ambientais ou de cada participante. Em contraste com o expressado por Duperly, Serrato, Forero y Lobello (2004), que afirmou que, acima de 1.500 m de alturas acima do nível do mar, um quadro de hipoxia hipobárica é gerado, com uma redução significativa dos valores obtidos de VO<sub>2</sub> Max., uma vez que induz a compensação parcial, que leva a uma depleção de oxigênio ao músculo activo, sendo essa é uma das premissas que poderia explicar esse fenômeno. A redução do VO2 Max em estatura é explicada pela hipoxia hipobárica dos sujeitos estudados, levando-se em conta os vários controles que estão na aplicação dos testes como humor, desidratação, temperatura, doenças ou alergias e entre outros fatores que estão diretamente relacionados aos atletas, estes podem gerar mudanças nos resultados dos testes realizados (Mercado et al. 2018), e também com base em outras pesquisas Mercado et al (2018) apoiam que “para um Altitude de 2000-2500 masl, o consumo máximo de oxigênio diminui em 12-15%, o que é determinado principalmente pela diminuição da pressão parcial de oxigênio no ar inspirado” (p. 15).

Em vista do acima exposto, é necessário que esta evidência seja corroborada com evidência de consumo directo no laboratório, em ambientes controlados e extrapolada de uma vez só, com populações que vivem ao nível do mar, de modo que permita estabelecer mais correlações significativas.

A análise da resistência aeróbia permite determinar no sujeito sua capacidade de tolerar atividades de forma otimizada, prolongada e contínua sem atingir o limiar de fadiga rapidamente (De campos et al, 2019), situação evidenciado em esportes ou atividades cíclicas; para o caso do SRT-20m, a avaliação do VO<sub>2</sub> Max é obtida por constantes variáveis básicas, como velocidade e tempo, por isso pode-se dizer que a velocidade com que o trabalho é feito é fundamental para obter maior poder. Em outras palavras, o poder aeróbio é uma qualidade condicional na qual a resistência do indivíduo pode ser estabelecida a partir de atividades de natureza variada, aumentando sua intensidade até atingir sua capacidade máxima de assimilação e manutenção (Simarro, 2018).

O estudo realizado por Bandyopadhyay (2015), apóia os resultados obtidos, desde a avaliação realizada (do CRT) a 30 homens da Índia, concluindo que o CRT só era aplicável para estabelecer a condição cardiorrespiratória em jovens sedentários. Em contraste com o acima

descrito por Penry et al (2011), no seu estudo o qual, depois de comparar quatro testes em campo mostraram a tendência de CRT para subestimar a  $VO_2$  Max dos sujeitos com menos adaptações físicas, e sobrestimar os valores daqueles com melhor condicionamento aeróbico ( $r= 0,12$ ,  $p= 0,70$ ), o que amostra que este teste avalia os indivíduos da mesma maneira, independentemente de o  $VO_2$  Max. seja baixo ou alto.

O presente estudo permitiu comparar o  $VO_2$  máximo Obtido em jovens universitários em 2600 m acima do nível do mar, durante a aplicação de dois testes de campo (CRT e SRT-20m) considerados ferramentas avaliativas que têm potencial para estabelecer o  $VO_2$  máx; no entanto, a CRT estabelece resistência aeróbia enquanto SRT-20m determina o poder aeróbio; Apesar de os dois conceitos parecerem semelhantes, é necessário definir que a resistência aeróbia valoriza a quantidade total de trabalho realizado sem levar em conta o fator tempo, aspecto que é avaliado de forma assertiva utilizando a CRT.

Da mesma forma, estabelecer porquê os valores do  $VO_2$  Max. obtidos na realização do SRT-20m são mais elevados, pode-se associar com a estimulação sonora, que por sua vez leva a uma variação no tempo, assim como a variações na velocidade de execução de cada participante, o que levaria por sua vez, a uma maior concentração ou a uma redução da falta de motivação do sujeito; Ao contrário do que acontece com o CRT onde a invariabilidade no teste não existe, se tornando monótono e se-focando apenas na avaliação de uma quantidade de trabalho realizado, independente do tempo, velocidade e distância percorrida (Nassis et al, 2010; Chauvet, 2004).

