



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 2

Neiva, 18 – 04 – 2017

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El (Los) suscrito(s):

ANLLY TATHIANA CASTRO CARDOZO, con C.C. No. 1 078 778 317

JESSIKA DULMAY GARCIA QUINA, con C.C. No. 1 062 080 101

Autor (es) de la tesis y/o trabajo de grado o modalidad de grado

Titulado "parametros, cinematicos, biomecanicos y fisiologicos en carreras de velocidad en un atleta con PC".

presentado y aprobado en el año 2017 como requisito para optar al título de Licenciada en educacion fisica recreacion y deporte:

Autorizo (amos) al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales "open access" y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional [www.usco.edu.co](http://www.usco.edu.co), link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

2 de 2

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

EL AUTOR/ESTUDIANTE: Anlly tathiana castro Cardozo EL AUTOR/ESTUDIANTE: Jessika Dulmay Garcia quina

Firma:

*Anlly Tathiana Castro C.*

Firma:

*JESSIKA GARCIA Q.*



**TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: PARAMETROS CINEMATICOS, BIOMECANICOS Y FISIOLÓGICOS EN CARRERAS DE VELOCIDAD EN UN ALTETLA CON PC**

**AUTOR O AUTORES:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Castro Cardozo	Anlly Tathiana
Garcia Quina	Jessika Dulmay

**DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Chamorro Burbano	Saulo Andres

**ASESOR (ES):**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Chamorro Burbano	Saulo Andres

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Licenciatura en Educacion Fisica Recreacion y Deporte**

**FACULTAD:** EDUCACION

**PROGRAMA O POSGRADO:** EDUCACION FISICA

**CIUDAD:** NEIVA      **AÑO DE PRESENTACIÓN:** 2017      **NÚMERO DE**

**PÁGINAS:** 101 **TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):**

Diagramas\_\_\_ Fotografías\_\_\_ Grabaciones en discos\_\_\_ Ilustraciones en general\_\_\_ Grabados\_\_\_

Láminas\_\_\_ Litografías\_\_\_ Mapas\_\_\_ Música impresa\_\_\_ Planos\_\_\_ Retratos\_\_\_ Sin ilustraciones\_\_\_

Tablas o Cuadros **X**

Vigilada mieducación



**SOFTWARE** requerido y/o especializado para la lectura del documento:

**MATERIAL ANEXO:** Resultados en participaciones en Juegos Deportivos Paranales, 2015 y glosario.

**PREMIO O DISTINCIÓN** (En caso de ser LAUREADAS o Meritoria):

**PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:**

<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1. <u>Parálisis cerebral</u>	<u>Cerebral palsy</u>
2. <u>Frecuencia cardíaca</u>	<u>Heart rate</u>
3. <u>Consume máximo oxígeno</u>	<u>Maximum oxygen consumption</u>
4. <u>Dispositivo gps</u>	<u>GPS device</u>
5. <u>Recuperación</u>	<u>Recovery</u>

**RESUMEN DEL CONTENIDO:** (Máximo 250 palabras)

Este estudio describió las características cinemáticas (distancia, tiempo, velocidad), biomecánicas (CMJ) y fisiológicas (Frecuencia cardíaca) de un atleta con PC (23 años, 48.1 kg, 19.1kg/m<sup>2</sup> y 6.78% el porcentaje de grasa) en pruebas de laboratorio y de campo. Antes de cada registro, realizo un calentamiento estandarizado, para esto se aplicaron las pruebas en tres sesiones diferentes y tres repeticiones. Se empleó un enfoque cuantitativo, de alcance descriptivo y de corte transversal, utilizando diversas aplicaciones tecnológicas y dispositivo GPS para tratar de garantizar la obtención de resultados precisos del atleta evaluado. Los resultados de este estudio demuestran que las características cinemáticas en las carreras de 40, 100, 200 y 400m, se observa que la relación

Velocidad Pico ( $V_{pico}$ ) / Velocidad Final ( $V_{fin}$ ) es menor en las distancias de 40 m ( $\neq 0\%$ ) y 200 m ( $\neq 0.95\%$ ), presentando un menor déficit o pérdida de la velocidad resistencia para estas pruebas.

Los datos obtenidos se pueden utilizar para hacer algunas sugerencias tanto para la mejora del rendimiento en este deportista como para mejorar otros que poseen esta discapacidad similar.



**ABSTRACT:** (Máximo 250 palabras)

This study described the kinematic characteristics (distance, time, speed), biomechanical (CMJ) and physiological (Heart rate) of an athlete with CP (23 years, 48.1 kg, 19.1kg / m<sup>2</sup> and 6.78% fat percentage) Laboratory and field. Before each recording, I performed a standardized warm-up, for which the tests were applied in three different sessions and three repetitions. A quantitative, descriptive and cross - sectional approach was used, using various technological applications and GPS device to try to guarantee the accurate results of the evaluated athlete. The results of this study show that the kinematic characteristics in the 40, 100, 200 and 400m races show that the Peak Velocity (Vpico) / Final Velocity (Vfin) ratio is lower at distances of 40 m ( $\neq$  0%) And 200 m ( $\neq$  0.95%), presenting a lower deficit or loss of speed resistance for these tests.

The data obtained can be used to make some suggestions both for performance improvement in this athlete and to improve others who have this similar disability.

**APROBACION DE LA TESIS**

Nombre Presidente Jurado: DIDIER ANTONIO TRUJILLO



DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO

<b>CÓDIGO</b>	<b>AP-BIB-FO-07</b>	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>	<b>VIGENCIA</b>	<b>2014</b>	<b>PÁGINA</b>	<b>4 de 4</b>
---------------	---------------------	----------------	----------	-----------------	-------------	---------------	---------------

Firma:

Nombre Jurado: LUIS ARCENIO VALENCIA

Firma:

Nombre Jurado: DIDIER ANTONIO TRUJILLO

Firma:

**Parámetros cinemáticos, biomecánicos y fisiológicos en carreras de velocidad en un atleta  
con PC: estudio de caso**

**Anlly Tathiana Castro Cardozo**

**Jessika Dulmay Garcia Quina**

**Universidad Surcolombiana**

**Facultad de Educación**

**Programa de Lic. en Educación Física Recreación y Deporte**

**Neiva Marzo 2017**



**Parámetros cinemáticos, biomecánicos y fisiológicos en carreras de velocidad en un atleta  
con PC: estudio de caso**

**Anlly Tathiana Castro Cardozo**

**Jessika Dulmay García Quina**

**Trabajo para optar al grado de Licenciada en Educación Física Recreación y Deporte**

**Saulo Andrés Chamorro**

**Asesor**

**Universidad Surcolombiana**

**Facultad De Educación**

**Programa De Lic. En Educación Física Recreación y Deporte**

**Neiva Marzo 2017**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

-----

**Firma del Presidente del Jurado**

-----

**Firma del Jurado**

-----

**Firma del Jurado**

**Neiva, Marzo de 2017**

## **Agradecimientos**

A nuestro asesor Lic. Saulo Andrés Chamorro, a la Lic. Karen Melissa Mora, a la presidenta Clara Inés Tovar Herrera de la liga huilense de deportistas con PC (Lihuilde-pc) a nuestros padres y a todos los profesores del programa de Educación Física de la Universidad Surcolombiana, por su apoyo incondicional y conocimiento transmitido en el lapso de estudio de la carrera. Dios los bendiga.

## Resumen

Este estudio describió las características cinemáticas (distancia, tiempo, velocidad), biomecánicas (CMJ) y fisiológicas (Frecuencia cardiaca) de un atleta con PC (23 años, 48.1 kg, 19.1kg/m<sup>2</sup> y 6.78% el porcentaje de grasa) en pruebas de laboratorio y de campo. Antes de cada registro, realizo un calentamiento estandarizado, para esto se aplicaron las pruebas en tres sesiones diferentes y tres repeticiones. Se empleó un enfoque cuantitativo, de alcance descriptivo y de corte transversal, utilizando diversas aplicaciones tecnológicas y dispositivo GPS para tratar de garantizar la obtención de resultados precisos del atleta evaluado. Los resultados de este estudio demuestran que las características cinemáticas en las carreras de 40, 100, 200 y 400m, se observa que la relación Velocidad Pico (Vpico) / Velocidad Final (Vfin) es menor en las distancias de 40 m ( $\neq 0\%$ ) y 200 m ( $\neq 0.95\%$ ), presentando un menor déficit o pérdida de la velocidad resistencia para estas pruebas.

Los datos obtenidos se pueden utilizar para hacer algunas sugerencias tanto para la mejora del rendimiento en este deportista como para mejorar otros que poseen esta discapacidad similar.

### **Abstract**

This study described the kinematic characteristics (distance, time, speed), biomechanical (CMJ) and physiological (Heart rate) of an athlete with CP (23 years, 48.1 kg, 19.1kg / m<sup>2</sup> and 6.78% fat percentage) Laboratory and field. Before each recording, I performed a standardized warm-up, for which the tests were applied in three different sessions and three repetitions. A quantitative, descriptive and cross - sectional approach was used, using various technological applications and GPS device to try to guarantee the accurate results of the evaluated athlete. The results of this study show that the kinematic characteristics in the 40, 100, 200 and 400m races show that the Peak Velocity (V<sub>pico</sub>) / Final Velocity (V<sub>fin</sub>) ratio is lower at distances of 40 m ( $\neq$  0%) And 200 m ( $\neq$  0.95%), presenting a lower deficit or loss of speed resistance for these tests. The data obtained can be used to make some suggestions both for performance improvement in this athlete and to improve others who have this similar disability.

## Contenidos

1. Introducción .....	15
2. Justificación.....	16
2.1 planteamiento del problema.....	19
3. Objetivos.....	22
3.1. Objetivo General.....	22
3.2. Objetivos Específicos.....	22
4. Marco Teórico.....	23
4.1. Antecedentes.....	23
4.2. Evaluación mediante pruebas de esfuerzo de niños con PC.....	28
4.3. Índice de fatiga de Borg.....	29
4.4. Composición corporal.....	30
4.5. Parálisis cerebral infantil.....	31
4.5.1. Etiología y factores de riesgo.....	31
4.6. Test de Wells.....	33
4.7. Test de fuerza máxima isométrica.....	35
4.8. Test de saltos.....	36
4.8.1 Test de salto contramovimiento (CMJ).....	36
4.8.2. Test de salto (SJ).....	37
4.8.3. Test de salto libre (abalokov).....	38
4.9. Test de conconi.....	39
5. Sistema de clasificación de atletismo (IPC).....	40

5.1. Clasificación de la sección de pruebas de atletismo.....	40
5.2. Pruebas para atletas con parálisis cerebral.....	44
6. Metodología.....	45
6.1. Tipo de estudio.....	45
6.1.1. Estudio de caso.....	45
7. Historia clínica médica, física y rehabilitación.....	46
7.1. Antecedentes.....	47
7.2 Resultados oficiales juegos paranacionales.....	48
8. Procedimientos.....	48
8.1 Primera Fase.....	48
8.2 Segunda fase.....	48
8.3 Tercera Fase.....	49
9. Resultados.....	51
9.1. Datos antropométricos.....	52
9.2. Test de índice de recuperación de frecuencia cardiaca.....	53
9.2.1. índice de recuperación de (FC) en carrera de 40m.....	54
9.2.2. índice de recuperación de (FC) en carrera de 100m.....	57
9.2.3. índice de recuperación de (FC) en carrera de 200m.....	59
9.2.4. índice de recuperación de (FC) en carrera de 400m.....	61
10. Test de Wells.....	63
11. Test de fuerza isométrica máxima.....	64
12. Test de Bosco.....	66
13. Comparativo de (FC) inicio y final de las carreras.....	67

14. Análisis de carrera 40 metros.....	70
15. Test de asimetría de paso.....	71
16. Estrategia de regulación de carrera.....	72
17. Control de carga física-percepción de esfuerzo .....	74
18. Determinación de umbral anaeróbico.....	76
19. Materiales.....	78
20. Discusión.....	79
21. Conclusiones.....	85
22. Bibliografías.....	89



## Lista de tablas

Tabla 1. Percepción de esfuerzo.....	30
Tabla 2. Definición y clasificación de parálisis cerebral.....	32
Tabla 3. Clasificación según (IPC).....	44
Tabla 4. Cronograma de actividades.....	49
Tabla 5. Características corporales.....	52
Tabla 6. Medidas antropométricas.....	52
Tabla 7. Medidas antropométricas.....	52
Tabla 8. Índice de fatiga carrera de 40m.....	56
Tabla 9. Índice de fatiga carrera de 100m.....	58
Tabla 10. Índice de fatiga carrera de 200m.....	60
Tabla 11. Índice de fatiga carrera de 400m.....	62
Tabla 12. Frecuencia cardiaca de las carreras.....	63
Tabla 13. Resultados del Test de Wells.....	64
Tabla 14. Resultados en Test de fuerza isométrica.....	65
Tabla 15. Resultados en Test de Bosco.....	66
Tabla 16. Frecuencia cardiaca inicial y final de las carreras.....	69
Tabla 17. Test de 40 metros.....	70
Tabla 18. Carrera de 40m Split.....	71
Tabla 19. Velocidades Split.....	71
Tabla 20. Determinación de asimetría de paso.....	72
Tabla 21. “Pacing” aceleración Vel pico y Vel final.....	74
Tabla 22. Percepción de esfuerzo.....	76

Tabla 23. Umbral anaeróbico (FC).....	77
Tabla 24. Datos manuales.....	88

## Lista de gráficos

Grafico 1. Material y postural Test de Wells.....	34
Grafico 2. Test de Hand Grip.....	36
Grafico 3. Secuencia de posición de salto (CMJ).....	36
Grafico 4. Postura ideal de salto (SJ).....	38
Grafico 5. Postura ideal de salto (abalakov).....	39

## Abreviaturas

**PC:** parálisis cerebral.

**VO<sub>2</sub>:** consumo máximo de oxígeno.

**RPE:** escala de percepción de esfuerzo.

**BM:** meningitis bacteriana.

**CMJ:** salto en contramovimiento.

**SJ:** salto en ángulo de 90° (squat jump).

**SL:** salto libre.

**GPS:** sistema de posicionamiento global.

**GMFCS:** sistema de clasificación de la función motora gruesa.

**IMC:** índice de masa corporal.

**IPC:** comité paralímpico internacional.

**TV:** tiempo de vuelo.

**TC:** tiempo de contacto.

**V<sub>fine</sub>:** velocidad final.

**V<sub>med</sub>:** velocidad media.

**V<sub>pico</sub>:** velocidad pico.

**Vcero:** velocidad cero.

**FC:** frecuencia cardiaca.

**FCmax:** frecuencia cardiaca máxima.

**FCini:** frecuencia cardiaca inicial.

**FCfin:** frecuencia cardiaca final.

## 1. Introducción

Según Rodríguez y Vives se refieren a la Parálisis Cerebral (PC) como a un grupo de trastornos motores no progresivos, que provocan anomalías del control postural de los movimientos, ocasionado por una lesión del sistema nervioso central (SNC) durante las etapas madurativas precoces del desarrollo cerebral, ya sea antes, durante o después del parto. Por tanto, esta alteración neurológica, causa un deterioro variable sobre la coordinación de la acción muscular, con la resultante incapacidad por parte del individuo para mantener su postura y realizar movimientos con normalidad. (Rodríguez & Vives, 2001, pág. 188), Esta afectación de la salud describe un grupo de trastornos permanentes del desarrollo del movimiento y la postura, causando limitación de la actividad, que se atribuyen a trastornos no progresivos que ocurrieron en el cerebro fetal o infantil.

Por ende, la actividad física se considera como una excelente herramienta de rehabilitación y readaptación individual y social.

“La PC se clasifica como una encefalopatía estática y es un trastorno no progresivo que afecta la postura y el movimiento y se asocia comúnmente con un espectro de discapacidades del desarrollo”.(unnithan & clifford, 1998, pág. 1).

(metayer, 1992, pág. 189)“En este sentido propone una clasificación de los deportistas con parálisis cerebral en función de los criterios tradicionales, de la calidad del control postural en condiciones de esfuerzo físico y en función de sus reacciones para restablecer el equilibrio postural.”

Siguiendo (Kruimer, 1992)quien propuso un sistema funcional de clasificación basado en las habilidades de las personas con parálisis cerebral, mediante análisis biomecánico de

diferentes aspectos de su motricidad para las modalidades deportivas de atletismo y natación, se definió la aplicación en especial una batería en evaluativos de la estructura corporal, la flexibilidad, la fuerza (tren superior e inferior), aceleración y velocidad de desplazamiento en diferentes distancias de carreras, técnica de carrera (asimetría) y la frecuencia cardíaca.

No obstante, el análisis de cada uno de los test implementados en un atleta de PC arrojó una fiable variabilidad asociada a cada fase desarrollada, manteniendo un nivel adecuado de entrenamientos físico, para conservar la capacidad del músculo para la actividad diaria y el posicionamiento de mejores resultados durante la prevalencia de los test.

Además, algunas de estas valoraciones realizadas apoyadas en tecnología de última generación, con sistemas de posicionamiento global (GPS) que ya han sido utilizados y validados en los deportes de conjunto y más específicamente en el fútbol, que es el deporte más practicado en el mundo, y teniendo como referencia variadas y diversas investigaciones sobre las velocidades y desplazamientos de sus jugadores sobre todo en deportistas convencionales de diferente nivel (Chamorro, 2012) y futbolistas con PC (la Resistencia y carrera economía específica en los jugadores de fútbol Con Parálisis Cerebral, 2008).

## 2. Justificación

Resulta pertinente que las personas con algún tipo de discapacidad deben vincularse a actividades recreativas, lúdicas y deportivas para mejorar su estilo y calidad de vida.

En el caso de deportistas con PC que practican a nivel competitivo es importante valorar su nivel de consumo máximo de oxígeno (VO<sub>2</sub>max: potencia aeróbica), siguiendo a (Manso, 2011) “este representa el volumen de oxígeno consumido durante cualquier tipo de esfuerzo e indica la capacidad que tiene el organismo de utilización del mismo”; “al aplicar un test de VO<sub>2</sub>max en condiciones de laboratorio se logra estimar de manera indirecta esta variable que posteriormente será usada por los entrenadores para planear las cargas de trabajo relacionadas con la resistencia”(Verschuren & Takken, 2010).

