



# HÁBITOS Y ACTIVIDAD FÍSICA

# Caracterización del consumo máximo de oxígeno, flexibilidad activa, índice de masa corporal y perímetro de cintura de los estudiantes del Gimnasio Campestre de grado 10° y grado 11°

Luis Carlos Arévalo Montenegro<sup>1</sup>, Ricardo Camargo Sánchez<sup>1</sup>, Jimmy Giovanni Moreno García<sup>1</sup>

1. Profesores Departamento de Educación Física, Gimnasio Campestre.

Correspondencia para los autores: larevalo@campestre.edu.co; rcamargo@campestre.edu.co; jmoreno@campestre.edu.co

Recibido: 31 de agosto de 2016

Aprobado: 18 de octubre de 2016

## RESUMEN

En este estudio se evaluaron el índice de masa corporal (IMC), la flexibilidad activa, el perímetro de cintura y el consumo máximo de oxígeno (VO<sub>2</sub>max) en un grupo de 65 estudiantes durante 2 años. Aunque la mitad de los individuos analizados presentaron un IMC bajo según los parámetros del Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM) se consideran normales. En términos del consumo máximo de oxígeno (VO<sub>2</sub>max) en el segundo año del estudio los alumnos lograron alcanzar los rendimientos mínimos establecidos para individuos en el rango de edad entre 16 y 18 años. Se identificaron 2 alumnos con medidas iguales o superiores a 90 cm en el perímetro de cintura y 10 muy cerca de alcanzar los mismos valores. Más del 50% de los estudiantes analizados mostraron propensión a sufrir algún tipo de desgarramiento muscular en el conglomerado lumbar e isquiotibial como consecuencia de las limitaciones en la flexibilidad.

**Palabras clave:** Capacidad física, flexibilidad activa, consumo máximo de oxígeno, perímetro de cintura, test de Luc Leger, condición física.

## SUMMARY

In this study BMI, active flexibility and VO<sub>2</sub>max were evaluated in a group of 65 students from Gimnasio Campestre over a period of 2 years. Half of the individuals tested had a low BMI, but under the ACSM parameters are considered normal. In terms of maximum oxygen consumption (VO<sub>2</sub>max), for the second year of study, students were able to meet the minimum performance requirements for individuals in their age range (16-18 years). Regarding the waist circumference we found two students with perimeter equal to or greater than 90 cm. In addition we identified 10 students whose waist perimeter was very close to the same value. More than 50% of the students tested showed propensity to suffer some type of muscle tear in the lower back and hamstring conglomerate, due to their flexibility limitations.

**Key words:** Conditional physical capacity, active flexibility, maximum oxygen consumption, waist circumference, Luc Leger test, fitness.

## INTRODUCCIÓN

La cultura del sedentarismo junto con aspectos tales como la mala alimentación, los hábitos de vida poco saludables, el consumo de alcohol, el tabaquismo y los periodos de sueños muy cortos se constituyen en parte de la problemática que los estudiantes próximos a incursionar en la educación superior enfrentan cotidianamente. En el contexto educativo institucional, la educación física y las actividades extracurriculares son el medio a través del cual se pretende crear en los estudiantes la necesidad del ejercicio como camino para lograr una condición física saludable. La edad escolar es el momento más oportuno para construir en la mente del niño la conciencia del valor de la actividad física para su vida.

Las capacidades físicas naturales de un individuo constituyen el sustrato fundamental sobre el cual se producen el aprendizaje y perfeccionamiento de las acciones motrices que orientan su desarrollo corporal. Ellas se despliegan sobre la base de las condiciones morfofuncionales que tiene el organismo y representan uno de los componentes esenciales para el progreso del rendimiento físico de la persona.

Independientemente de la influencia de las características orgánicas individuales, existen tres factores que determinan la rapidez, facilidad y magnitud con las que pueden desarrollarse las capacidades físicas:

Las particularidades ontogenéticas de cada individuo.

- Las particularidades de las influencias externas dirigidas al desarrollo de esas capacidades motoras.
- El hecho de que una misma actividad pueda desarrollar diferentes capacidades físicas.

- Las capacidades físicas básicas determinan la condición física de cada individuo y mediante su entrenamiento ofrecen la posibilidad de mejorar el rendimiento funcional de un ser humano.