## Conclusões

A CRT subestima os valores de  $VO_2$  Max. em jovens adultos treinados que vivem a 2600 m acima do nível do mar. Recomenda-se contrastar o CRT e o SRT-20m com testes ergoespiométricos diretos, ao mesmo tempo em que medições específicas devem ser geradas para a população que vive nessas altitudes.

---

## Bibliografía

- Alvero, C. J. R., Giráldez, G. M. A. & Carnero, E. A. (2017). Reliability and accuracy of Cooper's test in male long distance runners. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 10(2), 60-63. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.ramd.2016.03.001>
- Astrand PO, Rodahl K, Dahl H, Stromm S. (2010). Manual de fisiología do exercício. Barcelona: Paidotribo; ISBN 9788499100128.
- Bandyopadhyay, A. (2015). Validity of 20 meter multi-stage shuttle run test for estimation of maximum oxygen uptake in female university students. *Indian Journal of Physiology and Pharmacology*, 57(1), 77–83. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24020102>
- Bazán, N. (2014). Consumo de oxigênio. Definição e características. *ISDe Sports Magazine – Rev. Entrenamiento*, 6(20), 1-6. Recuperado de: <http://www.isde.com.ar/ojs/index.php/isdesportsmagazine/article/viewFile/109/127>
- Batista, Mariana Biagi, Cyrino, Edilson Serpeloni, Milanez, Vinícius Flávio, Silva, Manuel João Coelho e, Arruda, Miguel de, & Ronque, Enio Ricardo Vaz. (2013). Estimativa do consumo máximo de oxigênio e análise de concordância entre medida direta e predita por diferentes testes de campo. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 19(6), 404-409. <https://dx.doi.org/10.1590/S1517-86922013000600005>
- Cooper K. H. A (1968). Means of Assessing Maximal Oxygen Intake: Correlations Between Field and Treadmill Testing. *Journal of the American Medical Association*, 203(3), 201-4. <https://dx.doi.org/10.1001/jama.1968.03140030033008>
- Chauvet Ferrero, M.V. (2004). Comparação de teste: Cooper y Rockport. *Rev. Internacional de Medicina e Ciências da Atividade Física e do Esporte*, 4 (1), 144-162. Recuperado de: <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista14/artcompara.htm>
- De Campos, L. F. C. C., da Luz, L. M. R., Rocha, C. E. L., Nogueira, C. D., Roca, V. L., & Gorla, J. I. (2019). Validation of Test Studies for the Analysis of Aerobic Power in Tetraplegic Athletes. *Apunts. Educació Física i Esports*, (135), 68-81. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es>
- Declaração de Helsínki. (2001). Princípios éticos para pesquisa médica em humanos. 52ª Assembléia Geral de Edimburgo, Escócia. *Revista Medical Gazzete do México*, 137 (4), 387–390.