Al asociar el déficit de fuerza con las alteraciones de la marcha se puede observar y analizar que se presenta un alto costo energético en el sistema de locomoción de niños con PC, lo que refiere una intervención con enfoque multidisciplinario (cinético y cinemática) que permita comprender la influencia de esta acción neuromuscular en la respuesta fisiológica (frecuencia cardiaca) ante el ejercicio de carrera, pues se hace necesario un cierto nivel de contracción muscular para lograr la estabilidad articular durante la locomoción.(Unnithan & Clifford, 1998).

El desarrollo de la actividad física autónoma o dirigida y más aún la práctica deportiva pueden ser el medio que contribuya a la adquisición de nuevas habilidades, que pueden ir desde aprender a desplazarse por todo tipo de terreno caminando, corriendo, aprender a nadar, a montar a caballo, etc.(Auberger, 1985, pág. 2)



Es claro entonces que las prioridades o recomendaciones para el desarrollo de las actividades físicas durante la infancia y la adolescencia tienen una amplia relación con la mejora de habilidades funcionales (vida cotidiana), con los beneficios a nivel comportamental, salud y condición física, estas acciones o tareas motoras influyen a aquellas que hacen insistencia en la resistencia cardiovascular, la fuerza muscular y la flexibilidad.(Johnson, 1995)

Lo anterior es confirmado por (Williams, 2001) en un estudio realizado con 143 parapléjicos que practicaban baloncesto, tenis, atletismo o rugby en silla de ruedas; de los sujetos estudiados 112 ya practicaban deportes antes de la aparición de las lesiones.

Siendo que la PC es un trastorno neuromuscular crónico que se caracteriza por un aumento del tono muscular y la espasticidad, debilidad muscular, descoordinación, deformaciones musculares, deformidades óseas y rigidez muscular, esto genera variados impedimentos de carácter motor que afecta todos los ambientes de desempeño del individuo.(Damiano & Abel, 1998) Incluso en los jóvenes con CP muy funcionales, los movimientos se caracterizan a menudo por una excesiva flexión de la rodilla y de la cadera, característica de la debilidad muscular en las extremidades inferiores. (Unnithan, 1998).

Resulta igualmente pertinente la valoración en la capacidad física de fuerza, pues según (Moreau, 2013) se presentan una debilidad muscular de las extremidades inferiores en personas con PC, con déficits de fuerza reportados entre el 40% y el 60% en promedio de comparación con los niños en desarrollo de edad; generándose una gran dificultad en los procesos posturales, equilibrio y de desplazamiento.

Con respecto a la necesidad del estudio cinético y cinemático de la carrera, en los casos particulares de atletas con PC, luego de la revisión bibliográfica realizada, no se tuvo acceso a estudios que incluyeran el uso de dispositivos de análisis de rendimiento basados en tecnología GPS, siendo por esto pertinente el análisis cinemático y fisiológico de la carga Física que implica el estudio de las acciones de carrera en diferentes distancias en atletas con PC en tiempo real.

En este orden de ideas, el presente estudio pretendió contribuir al apoyo, seguimiento e identificación (distancia, tiempo y velocidad de desplazamiento) en un atleta con PC de la liga huilense de deportistas con PC (Lihuilde-pc), para competencias próximas en el año 2017, resaltando la prevalencia y el aporte que se puede brindar a la hora de planificar entrenamientos específicos con el deportista, a la liga entre otros clubes para que realice estudios con diferentes casos de PC y a nivel regional ya que es único “estudio de caso” elaborado, por ende se puede seguir investigando, para la mejoría de la preparación del deportista, por tener datos fiables del rendimiento actual.

## **2.1 Planteamiento del problema**

La teoría y metodología del entrenamiento deportivo, aunque es aplicable a todos los contextos de la preparación deportiva (entrenamiento deportivo, actividad competitiva y factores complementarios), incluidos los atletas no convencionales, no presenta grandes avances metodológicos, ni de test especializados en este campo y por tanto los procesos de formación (iniciación, fundamentación y especialización) y rendimiento la mayoría de la veces depende de la vivencia y experticia adquirida por los deportistas y entrenadores; sin embargo, en los últimos

años se ha incrementado la información y capacitación especializada en la aplicación de medios, métodos y formas de evaluación en el deporte no convencional, lo que ha generado un aumento en las disciplinas deportivas, en deportistas y entrenadores en la búsqueda del alto rendimiento deportivo.

Aunque en el Huila y Colombia desde hace décadas se cuenta con políticas y programas en pro del desarrollo del deporte no convencional, destinadas a promover la inclusión deportiva y la consecución de logros deportivos, aun se desarrollan y aplican programas y planes de entrenamiento sin un sustento académico riguroso y por tanto sin una realimentación sobre las respuestas fisiológicas producidas por el entrenamiento y las competencias. No obstante, lo anterior, en los últimos años a nivel regional, nacional e internacional se han incrementado el número de deportistas que logran mejorar sus marcas y logran figuraciones importantes en la maestría deportiva no convencional, podríamos afirmar que en este deporte el número de deportistas que “pelean” las medallas son muy reducidos, pues no hay procesos de incorporación, seguimiento y control del entrenamiento claramente definidos.

En el caso específico de atletas con parálisis cerebral (PC), aclarando que esta es una patología que puede afectar al sujeto desde su concepción o en los primeros años de vida, ocasionando daños físicos y neurológicos irreversibles, sin embargo, en varios estudios se ha demostrado que la actividad física propicia en los jóvenes la posibilidad de iniciar una práctica deportiva, que le permite trazar y alcanzar metas y logros para su vida, obteniendo beneficios personales y logros deportivos.

Por lo anterior, es preciso caracterizar las prácticas de entrenamiento y la actividad competitiva respecto a atletas PC y donde además es muy pertinente la aportación de las ciencias aplicadas al

deporte y la recopilación de información cuantitativa que describa los comportamientos o patrones técnico, tácticos y físico de un atleta PC, pues no existen datos de referencia nacional que hayan incluido dispositivos tecnológicos de punta y app de última generación para analizar esta temática y sentar las bases para que se desarrollen otros estudios con diferentes atletas y diversas modalidades deportivas.

El estudio planteado para este deportista puede contribuir a que reconozca y diferencie el nivel de desarrollo de sus capacidades físicas, la estrategia de regulación de carrera que utiliza en las disciplinas de velocidad en pista y por ende mejore su rendimiento de la mano con su entrenador, quien tendrá información fiable y válida sobre su deportista para realizar los ajustes a su planificación.

Por ser un estudio novedoso en la región y a escala nacional, esto permitirá contar con aportes metodológicos y referencias de carreras y test de condición física, que servirán como base comparativa para las posteriores planificaciones de preparación deportiva con atletas PC.

Igualmente, estas metodologías pueden ser aplicadas en atletas convencionales para obtener mejoras en su rendimiento. Podemos decir que el estudio predomina en los aspectos cinemáticos, fisiológicos y biomecánico en acciones de carreras de velocidad, por lo que valora el potencial físico del atleta.

Lo anterior nos permite plantear lo siguiente:

¿Qué características cinemáticas, fisiológicas y biomecánicas se presentan en un atleta con PC en carreras de velocidad y test de condición física?

### **3. Objetivos**

#### **3.1. Objetivo general**

Identificar las características cinemáticas (distancia, tiempo, velocidad), fisiológicas (frecuencia cardiaca) y de condición Física en acciones de carreras en un atleta con parálisis cerebral de la Liga del Huila en el año 2016.

#### **3.2. Objetivos específicos**

1. Determinar las características cinemáticas de carrera en 40, 100, 200 y 400 metros del atleta con PC.
2. Determinar las características fisiológicas (carga y recuperación) en las carreras de las distancias de 40, 100, 200 y 400 metros del atleta con PC.
3. Valorar el nivel de desarrollo y de capacidades Física del atleta con PC.

## 4. Marco Teórico

### 4.1 Antecedentes

A escala local, regional y nacional en la literatura científica a la que se tiene acceso no se encontraron estudios desarrollados con atletas de PC, tampoco estudios con esta población que usaran dispositivos de análisis de rendimiento basados en tecnología GPS.

A nivel internacional, en el estudio de Cardona et al. 2010 se obtuvieron datos en una prueba cardio-respiratoria sobre cinta rodante (Technogym Run Race 1400 HC, Gambettola, Emilia-Romagna, Italia) con carga progresiva hasta el agotamiento. La velocidad inicial se fijó en 2.0 km / h y el grado fue de 0.5%. Tanto la velocidad como el grado de inclinación se incrementaron cada 15 segundos (0.1 km/h y 0.5% respectivamente). Debido a las limitaciones de desplazamiento en los sujetos jóvenes con CP y preocupaciones relacionadas con la seguridad durante las pruebas de esfuerzo, al participante se le permitió sostener la barandilla de la cinta de correr con una mano y un asistente de investigación se colocó en el marco de la cinta rodante detrás de cada participante; la frecuencia cardiaca (FC) se registró con un monitor de FC (Polar Electro OY). Se midieron las siguientes variables: absorción de oxígeno ( $VO_2$ ), Ventilación pulmonar (VE), equivalente ventilatorio para el oxígeno ( $VE \cdot VO_2^{-1}$ ) y dióxido de carbono ( $VE \cdot CO_2^{-1}$ ). (Cardona, Alcocer, Perez, & Lanao, 2010).

**Table 4.** Graded exercise results

Variable	Healthy group (n= 40)	CP group (n=40)	P-value
VT (%peak $\dot{V}O_2$ )	52.2±10.9	58.8±13.0	<0.05
VT (% estimated maximal HR)	70.7±6.9	70.0±6.3	
RCT (%peak $\dot{V}O_2$ )	75.9±10.0	81.6±8.3	<0.05
RCT % (estimated maximal HR)	83.0±5.8	81.6±6.1	
Time to RCT (sec)	517±122	341±106	<0.05
Peak $\dot{V}O_2$ (mL/kg/min)	40.2±9.0	28.7±7.0	<0.05
Peak $\dot{V}O_2$ (% estimated maximal HR)	95.5±4.9	90.0±5.3	<0.05
Time to peak $\dot{V}O_2$ (sec)	761±200	445±143	<0.05

Values are presented as mean± standard deviation.

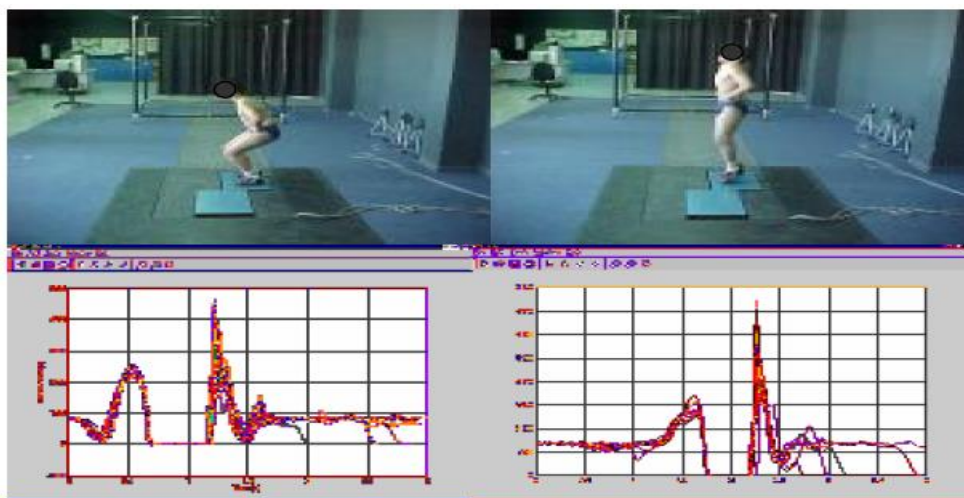
CP, cerebral palsy; VT, ventilatory threshold;  $\dot{V}O_2$ , oxygen consumption; HR, heart rate; RCT, respiratory compensation threshold.

P<0.05, significant difference between groups.

Los sujetos sanos tuvieron un mejor rendimiento en la variable de tiempo hasta el agotamiento durante la prueba clasificada en comparación con los jóvenes con PC ( $t_{78} = -8.104$ ,  $P < 0.001$  [ $P < 0,001$ ]). La Tabla 4 ilustra estos hallazgos y otros datos cardio-respiratorios. Tanto el pico de  $\dot{V}O_2$  ( $t_{78} = 4.852$ ,  $P < 0.05$  [ $P < 0.0001$ ]) y RCT ( $t_{78} = -6.865$ ,  $P < 0.05$  [ $P = 0.001$ ]) apareció más tarde en los jóvenes sanos. Sólo los porcentajes de umbral de HR fueron los mismos entre los sujetos sanos y PC ( $t_{78} = 0.592$ ,  $P > 0.05$  y  $t_{78} = -1.070$ ,  $P > 0.05$ , respectivamente).

Con relación a estudios sobre potencia de tren inferior con test de saltos, Hatze et al. (1998) realizó un análisis de pruebas verticales de salto en contramovimiento (CMJ), respecto a la validez y fiabilidad del salto vertical CMJ, como prueba para evaluar la potencia muscular de la cadena biocinémática, no afectan para nada los objetivos y la calidad de los resultados de este estudio. En ese estudio Veintitrés sujetos afectados por tetraparesia con ataxia, tetraparesia con atetosis, tetraparesia con espasticidad, diplejía con espasticidad, hemiplejía izquierda y derecha, hemiparesia izquierda y derecha, han realizado saltos con contra movimiento sobre una plataforma de fuerzas, saltando tan alto como les era posible, y con las manos colocadas en las caderas. (Hatze, Validez y confiabilidad de los métodos para probar el rendimiento de salto vertical, 1998).

Las fuerzas de reacción fueron registradas con una plataforma de fuerzas extensométrica (DINASCAN 600M) con una frecuencia de muestreo de 500 Hz.



**Figura 2. Representación gráfica de la fuerza vertical en el salto con contramovimiento donde se observa la variabilidad en la ejecución entre una persona discapacitada y una persona que no sufre ningún problema de coordinación neuromuscular**

Este estudio fue diseñado para evaluar el rendimiento de salto vertical durante saltos bilaterales y unilaterales. Se implementó un diseño transversal utilizando jugadores de fútbol masculino como participantes. Además, se evaluaron las asimetrías de las piernas funcionales entre las piernas dominantes y las no dominantes durante el salto vertical unilateral.

Algunos autores consideran que estas pruebas no reflejan los aspectos funcionales de las demandas físicas que participan en la práctica de fútbol, sin embargo, dado que las pruebas de salto vertical (VJ) también miden la potencia anaeróbica del tren inferior y se han utilizado previamente para la selección de talentos en el fútbol, parecen pruebas más apropiadas para los futbolistas. (Haugen, Tonnessen, & Seiler, 2013)



Los participantes del estudio fueron requeridos para realizar tres contramovimiento Saltos (CMJs) entremezclados con períodos de recuperación de 45sg. Todos los participantes Se abstuvieron de realizar ejercicio intenso 72h antes de su participación en el estudio. Dos días antes de las sesiones de prueba, los participantes 45 min de capacitación técnica para asegurar un desempeño consistente Durante los CMJ.(Schot, Bates, & Dufek, 1994)

Con el objetivo de pronosticar la función motora de los individuos con PC y establecer un sistema de clasificación del nivel de afectación de la PC a nivel médico y de participación deportiva se definió el Sistema de Clasificación de la Función Motor Gruesa (GMFCS) 2 se considera una de las escalas más importantes para la medición de la función en PC.

El GMFCS consiste en una escala de 5 niveles con descriptores divididos en cuatro grupos de edad: 0 a <2 años, 2 a <4 años, 4 a <6 años y 6 a 12 años. Los niños del Nivel I son relativamente capaces y cuando llegan a los 6 a 12 años pueden caminar sin limitaciones y pueden correr y saltar hasta cierto punto, con dificultades que sólo surgen con el equilibrio, la velocidad y la coordinación. En el otro extremo de la escala, los niños del Nivel V nunca alcanzarán la auto-movilidad a menos que puedan aprender a usar una silla de ruedas motorizada con amplias adaptaciones. El GMFCS se basa únicamente en movimientos de auto iniciado, concentrándose principalmente en el control troncal en sentarse y Movilidad funcional, teniendo en cuenta el rendimiento diario, en lugar de la mejor capacidad.(Palisano, Rosenbaum, & Walter, 1997, pág. 10)

Según Moreau (2012) Wilev (1998) Y Ross (2002) El rendimiento muscular representa la capacidad global de un músculo para realizar el trabajo y consiste en la combinación de

elementos de fuerza, potencia, velocidad y resistencia. Aunque la debilidad muscular se ha considerado durante mucho tiempo como una de las deficiencias primarias que contribuyen a la limitación de la actividad en niños y adolescentes con parálisis cerebral (PC), otros aspectos del rendimiento muscular han recibido mucha menos atención. La evidencia reciente sugiere que otros aspectos del rendimiento muscular, como la fuerza muscular y la tasa de desarrollo de la fuerza, están más afectados y relacionados con las limitaciones de la actividad y el rendimiento funcional. La debilidad muscular de las extremidades inferiores es generalizada en la CP con déficits de fuerza reportados entre el 40% y el 60% en promedio en comparación con los niños con desarrollo de edad. (Moreau, Wilev, & Ross, 2012, 1998, 2002)

Para Phelps (2002), el ejercicio resistido "para desarrollar la fuerza o habilidad en un músculo debilitado o un grupo muscular debilitado" era una parte integral del tratamiento en CP a pesar de las restricciones que la medicina convencional y la terapia física planteaban en contra del uso de pruebas de fuerza y la formación en niños con CP y, de hecho, en todas las personas con trastornos del SNC. (Slominski & Phelps, 1984)

Los antecedentes encontrados nos aportaron en el estudio realizado una comparación en personas convencionales y no convencionales en algunas de las pruebas ejecutadas en el atleta y otras no por motivo que el estudio desarrollado con PC en atletismo no arroja referencias realizadas de este mismo.