Para el Colegio Americano de Medicina del Deporte (2005), resistencia es la capacidad de soportar psíquica y físicamente una carga durante un tiempo prolongado, hasta cuando se produce un cansancio insuperable debido a su intensidad y duración. Esta condición está determinada por el sistema cardiorrespiratorio. De otro lado, la flexibilidad es la capacidad de desplazar una articulación o una serie de articulaciones a través de una amplitud de movimientos completa, sin restricciones ni dolor; a través de ella se evidencia la capacidad de los músculos y los tendones para alargarse dentro de las restricciones físicas que toda articulación posee.

En este estudio se presentan los resultados de la evaluación de las capacidades físicas condicionales (flexibilidad activa, IMC y  $VO_{2max}$ ) de un grupo de 65 estudiantes de la sección bachillerato del Gimnasio Campestre con edades entre 16 y 18 años en un lapso de 24 meses (años 2014 a 2016).

## METODOLOGÍA

En este estudio se aplicaron una serie de pruebas desarrolladas para evaluar resistencia y flexibilidad activa, capacidades físicas condicionales determinantes para establecer el estado general de salud de un individuo. Las pruebas fueron seleccionadas tomando en consideración las características fisiológicas de la población estudiantil analizada y siguiendo las recomendaciones de ACSM (2005).

Antes de la aplicación de las pruebas y la realización de las mediciones antes referidas

todos los estudiantes fueron valorados a la luz de la encuesta de riesgo cardiovascular A1, que hace referencia a un usuario aparentemente sano (ACSM, 2005).

Mediante el uso de la fórmula de Karvonen (Karvonen, Kentala & Mustala, 1957) se determinó la frecuencia cardíaca máxima teórica. El pulso en reposo se determinó siguiendo el procedimiento establecido por ACSM (2005).

Para determinar los valores de talla, peso, perímetro de cintura y adipometría, se utilizó el protocolo recomendado por ACSM (2005). El peso y la adipometría se determinaron mediante el uso de una báscula con sistema de bioimpedancia (Tanita, modelo BC-585F). Con el fin de determinar la clasificación corporal, correspondiente a la relación existente entre el peso y la estatura del estudiante, se utilizó la fórmula de IMC ( $\text{peso}/\text{estatura}^2$ ) (ACSM, 2005).

La determinación del riesgo de eventos cardíacos y su relación con la acumulación de tejido adiposo se realizó mediante la aplicación del protocolo de toma de perímetro de cintura desarrollado por Zimmeta, Albertib y Serrano (2005).

Para la medición del aprovechamiento del oxígeno a nivel muscular, o potencia aeróbica, se utilizó el test de Luc Leger (ACSM, 2005). La determinación de los niveles de retracción muscular en las zonas lumbar e isquiotibial se hizo mediante la aplicación del test de flexibilidad activa (ASCM, 2005).

Finalmente, los datos obtenidos en los periodos 2014-2015 y 2015-2016 se sometieron a análisis estadístico y los resultados se contrastaron con las tablas de baremo comparativo según la edad de cada alumno, propuestas por ACSM (2005).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### CICLO 2014-2015 vs. CICLO 2015-2016

Con el fin de aproximarse a una evaluación preliminar de la condición física del grupo de estudiantes se analizaron cuatro parámetros de interés: consumo máximo de oxígeno ( $\text{VO}_{2\text{max}}$ ), flexibilidad activa (sit and reach), perímetro de cintura e índice de masa corporal (IMC). Estas variables se estudiaron durante los periodos 2014-2015 (cuando los estudiantes cursaban 10° grado) y 2015-2016 (cuando cursaban 11° grado). Posteriormente, se estableció una comparación entre los datos recolectados en cada periodo.