- Duperly, J., Serrato, M., Forero, N., Lobello, F. (2004). Validación de tres evaluaciones indirectas del  $\text{VO}_2$  Max. a 2600 m de altitud en jóvenes sedentarios, CVE, Congreso Pre- Olímpico Atenas
- Fernández Sánchez, M. (2004). Análisis de los resultados del salto horizontal sin impulso entre hombres y mujeres en una población escolar de 12 a 18 años en Cádiz capital. *Efdeportes.com*, 1.
- García-García AM, Ramos-Bermúdez S, Aguirre OD. (2016). Calidad científica de las pruebas de campo para el cálculo del  $\text{VO}_2$ Max. *Revisión Sistemática. Rev Cienc Salud*, 14 (2), 247-60.
- García, G. C. & Secchi, J. D. (2014). Test de course navette de 20 metros con etapas de un minuto. Una idea original que perdura hace 30 años. *Apunts Medicina de l'Esport*, 49(183), 93-103. Recuperado de <https://www.apunts.org/es-test-course-navette-20metros-con-articulo-X0213371714492019>
- Guevara W. & Barrera R. (2010). Perfil, fitness de la comunidad de la Universidad de los Llanos. Determinación del estado de la resistencia aeróbica en la comunidad de la Universidad de los Llanos. Villavicencio: Universidad de los Llanos.
- Hubbard VS, Lee I-M, Lichtenstein AH, Loria CM, Millen BE, Nonas CA, Sacks FM, Smith SC Jr., Svetkey LP, Wadden TA, Yanovski SZ. (2013). AHA/ ACC guideline on lifestyle management to reduce cardiovascular risk: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *Circulation*, 129 (suppl 2): S76-S99.
- Léger, L. A., Mercier, D., Gadoury, C., & Lambert, J. (1988). The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of Sports Sciences*, 6(2), 93-101. <https://dx.doi.org/10.1080/02640418808729800>
- León, H.H., Ramírez, J.F., Sánchez, A., Salazar, J.D., Orjuela, L., & Anzola, S.V. (2015). Comparison of maximum lactate between course navette test and hoff test in soccer players at 2600 meters above sea level. *J. Hum. Sport Exerc.*, 10(1), 104-112.
- Martínez López, E.J. (2004). Aplicación de la prueba de Cooper, Course Navette y test de Ruffier. Resultados y análisis estadístico en Educación Secundaria. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 4 (15), 163-182.
- Mercado, R. H. A., Sánchez, R. D. A. & Gutiérrez, J. (2018). Comportamiento de los niveles del  $\text{VO}_2$  máximo en futbolistas juveniles en diferentes altitudes. *Revista digital: Actividad Física y Deporte*, 1(2), 5-21. Recuperado de <https://revistas.udca.edu.co/index.php/rdafd/article/view/306/252>
- Ministerio de Salud de Colombia. (1993). Resolución 8430 Normas científicas, técnicas e administrativas para investigación en salud.
- Nassis, G.P., Geladas, N.D., Soldatos, Y., Sotiropoulos, A., Bekris, V., & Souglis, A. (2010). Relationship between the 20-m multistage shuttle run test and 2 soccer-specific field tests for the assessment of aerobic fitness in adult semi-professional soccer players. *J Strength Cond Res*, 24(10), 2693-2697.
- Penry JT, Wilcox AR, Yun J. (2011). Validity and reliability analysis of Cooper's 12- minute run and the multistage shuttle run in healthy adults. *J Strength Cond*, 25(3), 97-605. Recuperado de <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181cc2423>
- Roberts AD, Clark SA, Townsend NE, Anderson ME, Gore CJ, Hahn AG. (2003). Changes in performance, maximal oxygen uptake and maximal accumulated oxygen deficit after 5, 10 and 15 days of live high: train low altitude exposure. *Eur J Appl Physiol*, 88(4), 390-395. Recuperado de <https://doi.org/10.1007/s00421-002-0720-3>
- Simarro Rius, Antoni; Josep Simarro Safont. (2018). "Noves tendències del treball de la resistència aeròbica en el currículum de Tècnic Superior en Animació d'Activitats Físiques i Esportives." *Anuari de l'Agrupació Borriana de Cultura: Revista de recerca humanística i científica*, 29, 29-40. Recuperado de <https://www.raco.cat/index.php/AnuariABC/article/view/337797>
- Simonson TS, Wei G, Wagner HE, Wuren T, Qin G, et al. (2015). Low haemoglobin concentration in Tibetan males is associated with greater high-altitude exercise capacity. *Journal Physiol*, 593 (14), 3207-3218. Recuperado de <https://doi.org/10.1113/JP270518>
- Vargas Pinilla, O. (2014). Ejercicio y entrenamiento en altura: efectos fisiológicos y protocolos. *Revista Ciencias de la Salud*, 12(1), 115-130. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.12804/revsalud12.1.2014.07>