#### **4.2 Evaluación mediante pruebas de esfuerzo de niños con parálisis cerebral.**

En la actividad deportiva, se debe prestar mucha atención a la regeneración y recuperación post carga física de entreno o competencia. Se reconoce que los niños y adolescentes con PC tienen un menor consumo máximo de oxígeno ( $VO_{2max}$ ) en comparación con sus pares sanos, así mismo los sujetos con CP también presentan valores inferiores para la potencia anaeróbica máxima y la resistencia muscular de los miembros superiores e inferiores. Independientemente del método de testeo utilizado y el análisis de los datos al comparar con los datos normales de controles sanos, los niños con CP presentaron entre 2 y 4 desviaciones estándar por debajo del valor medio esperado para la potencia. Se ha demostrado que las anomalías de la marcha en los niños con CP aumentan el gasto de energía de caminata submáximo casi tres veces en comparación con los niños sanos. (Unnithan & Clifford, evaluación mediante prueba de esfuerzo de niños con PC , 1998).

Igualmente, en estudio con niños no atléticos y adolescentes con PC indican una menor capacidad aeróbica de los participantes con CP. La cinemática de la caminata y carrera en jóvenes y adultos con PC (por ejemplo, aumento de la asimetría de miembros, reducción La longitud de la zancada, y la frecuencia de paso) se ven afectados por la dificultad funcional para caminar (Unnithan et al., 1996). Aun no se tiene claridad en cuanto a estudios sobre la afectación que se produce en el rendimiento en atletas Elite.

Los datos se presentan como la media (desviación estándar) y rango. Se normalizó a kg de masa corporal (BM) utilizando la siguiente fórmula:  $RE = \text{consumo de oxígeno por kg}$

de masa corporal por minuto dividido por velocidad (km / h) / 60 y presentado en ml / kg BM / km. Se calculó una correlación de Pearson para estimar la relación entre la economía en marcha y la distancia Yo-Yo IRL 1, y se calculó una correlación de rangos de Spearman para estimar la relación entre la economía en marcha y la longitud de la zancada dentro del grupo de SPCP bien entrenado. El nivel de significación se estableció en  $p < 0.05$ . (Crowther, Spinks, & Leicht, 2008)

Para el caso de la evaluación del VO<sub>2</sub> máx (bhambhani, Holland, & Steadward, 1993) “RD en un estudio con deportistas sugiere considerar el modo primario de de-ambulaci3n al decidir el modo de prueba para evaluar la aptitud cardio-respiratoria de atletas con parálisis cerebral”.

### **4.3. Índice de fatiga de Borg**

Es una escala que relaciona la sensaci3n del esfuerzo que percibe el deportista con un valor numérico que va de cero a diez. Es una forma subjetiva de controlar el nivel de exigencia de la carga de entrenamiento. Esta escala se conoce con diferentes nombres: índice de fatiga de Borg, escala del esfuerzo percibido o RPE por sus siglas en inglés Ratings of Perceived Exertion. Fue propuesta por el sueco, Dr. Gunnar Borg, quien encontró una gran correlaci3n entre el nivel de exigencia que tiene la carga de entrenamiento y cómo perciben los deportistas este trabajo. La escala original constaba de 20 niveles, ésta se modificó posteriormente a sólo 11 niveles para una más fácil aplicaci3n.

La escala de fatiga de Borg es un método subjetivo de dosificaci3n de la carga de entrenamiento que le permitirá al entrenador apreciar la respuesta del organismo del deportista ante el trabajo

realizado, ya que se ha establecido una alta correlación entre la percepción del esfuerzo y una serie de indicadores fisiológicos como son la frecuencia cardíaca, el umbral anaeróbico, el VO<sub>2</sub> máx. (Consumo máximo de oxígeno), entre otros. Ver tabla 1. (Borg, 1978, págs. 55 - 61)

**Tabla 1.**

*Percepción de esfuerzo (Borg, 1978)*

<b>Clasificación</b>	<b>Descripción</b>
<b>0</b>	Recuperación
<b>1</b>	Sumamente fácil
<b>2</b>	Fácil
<b>3</b>	Moderado
<b>4</b>	Algo duro
<b>5</b>	Duro
<b>6</b>	
<b>7</b>	Muy duro
<b>8</b>	
<b>9</b>	
<b>10</b>	Máximo

#### **4.4. Composición corporal**

La antropometría es la medida del cuerpo humano, que se basa en la aplicación de diferentes técnicas de medición como pliegues, perímetros y diámetros; para esto; se emplea una variedad de sitios de medidas e instrumentos, según lo menciona Serrato (2008). Algunas medidas son para estimar la composición corporal; como los pliegues cutáneos y otras medidas son para evaluar el crecimiento corporal; como el Índice de masa corporal (IMC).

La composición corporal es definida como la relativa proporción de grasa y tejido libre de grasa en el cuerpo humano (Dwyer & Davis 2008). Para estudiar la composición corporal se utiliza la

antropometría, como un método de análisis, la cual permite determinar los componentes principales que constituyen el cuerpo humano.

#### **4.5. Parálisis Cerebral Infantil**

En la actualidad existe un consenso en considerarla parálisis cerebral (PC) como un grupo de trastornos del desarrollo del movimiento y la postura, causantes de limitación de la actividad, que son atribuidos a una agresión no progresiva sobre un cerebro en desarrollo, en la época fetal o primeros años. El trastorno motor de la PC con frecuencia se acompaña de trastornos sensoriales, cognitivos, de la comunicación, perceptivos y/o de conducta, y/o por epilepsia. La prevalencia global de PC se sitúa aproximadamente entre un 2 y 3 por cada 1000 nacidos vivos.(Bax, Goldstein, Rosenbaum, & Leviton, 2005).

Ver tabla 2.

##### **4.5.1. Etiología y factores de riesgo**

La PC es un síndrome que puede ser debido a diferentes etiologías. El conocimiento de los distintos factores que están relacionados con la PC es importante porque algunos de ellos se pueden prevenir, facilita la detección precoz y el seguimiento de los niños con riesgo de presentar PC.

**Tabla 2.*****Definición y clasificación de parálisis cerebral.***

Tabla 1. Factores de riesgo de parálisis cerebral	
<b>1. FACTORES PRENATALES</b>	
<b>Factores maternos</b>	Alteraciones la coagulación, enfermedades autoinmunes, HTA, Infección intrauterina, Traumatismo, sustancias tóxicas, disfunción tiroidea
<b>Alteraciones de la placenta</b>	Trombosis en el lado materno, trombosis en el lado fetal, Cambios vasculares crónicos, Infección.
<b>Factores fetales</b>	Gestación múltiple, Retraso crecimiento intrauterino, Polihidramnios, hidrops fetalis, malformaciones.
<b>2. FACTORES PERINATALES</b>	
	Prematuridad, bajo peso
	Fiebre materna durante el parto, Infección SNC o sistémica
	Hipoglucemia mantenida, hiperbilirrubinemia
	Hemorragia intracraneal
	Encefalopatía hipóxico-isquémica
	Traumatismo, cirugía cardíaca, ECMO
<b>3. FACTORES POSTNATALES</b>	
	Infecciones (meningitis, encefalitis)
	Traumatismo craneal
	Estatus convulsivo
	Parada cardio-respiratoria
	Intoxicación
	Deshidratación grave

Según lo estipulado en la historia clínica del sujeto deportista, su afección o trastornos fueron producidos por un cuadro de meningitis, siendo esta meningitis bacteriana (MB) una enfermedad infecciosa severa, de distribución universal, que afecta a individuos de todas las edades y en especial, a los menores de 5 años. En la actualidad, a pesar del diagnóstico precoz y el tratamiento antibiótico adecuado, se presentan complicaciones neurológicas y aún la muerte. La mortalidad varía entre un 2% y un 10% en los lactantes y niños, elevándose a un 30% en los recién nacidos. En los que sobreviven, las secuelas neurológicas se presentan en alrededor de un tercio de ellos, por lo que el pronóstico sigue siendo preocupante.

Las causas más comunes de meningitis son las infecciones virales. Estas infecciones generalmente mejoran sin tratamiento. Sin embargo, las infecciones meningíticas bacterianas son extremadamente graves. Pueden provocar la muerte o daño cerebral incluso con tratamiento.

La meningitis también puede ser causada por:

- Irritación química
- Alergias a medicamentos
- Hongos
- Parásitos
- Tumores

(Morris, 2007)

#### **4.6. Test de Wells o elasticidad**

Este test nos ayuda a medir la capacidad física de la Flexibilidad. Sirve para evaluar el movimiento flexión de tronco desde la posición de pie y piernas extendidas. Mide la amplitud del movimiento en término de centímetros.

Protocolo:

- **Objetivo:** Medir la elasticidad de la musculatura isquiotibial (capacidad de estiramiento).
- **Material:** Escalan y cinta métrica.
- **Posición inicial:** Pies juntos, dedos gordos de los pies en contacto con la regleta.
- **Ejecución de la prueba:** Flexionar el tronco adelante y descender las manos con los dedos extendidos. Manos paralelas.



Las piernas se mantendrán totalmente extendidas en todo momento.

Para controlar que las rodillas no se flexionen, el evaluador colocará una mano por delante de las mismas, realizando la lectura con la otra mano.

El ejecutante mantendrá la posición hasta que el evaluador diga basta, con lo que queda claro que el descenso deberá realizarse lentamente y sin hacer rebotes.

- **Anotación:** Se anotarán los cms. que marque la regleta en el extremo de los dedos del ejecutante, pudiendo ser estos de signo Positivo o Negativo.

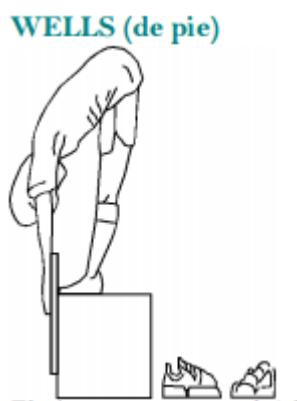
Puesto que el valor CERO se encuentra a la altura de la planta de los pies del ejecutante, si se consigue bajar más abajo, los cms. conseguidos tendrán signo Positivo. Si el ejecutante no consiguiera llegar hasta sus pies, los cms. Conseguidos tendrán signo negativo. Ver Gráfico

1.

(Bustamante)

### **Grafico 1.**

*Material y postura ideal para el desarrollo del test de Wells. (krauss weber, 1960)*



#### 4.7. Test de fuerza máxima isométrica tren superior (dinamometría)

El propósito de esta prueba es evaluar la fortaleza de los músculos en los dedos de la mano y del antebrazo.

Protocolo:

- Coloque el (indicador) del dinamómetro en cero de la escala.
- Toma el dinamómetro en su mano y ajústelo, de manera que puedas acomodar la palma de la mano sobre el mango del dinamómetro y la segunda falange de los cuatro últimos dedos debajo de la otra rama del mango.
- El sujeto se coloca de pie, sosteniendo el dinamómetro en posición de 90° el antebrazo sin ningún otro movimiento de ayuda.
- Apriete el aparato con la mayor fuerza posible, sin permitir que la mano ni el brazo toque el cuerpo o cualquier otro objeto; de lo contrario, se debe invalidar la prueba y volver a repetirla.
- Durante la aprehensión, no se debe balancear ni ejecutar un movimiento de bombeo con el brazo. Esto puede falsamente aumentar la puntuación obtenida.
- Repite la prueba dos veces más con la misma mano, informando al sujeto de su puntuación luego de cada lectura.
- Permite que el sujeto repose 1 minuto entre cada intento.
- Tomar el mayor de los 3 intentos como su fortaleza isométrica máxima de la mano.
- Repetir 3 intentos más con la otra mano. Ver gráfico 2

(Bohannon, 1998)

## Grafico 2.

*Material y postura ideal para el desarrollo del test de FIM – Hand Grip. (Bohannon, 1998).*



## 4.8. Test de saltos

### 4.8.1. Test de Salto en Contramovimiento (CMJ)

En esta prueba el individuo se encuentra en posición erguida con las manos en la cintura, teniendo que efectuar un salto vertical después de un rápido contra movimiento hacia abajo.

Protocolo:

- Durante la acción de flexión de rodillas y cadera, el tronco debe permanecer lo más erguido posible para evitar cualquier posible influencia de la extensión del tronco en el rendimiento de los miembros inferiores.

## Grafico 3.

*Secuencia de posiciones técnicas de salto CMJ (Fernando, A 2013)*



- En este salto, el atleta está en posición vertical sitúa la vista al frente, ambas manos en las caderas (imagen 1). En un movimiento descendente rápido y continuo dobla las rodillas (fase excéntrica) (imagen 2) hasta un ángulo de flexión de 90° (fase isométrica o acoplamiento) manteniendo el tronco lo más próximo al eje vertical posible y desde allí genera la impulsión vertical (fase concéntrica) (imagen 3) que lo eleva.
- Durante toda la fase de vuelo al atleta debe mantener sus miembros inferiores y tronco en completa extensión, hasta la recepción con la plataforma (imagen 4).
- Es muy importante comprender que la recepción durante la caída debe ejecutarse en flexión plantar a nivel del tobillo (extensión de la articulación del tobillo) y en extensión de rodilla y cadera, para luego si generar flexión de los núcleos articulares y amortiguar el impacto generado por la masa corporal durante la caída del salto.

**(Hatze, 1998)** Respecto a la validez y fiabilidad del salto vertical con contra - movimiento, como prueba para evaluar la potencia muscular de la cadena biocinémática, no afectan para nada los objetivos y la calidad de los resultados de este estudio.

#### **4.8.2. Test de salto en Angulo de 90 grados, (S.J)**

Protocolo:

- En esta prueba el individuo debe efectuar un salto vertical partiendo de la posición de media sentadilla (rodillas flexionadas a 90°), con el tronco erguido y con las manos dispuestas en la cintura. El individuo debe efectuar la prueba sin realizar contra

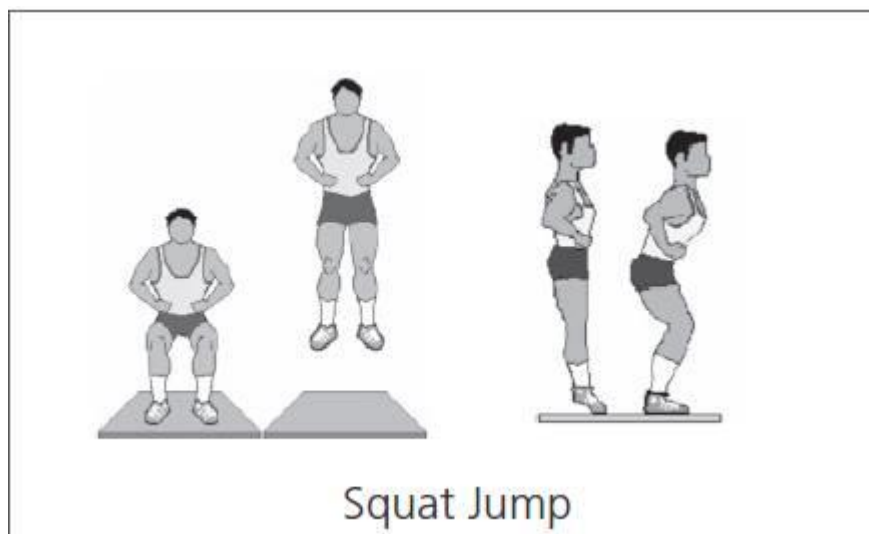
movimientos hacia abajo. El salto, firme, y realizado sin la ayuda de los brazos, constituye una prueba sencilla de fácil aprendizaje y de elevada estandarización. Para realizar correctamente el test es necesario tener en cuenta las siguientes reglas:

Previo al Salto: Flexión en las rodillas a 90°, Manos en la cintura, tronco erguido

Durante el Salto: Las rodillas 180° si flexionarlas más de los 90° anterior, no soltar las manos de la cintura. Ver gráfico 4

#### Grafico 4.

*Material y postura ideal para el desarrollo del test de salto - SJ (Fernando, A 2013).*



#### 4.8.3. Test de salto libre (abalakov)

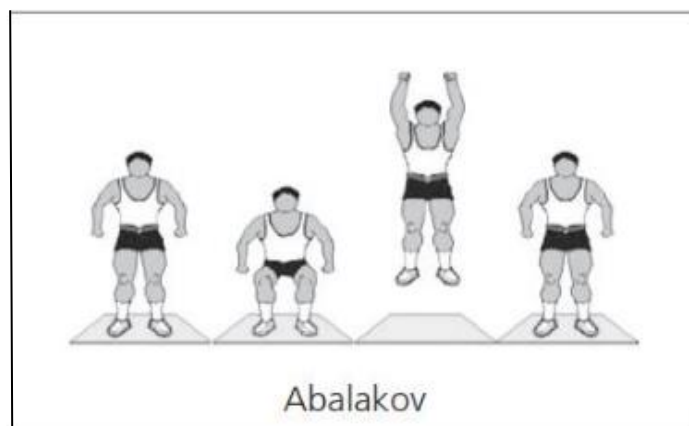
Protocolo:

- Al igual que los otros dos test, pero no hay restricción de uso de apoyo es impulso de la cadera (tronco) y tren superior.

- Colócate en la zona de salto flexiona las piernas y salta hacia arriba lo más alto posible.
- Puedes realizar la prueba hasta tres veces. Ver gráfico 5.

### **Grafico 5.**

*Material y postura ideal para el desarrollo del test de salto libre (Fernando, A 2013).*



(mella, 2013)

### **4.9. Test de conconi– Umbral Anaeróbico**

El test de Conconi (Conconi et al, 1982) ha sido objeto de estudio desde su publicación observándose su utilidad para la medición no invasiva de la intensidad del ejercicio así como el establecimiento del umbral anaeróbico (Ballarin et al, 1989; Hofmann et al, 1997; Jeukendrup et al, 1997), estudiándose también su relación con el punto de ruptura de la curva de lactato (Jones y Doust, 1997) Incluso ha sido modificado (Sentija et al, 2007) y adaptado a niños y jóvenes (Ballarín et al, 1996) La medición de otros parámetros relacionados con el rendimiento en pruebas de resistencia ha hecho necesario la realización de test en laboratorio (Hopkins y McKenzie, 1994; Kuipers et al, 1985) siendo incluso correlacionadas con el rendimiento en pruebas de larga distancia (Lehmann et al, 1983; Londeree, 1986). En todo caso siempre se ha

tratado de relacionar los test que se realizan en el laboratorio con los test de campo dada su accesibilidad y facilidad en el control del entrenamiento. Varias han sido las disciplinas que han sido estudiadas en este sentido, como el caso más relacionado con el actual estudio sobre la valoración de corredores de élite (Kranenburg y Smith, 1996), también encontramos el fútbol (Chamari et al, 2004; Metazas et al, 2005), la mountain bike (Prins et al, 2007), el esquí (Verges et al, 2003 y 2006) e incluso el cricket (Elliott y Alderson, 2007). (Ferrari, 1982)

## **5. Sistema de clasificación de atletismo del (IPC)**

“El objetivo de cualquier sistema de clasificación es el de agrupar a atletas que tengan una capacidad de movimiento aproximadamente similar. La capacidad de movimiento se define como el potencial para contraer los músculos que da lugar al movimiento activo de las extremidades y del tronco”.(comite paralimpico internacional , 1998)

### **5.1. Clasificación de la sección de pruebas de atletismo**

- 1.** Será un proceso integrado y el jurado estará formado por miembros de todos los grupos de discapacitados.
- 2.** En el momento de designar el panel para evaluar al atleta, se tendrá en consideración la causa de la discapacidad del atleta.
- 3.** El proceso constará de tres etapas:
  - a)** médica.

**b) funcional.**

**c) revisión de los juegos.**

**4.** En el proceso participarán tres personas tanto en la fase inicial como en la fase de la reclamación, es decir, en la clasificación del atleta participarán tres miembros del jurado.

**5.** Cada subsección de las pruebas de atletismo del IPC contará con una lista máster de los atletas que competirán en dicha sección.

**6.** En esta lista máster constará una P o R a continuación del nombre atleta, significando la (P) que se trata de una clasificación permanente y la (R) que es una clasificación susceptible de revisión.

**7.** Antes del comienzo de los Juegos se remitirá a la sección de pruebas de atletismo del IPC la lista de los atletas que competirán en un Juego en particular. Esta lista se distribuirá a las subsecciones pertinentes de la sección de pruebas atléticas del IPC. La persona responsable de la subsección consultará la lista máster del grupo de discapacidad en particular y asignará tres anotaciones a los atletas que van a competir en los Juegos: (P) indicando que el atleta en cuestión tiene una clasificación permanente, (R) que indicará que la clasificación es susceptible de revisión y (N) que indicará que se trata de un nuevo atleta que no ha sido clasificado internacionalmente.

**8.** El sistema de reclamación es preciso y está claramente definido y se deben tener en cuenta las anotaciones asignadas al atleta, es decir, si la clasificación es permanente (P), susceptible de revisión (R) o se trata de un nuevo atleta (N). En este sistema también se indica quién puede realizar la reclamación y cuándo la puede realizar.



**9.** Hay cuatro categorías:

### **Categoría A**

Las reclamaciones de los atletas que tienen una clasificación permanente (P) las realizarán el manager del equipo o el Chef de Mission del país en los Juegos. Estas reclamaciones se podrán realizar hasta 72 horas antes de que comience la primera competición de los Juegos.

La clasificación de los atletas con una clasificación permanente (P) no se podrá modificar durante los Juegos.

Si de acuerdo con el parecer del Jurado de Clasificación se tuviera que revisar la clase a la que pertenece un atleta permanente como resultado de su rendimiento durante los Juegos, dicha revisión sólo se podría realizar finalizada la última competición del atleta en los Juegos.

### **Categoría B**

Los atletas que tienen una clasificación susceptible de revisión (R) son atletas cuyo perfil se encuentra generalmente entre dos clases. La clasificación se debe revisar a petición del Jurado de Clasificación. El Jurado de Clasificación podrá adoptar una decisión hasta 72 horas antes de la primera competición de los Juegos.

El procedimiento de clasificación de la revisión incluye una revisión médica, una evaluación funcional antes de los Juegos y una evaluación durante la primera competición del atleta en los Juegos. La decisión final se deberá adoptar en un plazo de 30 minutos desde la comunicación de los resultados oficiales de la competición.

### **Categoría C**

Los atletas que son nuevos (N) nunca han sido clasificados en Juegos Internacionales. Después de la primera competición, el Chef de Mission, el manager del equipo o el entrenador responsable del país podrán reclamar la clasificación de un atleta considerado nuevo (N). Esta reclamación se deberá realizar en un plazo de 30 minutos desde la comunicación de los resultados oficiales de la competición.

El procedimiento de clasificación de un atleta nuevo incluye una revisión médica, una evaluación funcional antes de los Juegos y una evaluación durante la primera competición del atleta en los Juegos. La decisión final se deberá adoptar en un plazo de 30 minutos desde la comunicación de los resultados oficiales de la competición.

### **Categoría D**

Si durante los juegos se observa que un atleta con clasificación susceptible de revisión (R) o un atleta nuevo (N) muestran una mayor función que la que se observó en el momento de la primera evaluación, únicamente los miembros del comité de clasificación podrán realizar una reclamación. La reclamación se basará en que el atleta no ha actuado honestamente durante el proceso de clasificación.

Si después de realizada la evaluación pertinente se descubre que el atleta no ha actuado honestamente y ha engañado, se penalizará al atleta descalificándolo de los Juegos y se devolverán las medallas que haya ganado.

## 5.2. Pruebas para atletas con parálisis cerebral

La letra “T” marca las pruebas de carreras, la letra “F” equivale a pruebas de saltos, lanzamientos y pentatlón.

**T35 Y F35 Atletas CP5. Ambulantes.** El atleta tiene un equilibrio estático normal, pero muestra problemas en el equilibrio dinámico. Un pequeño desvío del centro de gravedad puede llevar a una pérdida de equilibrio. El atleta puede necesitar la ayuda de algún aparato para caminar, pero no necesariamente cuando está parado o tirando (pruebas de campo en atletismo). El atleta puede tener suficiente función para correr en la pista. Ver tabla 3.

**Tabla 3.**

*Clasificación según el (IPC) comité paralímpico internacional, en competencias atléticas (1998).*

CLASIFICACION	CARACTERISTICAS	
<b>T35 A T38</b>	Hypertonia	La parálisis cerebral, derrame cerebral, daño cerebral adquirido. Esclerosis múltiple.
	<b>Athetosis</b>	Ataxia resultante de parálisis cerebral, lesión cerebral, ataxia de Friedreich, múltiple esclerosis, espinocerebelosa ataxia.
	Ataxia	Parálisis cerebral, lesión cerebral traumática, derrame cerebral.

## 6. Metodología

### 6.1. Tipo de estudio

La investigación propuesta se desarrolló con un enfoque cuantitativo, de alcance descriptivo y de corte transversal.

#### 6.1.1. Estudio de caso

Stake (1995) según Simons 2001 “Considera el estudio de caso como un sistema integrado que se centra en lo específico, no en lo general. “El caso es algo específico, complejo y activo”, se puede presentar enfoques cualitativos, mixtos o descriptivos. Como el estudio desarrollado por Billat en un estudio de caso en un ciclista de alta edad y rendimiento deportivo.

Billat, V. L., Dhonneur, G., Mille-Harnard, L., Le Moyec, L., Momken, L., Launay, T., & Besse, S. (2016). Case Studies in Physiology: Maximal Oxygen Consumption and Performance in a Centenarian Cyclist. *Journal of Applied Physiology*, jap-00569.

**Sujeto:** El deportista con quien se desarrolló el presente estudio pertenece al grupo de la liga huilense de deportistas con PC (Lihuilde-pc), joven 23 años de edad de nivel sociocultural medio y nivel técnico de estudios realizados. Reside en el domicilio familiar junto a sus padres y hermanos, en un ambiente que él considera óptimo; en el municipio (Neiva – Huila). Su categoría de discapacidad es T35 (PC) con una estatura de 1.57m el peso corporal de 48.1kg, lateralidad (izquierdo) y la medida del índice de masa corporal (IMC) 19.1; (tabla 5). Este deportista quien busca llegar a otros juegos Paranales o posibles internacionales, realiza sus

entrenamientos cuatro días a la semana, durante un tiempo determinado en dos horas y media en un lugar apto para su preparación.

Las características más comunes que tiene el atleta son:

- Ha entrenado sistemáticamente los últimos 2 años.
- Ha participado en al menos un campeonato nacional paralímpico en el último año.
- Ha ganado medalla de bronce y plata en juegos Paranales 2015.

Se programó y aplicó con el atleta “Libardo Guluma” una variedad de test con el fin de caracterizar su nivel de condición física y otras variables fisiológicas y cinemáticas de la carrera en diferentes distancias.

Con el fin de entender un poco más las alteraciones producidas por la PC, se presentan con el consentimiento del sujeto algunas de las anotaciones médicas en su historia Clínica.

## **7. Historia Clínica Medicina Física Y Rehabilitación**

Paciente con diagnóstico de parálisis cerebral por antecedentes de meningitis al año de edad. Fiebre que presenta hemiparesia izquierda espástica desde entonces, tiene dificultad para la marcha porque tiene equino del pie izquierdo, la funcionalidad de sus miembros superiores es adecuada, aunque dice que todo su cuerpo es rígido por lo que los movimientos no son más rápidos. No logra saltar, puede correr, sube y baja escaleras con apoyo de baranda ocasional. Es independiente en todas sus actividades. Realizaron alargamientos de tendón de Aquiles a los 6 años de edad en una ocasión. Tratamiento terapia física y ocupacional donde dicen que colocan corriente y hacen ejercicios de armar en sus miembros superiores, también de equilibrio.

**7.1. Antecedentes:** meningitis al año de edad.

**Frecuencia Cardíaca:** 78 pulsaciones por minuto (ppm), **Frecuencia Respiratoria:** 18 ventilaciones por minuto (Vpm), **PIEL:** normal, **Cabeza y Cráneo:** normal; **Valoración Cardiopulmonar:** ruidos cardíacos rítmicos, no soplos. Pulmones sin sobre agregados; **abdomen:** blando, no masas, no dolor; **osteomuscular:** arco de movilidad de rodilla derecha conservada, la izquierda logra extensión de 15°. Cuello de pie derecho logra neutro pasivamente con dificultad, el pie izquierdo llega a 20° plantiflexión mínima. No escoliosis, **Neurológico:** cuadriparesia espástica, asworth 1+/4 en bíceps y flexores de muñeca; en isquiotibiales gastrocnemios derechos asworth ¾ y en isquiotibiales gastrocnemios izquierdos asworth ¾ y 4/4 respectivamente; Patrones motores funcionales miembros superiores, control dorsiflexor selectivo regular derecho y deficiente izquierdo. **Funcionalidad:** marcha con equino bilateral de predominio izquierdo, tendencia a agazamiento de rodilla izquierda.

**Diagnóstico:** PC tipo cuadriparesia espástica estado funcional I/V

**Plan:** Cursa con deformidades esqueléticas en cuellos de pie de predominio izquierdo que ya está estructurada y no a mejorar con medicación anti-espástica o terapia física; para optimizar el patrón de marcha y evitar mayor deformidad se sugiere manejo quirúrgico. Se solicita laboratorio de marcha y val por ortopedio con este resultado. Recomienda ejercicio de fortalecimiento de cuádriceps y glúteos, también de músculos de cintura escapular con ejercicios de resistencia, no colocar electro-estimulación. Control luego de laboratorio de marcha.

Según la descripción anterior y los principios de clasificación del (IPC), se ubicó a este deportista PC en el nivel T35, F35 CP5, que configura deportistas, Ambulantes y con parálisis cerebral.

## **7.2 resultados oficiales juegos paranacionales ver anexos**

# **8. Procedimiento**

## **8.1. Primera fase (socialización)**

Inicialmente se envió una carta el día 04 de mayo 2016 al equipo de trabajo del Inderhuila para socializarles los objetivos principales del estudio de caso e invitarlos a participar en el mismo, se firmó el consentimiento informado correspondiente a la fecha 01 de junio 2016 para participar voluntariamente en la investigación.

La profesora encargada de los deportistas no convencionales, fue informada del proceso por el cual se realizó los test y se convino la definición de los días y horarios de aplicación de pruebas. Todos los trabajos fueron realizados en la universidad Surcolombiana, en la pista atlética y en el gimnasio central con el apoyo del Lic. Saulo Andrés Chamorro.

## **8.2. Segunda fase**

Al deportista se le realizaron varios test en forma de prueba piloto para la familiarización en cada uno de ellos. Primero se realizó la toma de las medidas antropométrica (pliegues, diámetros, perímetros) del atleta; luego, se realizó el test de flexibilidad (Wells), test de fuerza isométrica máxima (dinamómetro), test de salto que incluye (CMJ, SJ, Libre), valoración de carrera en 40mts – 100mts – 200mts – 400mts, Respuesta fisiológica y cinemática y por último el test de Conconi en tapis rodante, asimetría de carrera.

Todos los test desarrollados al deportista fueron aplicados con los protocolos de base, con mínimas adaptaciones en dependencia de las posibilidades funcionales del evaluado.

Se diseñó un cronograma para que el atleta estuviera preparado el día correspondiente a la prueba, en el lugar indicado (USCO) pista atlética, sin interrupción alguna de sus entrenamientos y asuntos personales.

### 8.3. Tercera fase

Se presenta el cronograma de actividades desarrollado en este estudio, delimitando lugar, fecha y actividad aplicada, ver tabla 4.

**Tabla 4.**

*Cronograma de actividades desarrolladas.*

<b>FECHAS</b>	<b>CRONOGRAMA</b>				
<b>AGOSTO</b>	<b>LUNES</b>	<b>MARTES</b>	<b>MIERCOLES</b>	<b>JUEVES</b>	<b>VIERNES</b>
11/08/16				Medidas antropométricas	
22/08/16	Test Saltos				
26/08/16					Test 40mts Flexibilidad Fuerza máxima
31/08/16			Test 100mts		
<b>SEPTIEMBRE</b>					
02/09/16					Test 200mts
05/09/16	Test 400mts				
14/09/16		Test tapis rodante			
21/09/16			Test Saltos		
23/09/16					Flexibilidad Fuerza máxima



<b>OCTUBRE</b>					
05/10/16			Test 100mts		
10/10/16	Test 200mts				
12/10/16			Test 400mts		
19/10/16			Test tapis rodante		
21/10/16					Test 40 mts
25/10/16		Test 100mts			
28/10/16					Test 200mts
31/10/16	Test flexibilidad Test fuerza máxima				
<b>NOVIEMBRE</b>					
02/11/16			Test 400mts		
04/11/16					Medidas antropométricas Test Tapis rodantes
08/11/16		Test saltos	Test 40mts		

El atleta LIBARDO GULUMA antes de dar inicio a cualquiera de los test a aplicar, realizaba un calentamiento durante 10 minutos, siguiendo el protocolo que comúnmente usaba en sus prácticas y bajo la dirección de su entrenadora.

Todos los test aplicativos fueron realizados en la pista atlética en las horas de la tarde con una temperatura d 35°C a partir de las 3:00pm o 4:00pm orientados por las estudiantes y el asesor encargado del trabajo.

Se tuvo como requisito que para las pruebas de mayor exigencia se procuraba otorgar un mínimo de 48 horas de descanso al atleta para que se sintiera capacitado de realizar el test y con una buena disposición.

### *Análisis estadístico*

Los resultados son expresados como media  $\pm$  DE y rango de valores (min a max). El software Microsoft Excel (2012) fue utilizado para el análisis estadístico descriptivo. Un análisis de diferencia porcentual entre medias fue utilizado para analizar la variación entre los valores de sesión, repetición y promedio general.

## **9. Resultados**

Los test de carreras en 40, 100, 200 y 400mts, fueron monitorizados durante las sesiones de trabajo con el dispositivo de análisis de rendimiento deportivo con tecnología GPS y una banda de transmisión Wireles polar H7 (Copyright 2016 Polar Electro Oy, FI-90440 KEMPELE, Finlandia.) En cada sesión de trabajo el atleta portaba un arnés de neopreno que contenía un dispositivo (GPS SPI Elite (GPSsports Systems, Pty. Ltd., 2003, Australia)), que es ubicado en la parte alta de la espalda. Se evaluó los patrones fisiológicos de frecuencia cardiaca (FC mínima, media, máxima y de recuperación por carga del minuto 1 al 5), “Un monitor de frecuencia cardíaca Polar se colocó alrededor del pecho en el deportista realizando un calentamiento de 5 minutos de ejecución en la cinta de correr a una velocidad auto-seleccionada”. Chamorro, 2012 y un estudio en deportistas de futbol con parálisis cerebral publicado por Saichon Kloyiam, Sarah Breen, and Philip Jakeman, (Astorino, 2008).

Posteriormente, se descargó los datos a un ordenador personal, para luego procesarlos en software Team Ams 2,1 (GPSports Team AMS, V1.2, 2006 Australia). El análisis realizado fue

estadística descriptiva (valor promedio, máximo y mínimo) de los datos obtenidos en cada variable de análisis.

### 9.1. Datos Antropométricos

Para la obtención de estos datos se vinculó a un experto evaluador categorizado en ISAK nivel I y se siguieron los protocolos de la ISAK y fórmulas de estimación propuestos por Yuhasz, 1974.

La tabla 5 muestra las principales características del atleta que participo en el estudio.

**Tabla 5.**  
*Características corporales*

SUJETO	Edad (Años)	Talla (cm)	Peso (kg)	IMC	ICC	% GRASA	Sumatoria de pliegues
Libardo Guluma	23,3	157	48,1	19,1	0,9	6,78	10,67

**Tabla 6.**  
*Medidas antropométricas*

Diámetros Óseos (mm)	Derecha	Izquierda	Peso Óseo Derecho	Peso Óseo Izquierdo
Fémur	8.4	8.1	8.3	7.9
Muñeca	5	4.9		

**Tabla 7.**  
*Medidas antropométricas*

Pliegues Cutáneos	Derecha	Izquierda	Diferencia %
Tricipital	5	5	0
Subscapular	10	9	10
Supraespinal	5	7	28.5
Abdominal	8	8	0
Muslo	8	7	12.5
Pierna	4	4	0

La tabla 6 y 7 muestra las características y diferencias entre los valores de diámetro óseo en extremidades superiores (2%) e inferiores (3.57%), así como las diferencias entre los valores de pliegues cutáneos, siendo los más marcados los encontrados en la zona supra espinal izquierda (28.5%) y muslo derecho (12.5%). A nivel general observamos diferencias en los pliegues cutáneos de 8.5%.

## **9.2 Test de índice de recuperación de FC**

Se presenta los valores de la respuesta fisiológica de FC una vez finalizada la carga física de carrera (40m, 100m, 200m y 400m) y justo al finalizar los minutos 1 al minuto 5 (R1, R2, R3, R4 y R5) de recuperación posterior a la carga desarrollada. Los valores se presentan agrupados en tres (3) sesiones (s1, s2, s3) y por cada sesión una serie de tres (3) repeticiones (r1, r2, r3). El tiempo o intervalo de descanso entre repeticiones fue de 10 minutos. Para el registro de la frecuencia cardiaca se utilizó un dispositivo (GPS SPI Elite (GPSsports Systems, Pty. Ltd., 2003, Australia)); que registra la frecuencia cardiaca a 1hz y se usó una banda torácica polar.

Se supone que la frecuencia cardiaca de recuperación es más rápida cuando la condición aeróbica del sujeto es mejor, por lo tanto el porcentaje de la misma aumentaría cuando se eleve el nivel de condición física (Dennis y Noakes, 1998 en Lamberts t al. 2004) Así, la frecuencia cardiaca se recupera más rápido en sujetos entrenados que en sujetos no entrenados luego de realizar ejercicios a intensidades similares (Bunc, 1988; Short y Sedlok, 1997 en Lamberts et al. 2009).

Como dato especial y siguiendo a Tanaka en Robergs (2002) y Cruz et al. (2014), se define como fórmula para estimar el valor de FCmax teórica la ecuación  $207-0.7*\text{edad}$ , con lo cual el valor de

FCmax del sujeto es de 191 ppm. Según lo planteado anteriormente, sobre un mayor gasto energético y esfuerzo en atletas con PC, por las diversas alteraciones de carácter funcional, estructural y neuromuscular, se acoge lo propuesto por Cruz et al. (2014), quienes realizan una corrección de 6 ppm al valor estimado por la fórmula de Tanaka, asumiendo así un valor de FCmax teórica de 197 ppm. (Martínez, Valencia, & Mesa, 2014).

### ***9.2.1. Índice de recuperación de Frecuencia Cardíaca en carrera de 40m***

Se presentó un valor promedio general de frecuencia cardíaca máxima (FCmax) de  $176 \pm 18.9$  ppm. (156 a 194) tras ejecutar la carrera de 40 m al máximo rendimiento. Este valor con respecto a la FC de inicio es de 140% y respecto a la FCmax es 10.6% menor.

Al minuto 1 de recuperación el valor de la FC R1 fue de  $143 \pm 11.8$  (130 a 153), presentando una disminución de  $18.6\% \pm 2.2\%$  con respecto a la (FCmax) generada por la carga Física interpuesta por la carrera.

Al minuto 2 de recuperación el valor de la FC R2 fue de  $128 \pm 12.2$  (115 a 139), presentando una disminución de  $27.1\% \pm 1.1\%$ , con respecto a la (FCmax).

Al minuto 3 de recuperación el valor de la FC R3 fue de  $118 \pm 8.3$  (109 a 125), presentando una disminución de  $32.7\% \pm 2.6\%$ , con respecto a la (FCmax).

Al minuto 4 de recuperación el valor de la FC R4 fue de  $118 \pm 5.7$  (112 a 122), presentando una disminución de  $32.4\% \pm 4.7\%$ , con respecto a la (FCmax).

Al minuto 5 de recuperación el valor de la FC R5 fue de  $113 \pm 7.3$  (105 a 119), presentando una disminución de  $35.5\% \pm 2.9\%$  con respecto a la (FCmax).

Se observa un incremento en el % de disminución de la FC de 16.9% del valor de R1 a R5.

Ver tabla 8.

Tabla 8.

*Índice de fatiga carrera 40 metros*

Carrera de 40 m												
Sesión 1, Repeticiones 1, 2 y 3			Sesión 2, Repeticiones 1, 2 y 3		Sesión 3, Repeticiones 1, 2 y 3		Promedio Final					
Variables	Frec. Cardíaca (p.p.m.)	% de Disminución respecto a la FC Final	Frec. Cardíaca (p.p.m.)	% de Disminución /FC Final	Frec. Cardíaca (p.p.m.)	% de Disminución /FC Final	Frec. Cardíaca (p.p.m.)	Desvest	Min	Max	% de Disminución /FC Final	Desvest
Frec. Cardíaca Final Ejercicio (p.p.m.)	194		178		156		<b>176</b>	18.9	156	194		
Frec. Cardíaca Recuperación 1' min. (p.p.m.)	153	21.1	146	17.8	130	16.8	<b>143</b>	11.8	130	153	<b>18.6</b>	2.2
Frec. Cardíaca Recuperación 2' min. (p.p.m.)	139	28.4	131	26.4	115	26.4	<b>128</b>	12.2	115	139	<b>27.1</b>	1.1
Frec. Cardíaca Recuperación 3' min. (p.p.m.)	125	35.6	120	32.2	109	30.3	<b>118</b>	8.3	109	125	<b>32.7</b>	2.6
Frec. Cardíaca Recuperación 4' min. (p.p.m.)	121	37.6	122	31.1	112	28.4	<b>118</b>	5.7	112	122	<b>32.4</b>	4.7
Frec. Cardíaca Recuperación 5' min. (p.p.m.)	119	38.7	116	35.0	105	32.8	<b>113</b>	7.3	105	119	<b>35.5</b>	2.9

### ***9.2.2. Índice de recuperación de Frecuencia Cardíaca en carrera de 100 m***

Se presentó un valor promedio general de frecuencia cardíaca máxima (FCmax) de  $210 \pm 12.4$  ppm. (199 a 223) tras ejecutar la carrera de 100 m al máximo rendimiento. Este valor con respecto a la FC de inicio es de 126% y respecto a la FCmaxt es 5.7% mayor.

Al minuto 1 de recuperación el valor de la FC R1 fue de  $157 \pm 15.1$  (146 a 174), presentando una disminución de  $25.3\% \pm 3.5\%$  con respecto a la (FCmax) generada por la carga Física interpuesta por la carrera.

Al minuto 2 de recuperación el valor de la FC R2 fue de  $138 \pm 16.5$  (127 a 152), presentando una disminución de  $34.3\% \pm 4.3\%$ , con respecto a la (FCmax).

Al minuto 3 de recuperación el valor de la FC R3 fue de  $132 \pm 12.3$  (123 a 146), presentando una disminución de  $37.1\% \pm 2.9\%$ , con respecto a la (FCmax).

Al minuto 4 de recuperación el valor de la FC R4 fue de  $127 \pm 7.0$  (120 a 134) presentando una disminución  $39.2\% \pm 3.0\%$  con respecto a la (FCmax).

Al minuto 5 de recuperación el valor de la FC R5 fue de  $120 \pm 7.1$  (112 a 126) presentando una disminución de  $42.7\% \pm 5.1\%$ , con respecto a la (FCmax).

Se observa un incremento en el % de disminución de la FC de 17.4% del valor de R1 a R5.

Ver tabla 9.



Tabla 9.

*Índice de fatiga carrera 100 metros*

Carrera de 100 m												
Sesión 1, Repeticiones 1, 2 y 3			Sesión 2, Repeticiones 1, 2 y 3		Sesión 3, Repeticiones 1, 2 y 3		Promedio Final					
Variables	Frec. Cardíaca (p.p.m.)	% de Disminución respecto a la FC Final	Frec. Cardíaca (p.p.m.)	% de Disminución /FC Final	Frec. Cardíaca (p.p.m.)	% de Disminución /FC Final	Frec. Cardíaca (p.p.m.)	Desvest	Min	Max	% de Disminución /FC Final	Desvest
Frec. Cardíaca Final Ejercicio (p.p.m.)	199		223		206		<b>210</b>	12.4	199	223		
Frec. Cardíaca Recuperación 1' min. (p.p.m.)	150	24.7	174	22.1	146	29.1	<b>157</b>	15.1	146	174	<b>25.3</b>	3.6
Frec. Cardíaca Recuperación 2' min. (p.p.m.)	130	34.8	157	29.7	127	38.3	<b>138</b>	16.5	127	157	<b>34.3</b>	4.3
Frec. Cardíaca Recuperación 3' min. (p.p.m.)	127	36.3	146	34.6	123	40.3	<b>132</b>	12.3	123	146	<b>37.1</b>	2.9
Frec. Cardíaca Recuperación 4' min. (p.p.m.)	128	35.8	134	40.0	120	41.7	<b>127</b>	7.0	120	134	<b>39.2</b>	3.1
Frec. Cardíaca Recuperación 5' min. (p.p.m.)	126	36.8	121	45.8	112	45.6	<b>120</b>	7.1	112	126	<b>42.7</b>	5.2

### ***9.2.3. Índice de recuperación de Frecuencia Cardíaca en carrera de 200 m***

Se presentó un valor promedio general de frecuencia cardíaca máxima (FCmax) de  $213 \pm 14.4$  ppm. (196 a 224) tras ejecutar la carrera de 200 m al máximo rendimiento. Este valor con respecto a la FC de inicio es de 117% y respecto a la FCmaxt es 7.5% mayor.

Al minuto 1 de recuperación el valor de la FC R1 fue de  $167 \pm 11.7$  (155 a 178) presentando una disminución de  $21.0\% \pm 7.7\%$ , con respecto a la (FCmax) generada por la carga Física interpuesta por la carrera.

Al minuto 2 de recuperación el valor de la FC R2 fue de  $160 \pm 14.5$  (144 a 170) presentando una disminución de  $24.2\% \pm 9.7\%$ , con respecto a la (FCmax).

Al minuto 3 de recuperación el valor de la FC R3 fue de  $153 \pm 12.7$  (139 a 161) presentando una disminución de  $27.5\% \pm 9.1\%$ , con respecto a la (FCmax).

Al minuto 4 de recuperación el valor de la FC R4 fue  $148 \pm 6.7$  (141 a 154), presentando una disminución de  $30.1\% \pm 5.9\%$ , con respecto a la (FCmax).

Al minuto 5 de recuperación el valor de la FC R5 fue de  $131 \pm 12.4$  (124 a 146) presentando una disminución de  $38.2\% \pm 4.1\%$  con respecto a la (FCmax).

Se observa un incremento en el % de disminución de la FC de 17.2% del valor de R1 a R5.

Ver tabla 10.

Tabla 10.

*Índice de fatiga carrera 200 metros*

Carrera de 200 m												
Sesión 1, Repeticiones 1, 2 y 3			Sesión 2, Repeticiones 1, 2 y 3		Sesión 3, Repeticiones 1, 2 y 3		Promedio Final					
Variabes	Frec. Cardíaca (p.p.m.)	% de Disminución respecto a la FC Final	Frec. Cardíaca (p.p.m.)	% de Disminución /FC Final	Frec. Cardíaca (p.p.m.)	% de Disminución /FC Final	Frec. Cardíaca (p.p.m.)	Desvest	Min	Max	% de Disminución /FC Final	Desvest
Frec. Cardíaca Final Ejercicio (p.p.m.)	196		224		218		<b>213</b>	14.4	196	224		
Frec. Cardíaca Recuperación 1' min. (p.p.m.)	170	13.6	178	20.5	155	29.0	<b>167</b>	11.7	155	178	<b>21.0</b>	7.7
Frec. Cardíaca Recuperación 2' min. (p.p.m.)	168	14.6	170	24.1	144	34.0	<b>160</b>	14.5	144	170	<b>24.2</b>	9.7
Frec. Cardíaca Recuperación 3' min. (p.p.m.)	161	18.1	161	28.1	139	36.3	<b>153</b>	12.7	139	161	<b>27.5</b>	9.1
Frec. Cardíaca Recuperación 4' min. (p.p.m.)	150	23.7	154	31.3	141	35.4	<b>148</b>	6.7	141	154	<b>30.1</b>	5.9
Frec. Cardíaca Recuperación 5' min. (p.p.m.)	124	36.9	146	34.8	125	42.7	<b>131</b>	12.4	124	146	<b>38.2</b>	4.1

#### ***9.2.4. Índice de recuperación de Frecuencia Cardíaca en carrera de 400 m***

Se presentó un valor promedio general de frecuencia cardíaca máxima (FCmax) de  $226 \pm 3.0$ ppm. (224 a 230) tras ejecutar la carrera de 400 m al máximo rendimiento. Este valor con respecto a la FC de inicio es de 115% y respecto a la FCmaxt es 12.8% mayor.

Al minuto 1 de recuperación el valor de la FC R1 fue de  $163 \pm 9.5$  (152 a 169), presentando una disminución de  $28.2\% \pm 3.5\%$ , con respecto a la (FCmax) generada por la carga física interpuesta por la carrera.

Al minuto 2 de recuperación el valor de la FC R2 fue de  $145 \pm 15.0$  (128 a 155) presentando una disminución de  $36.0\% \pm 6.0\%$  con respecto a la (FCmax).

Al minuto 3 de recuperación el valor de la FC R3 fue de  $137 \pm 16.1$  (119 a 150) presentando una disminución de  $39.6\% \pm 6.6\%$ , con respecto a la (FCmax).

Al minuto 4 de recuperación el valor de la FC R4 fue  $132 \pm 10.8$  (120 a 141) presentando una disminución de  $41.8\% \pm 4.3\%$ , con respecto a la (FCmax).

Al minuto 5 de recuperación el valor de la FC R5 fue de  $127 \pm 15.5$  (111 a 144) presentando una disminución de  $44.0\% \pm 7.0\%$ , con respecto a la (FCmax).

Se observa un incremento en el % de disminución de la FC de 15.8% del valor de R1 a R5. (Ver tabla 11).

Tabla 11.

*Índice de fatiga carrera 400 metros*

Carrera de 400 m												
Sesión 1, Repeticiones 1, 2 y 3			Sesión 2, Repeticiones 1, 2 y 3		Sesión 3, Repeticiones 1, 2 y 3		Promedio Final					
Variables	Frec. Cardíaca (p.p.m.)	% de Disminución respecto a la FC Final	Frec. Cardíaca (p.p.m.)	% de Disminución /FC Final	Frec. Cardíaca (p.p.m.)	% de Disminución /FC Final	Frec. Cardíaca (p.p.m.)	Desvest	Min	Max	% de Disminución /FC Final	Desvest
Frec. Cardíaca Final Ejercicio (p.p.m.)	226		230		224		<b>226</b>	3,0	224	230		
Frec. Cardíaca Recuperación 1' min. (p.p.m.)	169	25.4	168	27.0	152	32.1	<b>163</b>	9,5	152	169	<b>28.2</b>	3,5
Frec. Cardíaca Recuperación 2' min. (p.p.m.)	155	31.6	153	33.5	128	42.9	<b>145</b>	15,0	128	155	<b>36.0</b>	6,0
Frec. Cardíaca Recuperación 3' min. (p.p.m.)	150	33.8	142	38.3	119	46.9	<b>137</b>	16,1	119	150	<b>39.6</b>	6,6
Frec. Cardíaca Recuperación 4' min. (p.p.m.)	141	37.7	135	41.3	120	46.4	<b>132</b>	10,8	120	141	<b>41.8</b>	4,3
Frec. Cardíaca Recuperación 5' min. (p.p.m.)	144	36.4	126	45.2	111	50.4	<b>127</b>	16,5	111	144	<b>44.0</b>	7,0

Tomando como referencia los valores porcentuales finales de recuperación de la frecuencia cardiaca (FC R1 – R5) post carga o ejercicio de carrera, se observa la mayor diferencia en la FC R1 en la carrera de 400 m y la menor en la carrera de 40 m.; para la FC R2, R3, R4 y R5 se presenta la misma tendencia. Ver tabla 12

**Tabla 12.**

*Frecuencia cardiaca de las carreras*

	Carrera de 40 m			Carrera de 100 m			Carrera de 200 m			Carrera de 400 m		
	% de Disminución /FC Final	Desv	Dif Rb-Ra	% de Disminución /FC Final	Desv	Dif Rb-Ra	% de Disminución /FC Final	Desv	Dif Rb-Ra	% de Disminución /FC Final	Desv	Dif Rb-Ra
<b>FC R1</b>	<b>18.6</b>	2.2		<b>25.3</b>	3.6		<b>21</b>	7.7		<b>28.2</b>	3.5	
<b>FC R2</b>	<b>27.1</b>	1.1	8.5	<b>34.3</b>	4.3	9	<b>24.2</b>	9.7	3.2	<b>36</b>	6	7.8
<b>FC R3</b>	<b>32.7</b>	2.6	5.6	<b>37.1</b>	2.9	2.8	<b>27.5</b>	9.1	3.3	<b>39.6</b>	6.6	3.6
<b>FC R4</b>	<b>32.4</b>	4.7	-0.3	<b>39.2</b>	3.1	2.1	<b>30.1</b>	5.9	2.6	<b>41.8</b>	4.3	2.2
<b>FC R5</b>	<b>35.5</b>	2.9	3.1	<b>42.7</b>	5.2	3.5	<b>38.2</b>	4.1	8.1	<b>44</b>	7	2.2
<b>Diferencia R1 - R5</b>	16.9			17.4			17.2			15.8		

## 10. Test de Wells – Flexibilidad

Se presenta los valores de promedio, desviación estándar, máximo y mínimo en el test de flexibilidad agrupado en 3 sesiones (s1, s2, s3) y por cada serie 3 repeticiones (r1, r2, r3), el tiempo o intervalo de descanso para realizar el ejercicio fueron de 1 minuto entre repeticiones, registrando los valores. (Ver tabla 13).

Tabla 13.

*Resultados en test de Wells - Flexibilidad.*

<b>Test de Wells - Flexion Anterior Tronco</b>			
	<b>Ses 1</b>	<b>Ses 2</b>	<b>Ses 3</b>
<b>REP 1</b>	-14	-10	-8
<b>REP 2</b>	-12	-10	-9
<b>REP 3</b>	-6	-4	-3
Promedio	-10.7	-8.0	-6.7
Desvest	4.16	3.46	3.21
Min	-14	-10	-9
Max	-6	-4	-3

Se observan los mejores resultados en esta cualidad física en la sesión tres (Ses 3) con menos  $-6.7 \pm 3.21$  cm (-9 a -3), siendo mejor resultado en comparación con la Ses 1 y Ses 2, en -60% y -20% respectivamente. El promedio general fue  $-8.4 \pm 3.6$  cm (-4.3 a -11).

### **11. Test de Fuerza Isométrica Máxima Manual – Hand grip**

Se presenta los valores de promedio, desviación estándar, máximo y mínimo en el test de fuerza máxima isométrica agrupado en 3 sesiones (s1, s2, s3) y por cada serie 3 repeticiones (r1, r2, r3), el tiempo o intervalo para realizar el ejercicio fue de 30 segundos entre repeticiones, evaluado por el lado izquierdo y lado derecho de sus extremidades.

Para el registro de la fuerza máxima se utilizó un dinamómetro (manual) que registra en kg. (Ver tabla 14).

Tabla 14.

*Resultados en test de Fuerza Isométrica Máxima Manual.*

<b>Fuerza Isométrica Máxima - Manual Test Hand Grip (Kgr-Fza)</b>						
<b>Lado Derecho (LD)</b>			<b>Lado Izquierdo (LI)</b>			
<b>Ses 1</b>	<b>Ses 2</b>	<b>Ses 3</b>	<b>Ses 1</b>	<b>Ses 2</b>	<b>Ses 3</b>	
28	26	28	25	30	27	
21	23	25	25	25	22	
22	28	30	29	26	26	
<b>Promedio</b>	23.7	25.7	27.7	26.3	27	25
<b>Desvest</b>	3.79	2.52	2.52	2.31	2.65	2.65
<b>Min</b>	21	23	25	25	25	22
<b>Max</b>	28	28	30	29	30	27

En los datos recopilados se observa un valor de fuerza isométrica manual general de  $25.7 \pm 2.9$  Kgrm/Fza o N (23 a 28.7) para el LD y  $26.1 \pm 2.5$  N (24 a 28.7) para el LI, la diferencia porcentual entre LD y LI fue de 1.7% y se observa un alto grado de homogeneidad en los valores de desviación estándar (LD: 2.9N vs LI: 2.5 N).



## 12. Test de Bosco – Potencia de tren Inferior

Se presenta los valores de promedio, desviación estándar, máximo y mínimo en el test de salto (CMJ – SJ – LIBRE) agrupado en 3 sesiones (s1, s2, s3) y por cada serie 3 repeticiones (r1, r2, r3), el tiempo o intervalo para realizar el ejercicio fue de 1 minuto entre repeticiones, registrando los valores. (Ver tabla 15).

**Tabla 15.**

*Resultados en test de Bosco, Test de Potencia Tren Inferior.*

Potencia Tren Inferior - Test Bosco									
	Salto CMJ (cm)			Salto SJ (cm)			Salto libre (cm)		
	Ses 1	Ses 2	Ses 3	Ses 1	Ses 2	Ses 3	Ses 1	Ses 2	Ses 3
	13.6	13.6	13.2	13.5	13	12.6	11	12	12.5
	19.6	19.6	21.3	16.5	16.5	18	16.5	21.1	16.5
	19	18	16.3	15	16.5	16.3	16.5	16.5	16.5
Promedio	17.4	17.1	16.9	15.0	15.3	15.6	14.7	16.5	15.2
Desvest	3.30	3.11	4.09	1.50	2.02	2.76	3.18	4.55	2.31
Min	13.6	13.6	13.2	13.5	13	12.6	11	12	12.5
Max	19.6	19.6	21.3	16.5	16.5	18	16.5	21.1	16.5

En los valores de la tabla se observa que el promedio final de altura lograda para la técnica de salto CMJ fue de  $17.1 \pm 3.5$  cm (13.5 a 20.2), Para la técnica de salto SJ fue de  $15.3 \pm 2.1$  cm (13 a 17) y para la técnica de salto libre fue de  $15.5 \pm 3.3$  cm (11.8 a 18); la altura de salto lograda en CMJ fue mayor en un 10.6% en comparación con el SJ; la altura de SJ fue menor el 0.9% en comparación con el salto libre; al comparar la altura de salto CMJ vs Salto libre el primero es 9.8% mayor.

### **13. Comparativo Frecuencia Cardiaca de Inicio y final de las carreras – tiempo de duración de las carreras.**

Se presenta los valores de promedio, desviación estándar, máximo y mínimo de la respuesta fisiológica expresada en frecuencia cardiaca de inicio (antes de aplicar la carga o repetición de carrera) y FC final o posterior a la aplicación del esfuerzo para las diferentes carreras (40 – 100 – 200 -400), agrupado en 3 sesiones (s1, s2, s3) y por cada sesión tres (3) repeticiones (r1, r2, r3), el tiempo o intervalo para realizar cada ejercicio fue de 10 minutos entre repeticiones. (Ver tabla 16).

El promedio de la frecuencia cardiaca inicial (FCini) de las cuatro carreras fue de  $124 \pm 11$  ppm (106 a 141), el menor valor de FCini fue  $115 \pm 10.8$  ppm que se obtuvo en la carrera de 400 metros; contrariamente, el mayor valor de FCini se presentó en la carrera de 40metros  $140 \pm 18.9$  ppm.

El promedio de la frecuencia cardiaca máxima finalizado el ejercicio (FCmaxe) de las cuatro carreras fue de  $181 \pm 6$  ppm (172 a 189), el menor valor de FCmaxe se observó en la carrera de 40 m con  $169 \pm 6.4$  ppm, el mayor valor se obtuvo en la carrera de 400 m con  $192 \pm 3.5$  ppm.

Con relación al porcentaje de incremento de la FC, con respecto a la relación entre los valores de FCini y FCmaxe, se pudo observar que el promedio de las cuatro carreras es de  $31\% \pm 6\%$  (23% a 42%), encontrado una relación directa entre distancia de carrera y porcentaje de incremento, los valores promedio de incremento de la FCini respecto a la FCmaxe para las carreras de 40, 100, 200 y 400m son 29, 52, 68 y 77 ppm respectivamente; estos valores expresados en porcentaje de incremento (diferencia porcentual) son de 17.4, 29.1, 36.8 y 40.2% para las distancias antes

citadas. Se encontró que el % de incremento de las carreras de 400 m es mayor que las de 200, 100 y 40 m en 8.3, 27.4 y 56.7% respectivamente.

Tabla 16.

*Frecuencia cardiaca inicial y final de las carreras*

Sesión/Rep.	Carrera 40 m				Carrera 100 m				Carrera 200 m				Carrera 400 m			
	t (seg)	FC Inicio	FC Fin	% Incr FC	t (seg)	FC Inicio	FC Fin	% Incr FC	t (seg)	FC Inicio	FC Fin	% Incr FC	t (seg)	FC Inicio	FC Fin	% Incr FC
S1 R1	9.57	138	170	18.8	23.72	122	168	27.4	56.78	102	184	44.6	131	103	190	45.8
S1 R2	9.30	128	165	22.4	22.81	123	181	32.0	59.09	119	189	37.0	133	130	195	33.3
S1 R3	9.52	130	156	16.7	22.70	124	185	33.0	58.33	126	189	33.3				
S2 R1	9.62	136	168	19.0	22.92	130	184	29.3	54.17	115	178	35.4	127	110	186	40.9
S2 R2	9.27	165	174	5.2	23.08	128	171	25.1	53.18	117	180	35.0	132	117	190	38.4
S2 R3	9.44	156	170	8.2	23.76	119	191	37.7	54.08	115	185	37.8				
S3 R1	9.54	104	168	38.1	23.08	115	167	31.1	52.64	109	187	41.7	124	104	193	46.1
S3 R2	9.25	160	175	8.6	23.79	130	171	24.0	52.47	123	188	34.6	127	123	195	36.9
S3 R3	9.52	142	178	20.2	22.63	141	183	23.0	52.01	129	191	32.5				
Promedio	9.45	140	169	17.5	23.2	126	178	29.2	54.8	117	186	36.9	129.0	115	192	40.2
Desvest	0.14	18.9	6.4	9.9	0.5	7.6	8.7	4.8	2.7	8.4	4.4	4.0	3.5	10.8	3.5	5.1
Max	9.62	165	178	38.1	23.8	141	191	37.7	59.1	129	191	44.6	133.0	130	195	46.1
Min	9.25	104	156	5.2	22.6	115	167	23.0	52.0	102	178	32.5	124.0	103	186	33.3

#### 14. Análisis de carrera en 40 m – Split en 5, 10, 15, 20, 30 y 40 m.

Según los datos observados en la tabla 17, se tiene que el promedio final de tiempo para recorrer la distancia de 40 m fue de  $9.52 \pm 0.32$  (8.88 a 10.08).

Teniendo en cuenta que los primeros 5 m se corren partiendo desde posición de salida media de atletismo el sujeto parte desde una posición estática, con velocidad cero (0), los valores promedio finales para este Split (tramo) de 5 metros son  $2.0 \pm 0.61$  s (1.03 a 2.96), los Split siguientes de 5m, para las distancias de 10, 15 y 20 m los tiempos de carrera fueron menores en 57.94, 16.12 y 1.64%.

Tomando como referencia Split de 10m para las distancias de 10, 20, 30 y 40 m, se presenta un porcentaje de incremento de la velocidad para los Split de 20, 30 y 40 m de 54.34, 6.14 y 0.28% respectivamente.

**Tabla 17.**

#### *Test 40 metros (tramos)*

Test de 40 m								
Sesión	Rep.	Tiempo Final	Distancias – Tiempo por Split					
			5	10	15	20	30	40
1	1	9.2	2.40	1.18	1.08	1.03	2.04	2.01
	2	9.26	2.96	1.20	1.08	1.03	2.03	2.01
	3	9.55	1.34	1.20	1.10	1.08	2.13	2.09
	4	9.37	2.29	1.13	1.06	1.10	2.09	2.13
2	1	8.88	2.40	2.19	0.98	0.96	0.98	1.13
	2	9.66	1.93	1.20	1.13	1.11	2.14	2.27
	3	9.46	2.13	1.16	1.08	1.11	2.24	2.03
	4	9.61	2.67	1.21	1.10	1.06	2.16	2.14
3	1	9.61	2.15	1.18	1.06	1.06	2.13	2.13
	2	10.08	1.03	1.25	1.16	1.13	1.73	2.13
	3	9.77	1.47	1.16	1.14	1.10	2.46	2.16
	4	9.81	1.20	1.15	1.11	1.10	2.33	2.16
Promedio		9.522	1.998	1.265	1.090	1.072	2.036	2.031

Desvest	0.317	0.612	0.293	0.046	0.047	0.377	0.294
Min	8.880	1.030	1.129	0.980	0.963	0.979	1.129
Max	10.080	2.961	2.191	1.162	1.129	2.456	2.274

**Tabla 18.***Velocidades Split*

Carrera de 40 m						
Split	5 m	10 m	15 m	20 m	30 m	40 m
Velocidad, m/s	2,50	3,95	4,59	4,66	4,91	4,92
Velocidad, km/h	9,2	14,5	16,8	17,1	18,0	18,0
% de Incremento de la velocidad		36,7	13,9	1,76	5,0	0,3

**Tabla 19.***Velocidades Split*

Velocidades en Split de 10m - Carrera de 40 m				
Split	10 m	20 m	30 m	40 m
Velocidad, m/s	3,00	4,63	4,91	4,92
Velocidad, km/h	10,97	16,93	17,97	18,02
% de Incremento de la velocidad		-54,34	-6,14	-0,28

La velocidad primordial en 5 metros es 2,50vel/m incrementado en 36,7% al tramo segundo (10m) este mismo al tercer tramo (15m) es de 13,9%, este mismo al cuarto tramo (20m) es de 1,76% y este al tramo de (30m) es de 5,0%, así disminuyendo el tramo de (40m) en 0,3% con un 4,92vel/m.

**15. Test de asimetría de paso – carrera en tapiz rodante.**

Según los valores observados en la tabla 19, se presentan los valores máximos de velocidad (km/h) logrados en un test de carga incremental submaximal (Conconi, 1982) desarrollado en un

tapiz rodante (SporTrack DKEseries) analizando los datos de tiempo de contacto (TC), tiempo de vuelo (TV) y Asimetría de técnica de carrera. Se presenta un porcentaje de diferencia en los valores de Asimetría de 2.46%, en TC de 2.22% y TV de – 100%.

**Tabla 20.**

*Determinación de asimetría de paso en técnica de carrera en tapis rodante*

Velocidad km/h	Sesión 1				Sesión 2		
	Pierna	Asimetría	Tiempo Contacto (s)	Tiempo Vuelo (s)	Asimetría	Tiempo Contacto (s)	Tiempo Vuelo (s)
7,0	Pierna Der.	21.80	0.325	-0.008	12.20	0.325	-0.021
	Pierna Izq.		0.396	-0.058		0.365	-0.033
7,5	Pierna Der.	20.30	0.308	0.004	23.50	0.306	0.025
	Pierna Izq.		0.371	0.046		0.378	-0.054
8	Pierna Der.	18.90	0.308	0.012	23.80	0.293	0.029
	Pierna Izq.		0.367	-0.046		0.362	-0.046
Promedio		20.333	0.346	-0.008	19.833	0.338	-0.017
Desvest		1.450	0.037	0.038	6.612	0.035	0.036
Min		18.900	0.308	-0.058	12.200	0.293	-0.054
Max		21.800	0.396	0.046	23.800	0.378	0.029

**16. Estrategia de regulación de carrera – “Pacing” – Aceleración, Velocidad Pico y Velocidad Final.**

Luego de obtener los valores de tiempo de carrera, Velocidad media de desplazamiento, aceleración: Velocidad “cero” y velocidad pico ( $V_{pico}$ ) en carrera, distancia y tiempo utilizado para alcanzar la  $V_{pico}$ , Velocidad Final ( $V_{fin}$ ) y Porcentaje de diferencia entre  $V_{pico}/V_{fin}$  para las distancias de 40, 100, 200 y 400 m se puede observar que existe una mínima diferencia entre el resultado de  $V_{med}$  en las distancias de 40 y 100m (1.92%), mientras que comparando las

distancias de 100 y 200 m (15.37%) la  $V_{med}$  es mayor para los 100 m y al comparar las distancias de 200 y 400 m (13.89%) la  $V_{med}$  es mayor para los 200 m, sin existir gran diferencia en estas dos comparaciones (15.37% vs 13.89%).

Mientras que al tomar los datos promedio de distancia (m) utilizada para lograr la  $V_{pico}$ , expresada en valores porcentuales con respecto a la distancia total de la prueba (40 m/10.12 m = 25.30 %; 100 m/ 24.52 m = 24.52 %; 200m/ 42.58 m = 21.28 %; 400m/ 77.98 m = 19.49 %), se obtuvo un promedio final de  $22.6\% \pm 2.72\%$ . Como complemento se toma los datos promedio de tiempo (s) utilizado para lograr la  $V_{pico}$ , expresada en valores porcentuales con respecto al tiempo total de la prueba (40 m/ 3 s = 31.74%; 100 m/ 6.44 s = 27.81%; 200m/ 12.33 s = 22.52 %; 400m/ 25.17 s = 19.78 %), se obtuvo un promedio final de  $25.4\% \pm 5.3\%$ .

Los valores de diferencia porcentual entre la  $V_{pico} / V_{fin}$  son mayores (mayor déficit) en los tiempos y velocidades utilizadas para cubrir las distancias de 100 m (5.27%) y 400 m (7.38%), mientras que se muestran valores mínimos (menor déficit) en las distancias de 40 m (0%) y 200m (0.95%).

Con base en los anteriores resultados y dado que no existen en la región y en el país antecedentes de este tipo de información en atletas convencionales y atletas con PC, se podría indicar que para la fase de aceleración ( $V_{cero}$  a  $V_{pico}$ ) se emplea un tiempo aproximado de 25% del tiempo total utilizado para las pruebas velocidad (40, 100, 200 y 400 m) y una distancia aproximada al 22% de la distancia total de las distancias antes descritas. Igualmente se puede indicar que hay mayor eficiencia en la relación de la  $V_{pico} / V_{fin}$  en las pruebas de velocidad de 40 y 200 m. (ver tabla 21).



Tabla 21.

*“Pacing” Aceleración, Velocidad Pico y Velocidad Final.*

DISTANCIA	Velocidad (km/h)		ACELERACION						Velocidad Pico (km/h)	Velocidad Final (km/h)		% Diferencia VP/V F		
	Tiempo (s)		Vel. Media (km/h)	Tiempo (s)		Distancia (s)		Vel.		Prom	Desv		Prom	Desv
	Prom	Desv		Prom	Desv	Prom	Desv							
40 m	9.45	0.14	15.50	3.00	0.71	10.12	3.27	12.35	15.90	0.73	15.90	2.36	0.00	
100 m	23.17	0.47	15.80	6.44	1.51	24.52	6.81	13.93	15.81	0.76	14.98	0.91	5.27	
200 m	54.75	2.65	13.37	12.33	3.77	42.58	13.41	12.64	14.09	1.12	13.96	0.90	0.95	
400 m	127.17	2.64	11.51	25.17	9.11	77.98	25.94	11.34	11.75	0.87	10.88	0.66	7.38	

### 17. Control de carga física – Percepción del esfuerzo: RPE Cr 0-10

El esfuerzo percibido por el sujeto al realizar las cargas o carreras de 40 m en promedio general es de  $3.3 \pm 1.7$  ua. (1 a 5), encontrando un porcentaje de incremento del esfuerzo percibido al realizar las repeticiones de carreras, con un intervalo (micropausa) de tiempo de recuperación de 5 minutos, para R1 vs R2 se incrementó en 63.6% siendo mayor R2 y para R2 vs R3 se incrementó en 26.7% siendo mayor R3.

El esfuerzo percibido al realizar las cargas o carreras de 100 m en promedio general es de  $5.2 \pm 1.6$  ua. (3 a 7), encontrando un porcentaje de incremento del esfuerzo percibido al realizar las repeticiones de carreras, con un intervalo (micropausa) de tiempo de recuperación de 5 minutos, para R1 vs R2 se incrementó en 13.3% siendo mayor R2 y para R2 vs R3 se incrementó en 21.1% siendo mayor R3.

El esfuerzo percibido al realizar las cargas o carreras de 200 m en promedio general es de  $7.3 \pm 2$  ua. (3 a 7), encontrando un porcentaje de incremento del esfuerzo percibido al realizar las repeticiones de carreras, con un intervalo (micropausa) de tiempo de recuperación de 5 minutos, para R1 vs R2 se incrementó en 34.8% siendo mayor R2 y para R2 vs R3 se incrementó en 17.9% siendo mayor R3.

El esfuerzo percibido al realizar las cargas o carreras de 400 m en promedio general es de  $9.7 \pm 0.8$  ua. (8 a 10), encontrando un porcentaje de incremento del esfuerzo percibido al realizar las repeticiones de carreras, con un intervalo (micropausa) de tiempo de recuperación de 5 minutos, para R1 vs R2 se incrementó en 6.7% siendo mayor R2.

El incremento de la percepción del esfuerzo de la carrera de 40 a 100 m fue de 36.2%, entre 100 y 200 m fue de 28.8% y entre 200 y 400 m fue de 24.1 %. Ver tabla 22.

Tabla 22.

*Percepción de esfuerzo*

PERCEPCION DE ESFUERZO						
Distancia	Repetición	R1	R2	R3		
40 m	Sesión 1	1	3	4	Promedio	3,3
	Sesión 2	1	4	5	Desvest	1,7
	Sesión 3	2	4	6	Min	1,0
	Promedio	<b>1,3</b>	<b>3,7</b>	<b>5,0</b>	Max	6,0
100 m	Sesión 1	7	4	5	Promedio	5,2
	Sesión 2	3	6	7	Desvest	1,6
	Sesión 3	3	5	7	Min	3,0
	Promedio	<b>4,3</b>	<b>5,0</b>	<b>6,3</b>	Max	7,0
200 m	Sesión 1	5	8	10	Promedio	7,3
	Sesión 2	5	8	10	Desvest	2,0
	Sesión 3	5	7	8	Min	5,0
	Promedio	<b>5,0</b>	<b>7,7</b>	<b>9,3</b>	Max	10,0
400 m	Sesión 1	10	10		Promedio	9,7
	Sesión 2	8	10		Desvest	0,8
	Sesión 3	10	10		Min	8,0
	Promedio	<b>9,3</b>	<b>10,0</b>		Max	10,0

**18. Determinación de Umbral Anaeróbico por inflexión de frecuencia cardiaca Test****Conconi - Tapiz rodante.**

Siguiendo los protocolos de Conconi, según metodología propuesta por Tokmakidis y Léger (en García, J. 2003) calculando una función polinómica de segundo grado con los valores de frecuencia cardiaca máxima en cada escalón y la velocidad de desplazamiento, se obtuvo que el valor de FCUana (163 ppm) corresponde al 85.5 y 83 % con respecto a la Fcmaxe (85.5%) y a la Fcmaxt (83%). El UAna también se determinó a través de la velocidad de carrera obtenida

en el tapiz rodante, siendo el promedio final de Velocidad de Umbral Anaeróbico (VUana) de 5.6 km/h, que corresponde al 75% de la Vpico del test; el valor promedio final de FCUana fue de  $164 \pm 3$  ppm que corresponde al 83% del valor de Fcmaxt y al 85.5% del valor de Fcmaxe.

Ver tabla 23.

**Tabla 23.**

*Umbral anaeróbico (FC)*

FC Max Teórica, ppm	Vel Max Test, km/h	FC Min Test, ppm	FC Maxe Test, ppm	% FCmax Test/ Fcmaxt	% Incremento FC	Vel Umbral Anaeróbico km/h	% VUana / Vmax	FC Umbral Anaeróbico km/h	% FCUana / Fcmaxe	% FCUana / Fcmaxt	VO2 Max (ml/kg/min)
197	7.5	131	192	97.5	31.8	5.5	73.3	160	83.3	81.2	34.1
197	8	122	190	96.4	35.8	5.9	74.1	165	86.9	83.8	36.2
197	7	132	192	97.5	31.3	5.4	77.1	165	86.2	84	32.1
Promedio	7.5	128.3	191.3	97.1	32.9	5.6	74.9	163.5	85.5	83	34.1
Desvest	0.5	5.5	1.2	0.6	2.5	0.3	2	3.1	1.9	1.6	2
Min	7	122	190	96.4	31.3	5.4	73.3	160	83.3	81.2	32.1
Max	8	132	192	97.5	35.8	5.9	77.1	165.5	86.9	84	36.2

## 19. Materiales

Los materiales utilizados en esta investigación:

1. GPS SPI Elite
2. Polar beat y banda
3. Regla
4. Dinamómetro
5. iPhone (My Jump)
6. Tapis rodante crack
7. My sprint
8. Cronómetro
9. Silbato
10. Conos
11. Bastones
12. Cinta métrica
13. Agenda

## 20. Discusión

Al comparar los resultados del presente estudio, en la variable de Split de 10 m en una carrera de 40 m, con los encontrados en Montenegro, et al (2009) con una población de niños sanos (12 años), donde se determinó tres fases de velocidad en una prueba de 50 m, siguiendo a Bompa half (2009), con las siguientes características:

- Fase de reacción y aceleración, desde la salida hasta los 20 m aprox.
- Fase de velocidad cíclica máxima, en los siguientes 10 m.
- Fase de resistencia a la velocidad cíclica máxima o desaceleración, en los últimos 10 m.

Se determinó, según estas fases y los tiempos empleados para cubrir la distancia de referencia (10 m), que los valores del presente estudio son menores de manera porcentual en 24.5, 25.4 y 26.1%; en cuanto al tiempo final empleado para cubrir la distancia de 40 m, se presenta una diferencia de 24.7 %, siendo mayor los resultados del estudio actual. Se aclara que los sujetos estudiados son de menor edad y sin PC.

Con base en los resultados obtenidos de las fases de aceleración y la fase de velocidad máxima ( $V_{pico}$ ) mas (+) la fase de velocidad resistencia ( $V_{fin}$ ) y dado que no existen en la región y en el país antecedentes de este tipo de información en atletas convencionales y atletas con PC monitorizados con sistemas de análisis de rendimiento basado en GPS, se podría indicar que para la fase de aceleración ( $V_{cero}$  a  $V_{pico}$ ) se emplea un tiempo aproximado al 25% del tiempo total utilizado para las carreras de velocidad (40, 100, 200 y 400 m) y una distancia aproximada al 22% de la distancia total de las distancias antes descritas.

Los valores de diferencia porcentual entre la  $V_{pico}$  /  $V_{fin}$  son mayores (mayor déficit) en los tiempos y velocidades utilizadas para cubrir las distancias de 100 m (5.27%) y 400 m (7.38%), mientras que se muestran valores mínimos (menor déficit) en las distancias de 40 m (0%) y 200m (0.95%). Igualmente se puede indicar que hay mayor eficiencia en la relación de la  $V_{pico}$  /  $V_{fin}$  en las pruebas de velocidad de 40 y 200 m.

Con relación a la edad de los sujetos los valores de altura de salto en las técnicas definidas en el test de Bosco (CMJ, SJ y SL) en el estudio de Yanci, et al. (2014), que valoro a futbolistas con y sin PC, se obtuvieron valores promedio en el salto SJ de 14,39 cm y en CMJ de 14.83 cm. Al comparar estos resultados con el estudio actual se puede observar que los valores de CMJ ( $17.1 \pm 3.5$  cm (13.5 a 20.2)) son mayores en 13.2%, igualmente los valores de SJ ( $15.3 \pm 2.1$  (13 a 17)) son mayores en 15.8% al estudio de referencia. También se observa en el citado estudio que los valores de CMJ son mayores a SJ en 2.96%, siguiendo la tendencia de lograr mayores alturas de vuelo en el orden de SL (ABK) vs CMJ vs SJ como lo plantea Chamorro et al. (2004), quien evaluó a deportistas no PC de alto nivel obteniendo los siguientes valores para SL (Abk)  $47.2 \pm 10.2$  cm, CMJ  $39.2 \pm 5.58$  cm y SJ  $34.49 \pm 5.13$  cm, con diferencias porcentuales de 17% para SL vs CMJ, 27.1% para SL vs SJ y 12.2% para CMJ vs SJ.

En el estudio actual, los mayores valores de altura de salto se presentan en CMJ vs SL vs SJ con diferencias porcentuales de 10.6% mayor para CMJ vs SJ, 1,29% menor para SJ vs SL y 9.3% mayor para SL vs CMJ. Yanci et al. (2004) considera que estas afectaciones se presentan por las lesiones en los ganglios de la base, en el sistema nervioso central y en otras estructuras cerebrales implicadas en la contracción muscular voluntaria, así como a la manifestación de

múltiples movimientos involuntarios extrapiramidales y discinéticos como las posibles causas de la alta variabilidad intra-individual obtenida en el presente estudio.

Adicionalmente, se puede considerar como un caso especial y en contravía de lo expresado en la literatura científica sobre la linealidad de los valores de salto, encontrando que los mayores resultados se encuentran en CMJ vs SL vs SJ. A juicio de los evaluadores, esta situación se presenta por la dificultad de sostener la posición de 90° del ángulo de rodilla y luego generar la extensión de piernas y tronco, como se había expresado anteriormente, por la afectación de los aspectos coordinativos y de equilibrio a consecuencias de la PC.

En el estudio de percepción del esfuerzo en entrenamiento de futbolistas categoría sub 15, donde se estudió futbolistas de diferentes estratos socioeconómicos, se obtuvieron valores promedio de carga corporal de 343.5 ua ( $t$ : 47.6 min por cada sesión de entrenamiento; RPE: 7.3 ua), se considera que no existe evidencia significativa para afirmar que el rendimiento, fatiga y carga de los deportistas este directamente relacionado con el estrato.

Según Böhmer et al. (1975) en (Chicharro et al 2001), quien valora como una excelente recuperación de la FC post carga, cuando el valor de la FC R5 este igual o por debajo de 100 ppm, en el estudio actual con un atleta PC no se obtienen esos valores de FC R5 para las carreras de 40, 100, 200 y 400m, presentando los siguientes valores de FC R5 (mínimos y máximos): FC R5 para 40 m, 105-119 ppm; FC R5 para 100m, 112-126 ppm; FC R5 para 200m, 124-146ppm; FC R5 para 400m, 111-144ppm.

Siguiendo el concepto de Recuperación de la FC post carga – ejercicio, se tiene que la recuperación ideal de la FC R1 es una disminución de la FCfin en un 30%, para la FC R3 es de



un 40% y para la FC R5 es de un 50%, según lo anterior y tomando los resultados de la FC R1, 3 y 5 se tiene que para la carga fisiológica que se supone una carrera de 40metros la FC R1 es de menos 18.6% (<14% de 30% ideal), la FC R3 es de menos 32.7% (< 7.3% de 40% ideal) y la FC R5 es de menos 35.5% (<14.5% de 50% ideal).

Para la carrera de 100m la FC R1 es de menos 25.3% (<4.7% de 30% ideal), la FC R3 es de menos 37.1% (< 2.9% de 40% ideal) y la FC R5 es de menos 42.7% (<7.3% de 50% ideal).

Para la carrera de 200 m la FC R1 es de menos 21% (<9% de 30% ideal), la FC R3 es de menos 27.5% (< 12.5% de 40% ideal) y la FC R5 es de menos 38.2% (<11.8% de 50% ideal).

Para la carrera de 400 m la FC R1 es de menos 28.2% (<1.8% de 30% ideal), la FC R3 es de menos 39.6% (< 0.4% de 40% ideal) y la FC R5 es de menos 44% (<6% de 50% ideal).

Los valores más cercanos al ideal de recuperación de la FC post ejercicio se presentan en la respuesta fisiológica de las carreras de 400 m. Aunque la población y valoración se hace con deportistas convencionales y por tanto su respuesta fisiológica es diferente, se toma como referencia para el análisis pues en la literatura revisada no se encontraron valores de referencia en atletas PC.

Al comparar los valores de flexibilidad mediante la aplicación del test de Wells, en su variante de pie, con una población de discapacidad intelectual en el estudio de (Martinez, 2010) se encuentra que el valor es -3.91cm, este valor es mayor al nuestro o es mejor al obtenido de nuestro estudio (-8.4cm)y la diferencia porcentual es de-4.49cm. Se puede considerar que la diferencia es mínima.

Al comparar la fuerza isométrica máxima (FIMts) de tren superior con un sujeto de discapacidad intelectual (Martinez et al, 2010) se encuentra que el valor es de 24.38kgm, este valor es menor al obtenido en el estudio actual (26.1kgm) y la diferencia es de 6.6%. En sujetos convencionales practicantes de lucha olímpica (Lopez-Gullon, 2002) encuentra que el valor (FIMts) es de  $53.1 \pm 7.8$  y  $46.5 \pm 8.0$  (kg), para deportistas Elite y Amateur, estos son valores mayores al obtenido en este estudio que fue  $26 \pm 2.7$  kgm es decir, la diferencia es de 51% y 44%.

Con relación a las medidas antropométricas en el estudio de la preparación de atletas con parálisis cerebral para la competencia de élite (Ferreira, 2006) se encuentra un valor de porcentaje de grasa 11.1% con una estatura 171.5cm, un peso de 65.2kg para una edad de 22 años estos valores son mayores al obtenido en el estudio nuestro con 6.78% para el porcentaje de grasa del deportista en 157cm de 23 años de edad y un peso 48.1kgm.

Según Birk et al. (1988) En un estudio para determinar valores relacionados con VO<sub>2</sub> max en sujetos con PC en una prueba en tapiz rodante se indicó que los datos encontrados a los minutos 1 y 2 del test VO<sub>2</sub> Max estaban significativamente correlacionados con RPE y FC, esta relación se puede extrapolar a los tiempos de carrera en 200m y 400m obtenidos en el presente estudio, donde resultaría importante el uso de RPE como indicador de control de carga física. En este sentido y según los valores de VO<sub>2</sub> máx. y su relación con la tasa metabólica (energía utilizada en el ejercicio) esta es mayor en sujetos con PC en ejercicios en caminadora (10-16 años), según (Maltais, 2004) El VO<sub>2</sub>max en estado de equilibrio durante la marcha, la temperatura corporal y la FC fueron más altos en el grupo CP.

Al comparar el VO<sub>2</sub>max en el estudio de la preparación de atletas con parálisis cerebral para la competencia de élite según (Ferreira, 2006) se encuentra un VO<sub>2</sub>max (ml/kg/min) 53.1

ml/kg/min, con un HRmax 181 ppm, este valor es menor al nuestro obtenido en el estudio con 34.1 (ml/kg/min) y con un HRmax 197. Igualmente según Fernández et al (2004) en un estudio con futbolistas elite con PC Brasileños, se determinó un valor de VO<sub>2</sub>máx de 51,08±5 ml/kg/min, que resulta mayor al estudio actual en 33.2 %.

## 21. Conclusiones

A manera de conclusión se puede indicar que:

Según los datos obtenidos de las características cinemáticas en las carreras de 40, 100, 200 y 400m, se observa que la relación Velocidad Pico ( $V_{pico}$ ) / Velocidad Final ( $V_{fin}$ ) es menor en las distancias de 40 m ( $\neq 0\%$ ) y 200 m ( $\neq 0.95\%$ ), presentando un menor déficit o pérdida de la velocidad resistencia para estas pruebas.

En la fase de aceleración ( $V_{cero}$  a  $V_{pico}$ ) se emplea un tiempo aproximado de 25% del tiempo total utilizado para cubrir las pruebas de velocidad (40, 100, 200 y 400 m) y se recorre una distancia aproximada al 22% de las distancias totales antes descritas, pudiendo ser tomados como referencia por los entrenadores para desarrollar trabajos específicos de este aspecto de la carrera de velocidad.

Se evidencia una relación lineal en la respuesta fisiológica de las carreras de 40, 100 y 200 m, entre los porcentajes de incremento de la frecuencia cardiaca de inicio ( $FC_{ini}$ ) vs frecuencia cardiaca de fin de ejercicio ( $FC_{fine}$ ) y el porcentaje de disminución entre la  $FC_{fine}$  / Frecuencia Cardiaca de Recuperación al minuto cinco ( $5'$ ) ( $FC_{R5}$ ). Se presentó un incremento de 17.5% en  $FC_{ini}$  y disminución de 18.6% al minuto uno ( $1'$ ) de recuperación, para la carrera de 40 m, logrando el equilibrio o restauración de los niveles de FC de inicio como indicador de recuperación de la FC post ejercicio en la  $FC_{R1}'$ ; el incremento de 29.2% en  $FC_{ini}$  y disminución de 34.3% de la FC R al minuto dos de recuperación ( $FC_{R2}'$ ), para la carrera de

100m logrando el equilibrio o restauración de los niveles de FCini como indicador de recuperación de la FC post ejercicio en la FC R2'; el incremento de 36.9% en FCini y disminución de 38.2% de la FC R al minuto cinco (5') de recuperación, para la carrera de 200 m, logrando el equilibrio o restauración de los niveles de FC de inicio como indicador de recuperación de la FC post ejercicio en la FC R5' y el incremento de 40.2% en la FCini y disminución de 41.8% de la FC R al minuto cuatro (4') de recuperación, para la carrera de 400m, logrando el equilibrio o restauración de los niveles de FC de inicio como indicador de recuperación de la FC post ejercicio en la FC R4'.

La velocidad media y la velocidad del tramo final (10 m) en carreras de 40, 100, 200 y 400m presentan gran similitud de valores (40m: Vmed 15.5 km/h vs Vel final 15.9 km/h; 100m: Vmed 15.8 km/h vs Vel final 14.98; 200m: Vmed 13.37 km/h vs Vel final 13.96 km/h, 400 m: Vmed 11.51 km/h vs Vel final 10.8 km/h), lo que podría indicar una referencia de carga de trabajo relacionada con la intensidad de la carrera para distancias menores o iguales de 400 m en atletas con PC.

Se corrobora los resultados obtenidos de la revisión bibliográfica a la que se tuvo acceso y los resultados del estudio, en cuanto al aumento de la tasa metabólica y valores de frecuencia cardíaca máxima y los bajos valores de VO2 max estimados en pruebas de laboratorio con carga incremental de la intensidad (velocidad, km/h) en tapiz rodante. Aunque las velocidades máximas alcanzadas en el test de Conconi se consideran bajas (7.5 km/h < hasta en un 50% de la velocidad de carrera en pista) se observa un alto incremento de la FCini / FCfin (191 ppm y 32,9%±2.5 %), solo comparado con los valores de porcentaje incremento de la frecuencia

cardiaca y frecuencia cardiaca final de la carrera de 400 m ( $FC_{fin} 192 \pm 3.5$  ppm y % incremento de  $FC_{ini}/FC_{fin}$  de 40.2%). Se presenta una gran similitud de los valores de respuesta fisiológica en la carga de trabajo en el test de laboratorio vs pruebas campo, aun cuando existen grandes diferencias en los valores logrados en las variables de velocidad máxima de carrera y tiempo de duración del estímulo para los últimos.

En contravía de los resultados encontrados en la literatura científica, en la técnica de CMJ se obtuvieron las mayores alturas de vuelo (cm), seguidas de SJ y SL. Se recomienda, con sujetos deportistas con parálisis cerebral al valorar la capacidad de salto (test de Bosco) el uso de la técnica de CMJ y SJ.

Al parecer al realizar el SL elimina o bloquea el efecto coordinativo del impulso de los brazos y en tronco durante el salto, que representa acciones que se muestra muy influenciadas por la afectación que genera a nivel neuromuscular y coordinativo la PC.

Los valores de percepción del esfuerzo (RPE) obtenidos en las pruebas de 40 m ( $3.3 \pm 1.7$  ua.), 100 m ( $5.2 \pm 1.6$  ua.), 200 m ( $7.3 \pm 2$  ua.) y 400 m ( $9.7 \pm 0.8$  ua.) muestran diferencia y sensibilidad para la determinación y uso de la RPE como indicador de intensidad y control de la carga física en carreras de pista.

La incorporación de dispositivos tecnológicos para la monitorización y valoración de las características cinemáticas, fisiológicas y de condición física en deportistas con parálisis cerebral, facilitan la adquisición de datos de referencia a nivel físico y características de la

estrategia de regulación de carrera que usa el atleta, que podrían ser usados por el entrenador para generar un mayor rendimiento.

Dado a que no existen datos específicos que puedan permitan valorar la condición física de un atleta con (PC), se presentan datos manualmente se arrojaron los siguientes resultados:

**Tabla 24.**  
*Chamorro 2017*

<b>IMC:</b>	19.1kg/m <sup>2</sup>	<b>% Grasa:</b>	6.78%	<b>FIM:</b>	24.38kgm
<b>CMJ:</b>	17.1 cm	<b>SJ:</b>	15.3 cm	<b>SL:</b>	15.5 cm
<b>t'40m:</b>	9.45 seg	<b>t'100m:</b>	23.2 seg	<b>t'200m:</b>	<b>54.8</b>
<b>t'400m:</b>	129 seg	<b>Flexibilidad:</b>	-8.4cm		

## Bibliografías

- Astorino. (2008). resistencia y carrera economia especifica en los jugadores de futbol con PC .
- Auberger. (1985). discapacidad y deporte.
- Bax, Goldstein, M., Rosenbaum, P., & Leviton. (2005). Definición propuesta y clasificación de la parálisis cerebral.
- bhambhani, Holland, & Steadward. (1993). Límite anaeróbico en atletas de silla de ruedas con parálisis cerebral: validez y fiabilidad. 1.
- Bohannon, R. (1998).
- Borg, g. (1978). percepción del esfuerzo en entrenamiento de.
- Bustamante, M. (s.f.). *test para valorar la flexibilidad* . Obtenido de [http://edufisicamario.weebly.com/uploads/7/5/3/3/7533364/taller\\_de\\_educacin\\_fsica\\_-\\_flexibilidad\\_rcp.pdf](http://edufisicamario.weebly.com/uploads/7/5/3/3/7533364/taller_de_educacin_fsica_-_flexibilidad_rcp.pdf)
- Cardona, C., Alcocer, A., Perez, M., & Lanao, J. (2010). Rendimiento de la aptitud metabólica, cardiorrespiratoria y neuromuscular en niños con parálisis cerebral: una comparación con jóvenes sanos. 126.
- comite paralimpico internacional . (1998). *Manual de Clasificación Médico-Funcional para las Pruebas de Atletismo del Comité Paralímpico Internacional (IPC)*.
- Crowther, Spinks, & Leicht. (2008). Resistencia Física-Específica y Ejecución de la Economía en Jugadores de Fútbol con PC. 5.



Damiano, & Abel. (1998). Rendimiento de la aptitud metabólica, cardiorrespiratoria y neuromuscular en niños con PC.

Ferrari, M. (1982). conconi .

Hatze. (1998). *analisis biomecanico del salto vertical con contramovimiento en pc* .

Hatze. (1998). *Validez y confiabilidad de los métodos para probar el rendimiento de salto vertical*.

Haugen, Tonnessen, & Seiler. (2013). Pruebas anaeróbicas de rendimiento de los jugadores de fútbol profesional. *Fuerzas verticales y unilaterales de reacción terrestre vertical y asimetrías de piernas en jugadores de fútbol* , 179.

Johnson, m. H. (1995). *Aptitud física en niños y adolescentes con parálisis cerebral*.

Kruimer. (1992). *analisis del salto vertical con contramovimiento en pc* .

Manso, G. (4 de noviembre de 2011). *vitonica* . Obtenido de <https://www.vitonica.com/entrenamiento/el-consumo-maximo-de-oxigeno-estimado-segun-la-condicion-fisica>

Martinez, c., valencia, r., & mesa, c. (2014). *Frecuencia cardíaca máxima en ejercicio: confiabilidad de las fórmulas de 220-edad y Tanaka en jóvenes saludables en altitud moderada*.

Obtenido de Frecuencia cardíaca máxima en ejercicio: confiabilidad de las fórmulas de 220-edad y Tanaka en jóvenes saludables en altitud moderada: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-00112014000400010](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-00112014000400010)

mella, f. a. (10 de diciembre de 2013). *Evaluaciones de Saltabilidad y Fuerza reactiva*. Obtenido de Evaluaciones de Saltabilidad y Fuerza reactiva: <http://g-se.com/es/entrenamiento-de-la-fuerza-y-potencia/blog/evaluaciones-de-saltabilidad-y-fuerza-reactiva>

metayer. (1992). *analisis biomecanico del salto vertical con contramovimiento pc* .

Moreau. (2013). Adaptación estructural muscular en la parálisis cerebral y su relación con la función.

Moreau, Wilev, & Ross. (2012, 1998, 2002).

Morris. (2007). definicion y clasificacion de paralisis cerebral .

Palisano, R., Rosenbaum, P., & Walter, S. (1997). *Aptitud física en niños y adolescentes con parálisis cerebral*.

Rodriguez, & Vives. (2001). *Analisis biomecanico del salto vertical con contramovimiento en PC* .

Schot, Bates, & Dufek. (1994). Fuerzas verticales y unilaterales de reacción terrestre vertical y asimetrías de piernas en jugadores de fútbol.

Simons. (2011). *estudio de caso: teoria y practica* . morata.

Slominski, & Phelps, W. (1984). Medicina del desarrollo y neurología infantil.

Unnithan. (1998). Rendimiento de la aptitud metabólica, cardiorrespiratoria y neuromuscular en niños con parálisis cerebra.

Unnithan, & Clifford. (1998).

Unnithan, & Clifford. (1998). evaluación mediante prueba de esfuerzo de niños con PC . 1.

unnithan, & clifford. (1998). Evaluación por pruebas de esfuerzo del niño con parálisis cerebral.

V.B, u., & C, C. (1998). *Evaluación mediante pruebas de esfuerzo del niño con parálisis cerebral.*

Verschuren, & Takken. (2010).

Williams. (2001). *discapacidad y deporte .*

Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, et al. A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. Dev Med Child Neurol 2007;109(Suppl):8-14.

Morrissey MC, Harman EA, Johnson MJ. Resistance training modes: specificity and effectiveness. Med Sci Sports Exerc 1995;27:648-660.

UnnithanVB , Clifford C, BarOrO. Authorinformationcosto metabólico

Meylan C, Nosaka K, Green J, Cronin JB.Temporal and kinetic analysis of unilateral jumping in the vertical, horizontal, and lateral directions, J Sports Sci 2010;28(5):545-554.

Impellizzeri FM, Rampinini E, Maffiuletti N, Marcora SM. A vertical jump forcé test for assessing bilateral strength asymmetry in athletes. Med Sci Sports Exerc 2007;39(11):2044–2050

Moreau NG, Falvo MJ, Damiano DL. Rapid force generation is impaired in cerebral palsy and is related to decreased muscle size and functional mobility. *Gait Posture*. 2012;35(1):154e159

Wiley ME, Damiano DL. Lower-extremity strength profiles in spastic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 1998;40(2):100e107.

Ross SA, Engsberg JR. Relation between spasticity and strength in individuals with spastic diplegic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 2002;44(3):148e157.

Self B.P., Paine D. Ankle biomechanics during four landing techniques. *Med. Sci. Sports Exerc*. 2001;33:1338-44.

Dufek J.S., Bates B.T. Biomechanical factors associated with injury during landing in jump sports. *Sports Med*. 1991;12:326-37.

Dvorak J., Junge A. Football injuries and physical symptoms. A review of the literature. *Am. J. Sports Med*. 2000;28:S3-9.

Diane L Damiano (a1) , Karen Dodd (a2)and Nicholas F Taylor (a2)

DOI: <https://doi.org/10.1017/S0012162201001682> Published online: 01 January 2002

Unnithan, V.B., Dowling, J.J., Frost, G., & Bar-Or, O. (1996). Role of cocontraction in the O<sub>2</sub> cost of walking in children with cerebral palsy. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28(12), 1498–1504.

Verschuren, O., & Takken, T. (2010). Aerobic capacity in children and adolescents with cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities*, 31(6), 1352-1357.

Bhambhani YN , Holland LJ, Steadward RDMaximal aerobic power in cerebral palsied wheelchair athletes: validity and reliability.

Bax MCO, Goldstein M, Rosenbaum P, Leviton A, Paneth N. Proposed definition and classification of cerebral palsy, april 2005. *Dev Med Child Neurol* 2005; 27: 571-576.

Krussweber [http://edufisicamario.weebly.com/uploads/7/5/3/3/7533364/taller\\_de\\_educacin\\_fsica\\_-\\_flexibilidad\\_rcp.pdf](http://edufisicamario.weebly.com/uploads/7/5/3/3/7533364/taller_de_educacin_fsica_-_flexibilidad_rcp.pdf)

BORG, G., y DAHLSTROM, H. (1962). A case study of perceived exertion during a work test. *Acta Societatis Medicorum Upsaliensis*, 67, 91-93

[http://g-se.com/es/entrenamiento-de-la-fuerza-y-potencia/blog/evaluaciones-de-saltabilidad-y-fuerza-reactiva\\_salto](http://g-se.com/es/entrenamiento-de-la-fuerza-y-potencia/blog/evaluaciones-de-saltabilidad-y-fuerza-reactiva_salto)

Ferrario, V.F., Turci, M., Lovecchio, N., Shirai, Y.F., & Sforza, C. (2007). Asymmetry of the active nonweight bearing foot and ankle range of motion for dorsiflexion-plantar flexion

THE SURPRISING HISTORY OF THE “HR<sub>max</sub>=220-age” EQUATION. Robert A. Robergs, Roberto Landwehr. JEPonline. 2002;5(2):1-10. T.

Haugen TA, Tønnessen E, Seiler S. Anaerobic performance testing of professional soccer players 1995-2010. *Int J Sports Physiol Perform* 2013;8(2):148-156.

Meylan C, Nosaka K, Green J, Cronin JB. Temporal and kinetic analysis of unilateral jumping in the vertical, horizontal, and lateral directions, *J Sports Sci* 2010;28(5):545-554.

Impellizzeri FM, Rampinini E, Maffiuletti N, Marcora SM. A vertical jump forcé test for assessing bilateral strength asymmetry in athletes. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39(11):2044–2050

Dufek J.S., Bates B.T. Biomechanical factors associated with injury during landing in jump sports. *Sports Med.* (1991)

Dvorak J., Junge A. Football injuries and physical symptoms. A review of the literature. *Am. J. Sports Med.* (2000)

Moreau NG. Muscle structural adaptation in cerebral palsy and its relationship to function. In: Ramey S, Coker Bolt P, DeLuca S, eds. *A Handbook of Pediatric Constraint-induced Movement Therapy (P-CIMT): A Guide for Occupational and Physical Therapists, Researchers, and Clinicians.* Bethesda, MD: American Occupational Therapy Association Press; 2013.

Yanci, J.; Los Arcos, A.; Grande, I.; Santalla, A.; Figueroa, J.; Gil, E. y Cámara, J. (2014).

Capacidad de salto en futbolistas con parálisis cerebral / Jump capacity in cerebral palsy soccer

players. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte* vol. () pp. Pendiente de publicación / In press.

*Rev.int.med.cienc.act.fís.deporte*- vol. - número - - ISSN: 1577-0354

Moreno González Alberto. Moreno Lavaho Sandra Milena. “Percepción del Esfuerzo en Entrenamiento de Fútbol Categoría Sub 15.”. *Revista Edufísica.com*, Universidad del Tolima, Vol. 8 No. 17 (Febrero - Julio) 2016.

Yoshiko Tobimatsu, Ryuichi Nakamura, Shusuke Kusano, You Iwasaki, Cardiorespiratory endurance in people with cerebral palsy measured using an arm ergometer, *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, Volume 79, Issue 8, 1998, Pages 991-993, ISSN 0003-9993, [http://dx.doi.org/10.1016/S0003-9993\(98\)90099-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0003-9993(98)90099-5).

(<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003999398900995>)

Billat, V. L., Dhonneur, G., Mille-Hamard, L., Le Moyec, L., Momken, I., Launay, T., & Besse, S. (2016). Case Studies in Physiology: Maximal Oxygen Consumption and Performance in a Centenarian Cyclist. *Journal of Applied Physiology*, jap-00569.

García, J.; Villa, J.G.; Rodríguez, J.A.; Morante, J.C.; Álvarez, E.; Jover, R. (2003). Aplicación de un test de esfuerzo interválico (Test de Probst) para valorar la calidad aeróbica en futbolistas de la liga española. *Apunts: Educación Física y Deportes*. 71: 80-88.

Chamorro, R. P. G., & Lorenzo, M. G. (2004). Test de Bosco. Evaluación de la potencia anaeróbica de 765 deportistas de alto nivel. *Historia*, 1, 1.

Índices para la calidad de la frecuencia cardiaca posterior a esfuerzos máximos (Böhmer y Cols 1975 en-Chicharro y Fernandez.”*Fisiología del ejercicio*” Ed.Panamericana. Madrid 2001.

Martínez, B. E. H., Lambert, A. O. C., Salas, A. K. E., Sanginés, M. L. G., & Méndez, J. O. (2010). Nutrición y rendimiento en atletas con discapacidad intelectual y conocimientos de sus cuidadores.

López-Gullón, J. M., García-Pallarés, J., Gil, R. B., Martínez-Moreno, A., Morales-Baños, V., Torres-Bonete, M. D., & Díaz, A. (2011). Factores físicos y psicológicos predictores del éxito en lucha olímpica. *Revista de Psicología del Deporte*, 20(2), 573-588.

Balsalobre-Fernández, C, Agopyan, H & Morin, JB. The validity and Reliability of an iphone App for Measuring Running Mechanics. *J Appl Biomech*, 2016.

Birk, T. J., & Mossing, M. (1988). Relationship of perceived exertion to heart rate and ventilation in active teenagers with cerebral palsy. *AdaptedPhysicalActivityQuarterly*, 5(2), 154-164

FERNANDES, P.R., FILHO, J.F. Estudio Comparativo de la Dermatoglifía, Somatotipia y del Consumo Máximo de Oxígeno de los Atletas de la Selección Brasileira de Football de Campo, Portadores de Parálisis cerebral y de Atletas Profesionales de Football de Campo, no Portadores de Parálisis Cerebral. *Fitness& performance Journal*, v.3, n.3, p. 157-164, 2004.



ANEXOS:

Anexo 1. Resultados en participaciones en Juegos Deportivos Paranales, 2015

### **Anexos**

#### **Formato remisión de resultados oficiales juegos paranales 2015 primera jornada campo pista**

Hora: 15:50 p.m

Prueba: 100 mts

Género: Masculino

Clase: T35

Record Americano: 12.82

Record Mundial: 12.29

Fase: Final

#### **Formato remisión de resultados oficiales juegos paranales 2015 cuarta jornada campo – pista**

Hora: 09:50

Prueba: 200 m

Género: Masculino

Clase: T35

Record Nacional 34.09

Record Americano: 34.03

Record Mundial: 28.57

Fase: FINAL

**Formato remisión de resultados oficiales  
juegos paranales 2015  
sexta jornada campo – pista**

Hora: 10:40 a.m.

Prueba: 400 mts

Género: Masculino

Clase: T35

Record Nacional 1.19.17

Record Americano: 1.06.60

Record Mundial: 56.51

Fase: Final

## Glosario

**Fatiga:** Puede definirse como la disminución de la capacidad física del individuo después de haber realizado un trabajo durante un tiempo determinado.

**Composición corporal:** es definida como la relativa proporción de grasa y tejidos libre de grasa en el cuerpo humano.

**Parálisis cerebral:** un grupo de trastornos motores no progresivos, que provocan anomalías del control postural de los movimientos, ocasionados por una lesión del SNC.

**Flexibilidad:** es la capacidad del musculo para realizar mayor recorrido articular.

**Fuerza isométrica:** tiene lugar cuando la fuerza no implica movimiento, es decir, que la resistencia es mayor que la fuerza.

**Umbral anaeróbico:** es el punto a partir del cual el organismo no es capaz de neutralizar y reciclar el ácido láctico que segregan las células musculares, por lo que empieza a acumularse en nuestros músculos y descender nuestro rendimiento.

**Rehabilitación:** permite a las personas con discapacidad alcanzar y mantener un nivel óptimo de desempeño físico, sensorial, intelectual, psicológico y/o social.

**Carga física:** es el conjunto de requerimientos físicos a los que se ve sometida la persona a lo largo de su jornada laboral.

**Velocidad:** es una magnitud física, a partir de la cual se puede expresar el desplazamiento que realiza un objeto en una unidad determinada de tiempo.

**Condición física:** es el estado de la capacidad de rendimiento psicofísica de una persona en un momento dado.

**Discapacidad:** es aquella condición bajo la cual ciertas personas presenta alguna deficiencia física, mental, intelectual o sensorial que a largo plazo afecta la forma de interactuar y participar plenamente en la sociedad.

**Recuperación:** es el estado funcional del deportista una vez que concluye el trabajo, donde se restablecen las reservas energéticas y todas las sustancias que intervinieron durante la ejecución e la carga física.

**Frecuencia cardiaca:** es el número de veces que el corazón late por minuto.