#### Índice de masa corporal (IMC):relación peso/estatura

El índice de masa corporal es uno de los indicadores propuestos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para observar el grado de desarrollo y nutrición de la población infantil y adulta (Martín y Fernández, 2004). A partir de éste índice se pueden identificar las posibilidades de riesgo asociadas al exceso o deficiencia de masa corporal. La comparación de los valores de IMC para los periodos 2014-2015 y 2015-2016 muestra variaciones significativas en los estudiantes que participaron en el estudio. El análisis estadístico (tabla1) para el año 2015-2016 indicó que la media poblacional fue 21,79 frente a un valor de 18,52 determinado para el ciclo 2014-2015, hecho que reveló un incremento tanto de la masa corporal como de la talla general de los estudiantes; el valor de IMC mínimo fue 16,41 y el máximo 31, frente a 12,54 y 25,56 del periodo 2014-2015 (tabla1). El incremento en masa corporal se observa tanto en el límite inferior como en el superior y se relaciona directamente con las transformaciones de la constitución física que se producen con la transición de la infancia a la prepubertad (11 años) en donde comienzan a ocurrir procesos de maduración profundos y que terminan

después de los 20 años (Harre, 1983). La moda, entendida como el dato que más se repite en la muestra, fue 20,6 (16,9 para el año anterior). Se hace evidente que un gran porcentaje de la población posee un IMC normal. Sin embargo, se observaron tres grupos minoritarios: uno que corresponde al de los individuos con sobrepeso, otro correspondiente a los individuos con obesidad y el último correspondiente a los individuos con bajo peso corporal. Estas tres condiciones se relacionan tanto con la ingesta calórica como con la intensidad de la actividad física y la condición metabólica mediada por la producción hormonal. El contexto cultural tiene un peso importante en temas como los hábitos alimenticios, la actividad física y la salud en el Gimnasio Campestre.

Las necesidades de energía son directamente proporcionales al tamaño del cuerpo y al grado de actividad física que realiza el individuo. Una persona sedentaria necesita unas 35 kilocalorías de ingesta por kilogramo de peso corporal al día. Esto equivale a 2500 kcal al día para una persona de 70 Kg. La inactividad física contribuye a un declive gradual en el gasto energético y en el índice metabólico en reposo, por lo tanto, si la ingesta de alimentos sigue siendo la misma que antes esa persona dejará de consumir lo que ingiere y por ende la diferencia se almacenará en forma de depósitos de grasa (Astrand y Rodahl, 2003).

La desviación estándar señaló que los datos se encuentran dispersos. Cuanto más cercano a cero (0) es el valor de la desviación estándar más agrupados están los datos. Al observar los valores del periodo (2015-2016) es claro que la desviación estándar se acerca a 2, que equivale a una desviación estándar mínima, es decir que existe una dispersión no muy alejada de la media; ello implica que el grupo de individuos es homogéneo. Llama

la atención que la edad de los estudiantes evaluados, que se encuentra en un rango de variación muy estrecho (15-17 años), corresponde con unos valores de IMC que distan muy poco de la media estadística, hecho que se refleja en un valor de curtosis (coeficiente que indica la cantidad de datos cercanos a la media estadística) de 0,89. Los estudiantes analizados comparten hábitos nutricionales y de actividad física muy similares en muchos aspectos, así como características étnicas y otros factores socioculturales.

El rango, entendido como la diferencia entre el valor máximo y el valor mínimo de IMC fue 15,27 (2015-2016), parámetro que aumentó respecto al año anterior (13,02). Este dato mostró que existen 15 niveles de IMC para el año 2016 y 13 para 2015. Esta diferencia pone de manifiesto que el rango aumentó en 2 niveles en estudiantes que pasaron de sobrepeso a obesidad. Lo anterior se explica en función de los cambios hormonales típicos en la adolescencia, cuando se produce la osificación y el aumento paulatino de masa muscular así como de depósitos de grasa muscular y visceral. De otro lado, el crecimiento y desarrollo se encuentran ligados a la absorción de proteínas de la ingesta (anabolismo) así como a las variaciones existentes en la tasa metabólica, cuyo estí-

ITEM	2014-2015	2015- 2016
Media	18,5269	21,7910769
Mediana	17,83	21,15
Moda	16,9	20,6
Desviación Estándar		3,1437523
Curtosis		0,89890571
Rango	13,02	15,27
Mínimo	12,54	16,41
Máximo	25,56	31,68
Cuenta	59	65

**Tabla 1.** Análisis estadístico correspondiente al índice de masa corporal (IMC) para los años 2014-2015 y 2015-2016.

mulo se relaciona con procesos adaptativos a la actividad física y al consumo calórico (Astrand y Rodahl, 2003).

En la figura 1 se observan picos mínimos y máximos con respecto a la clasificación ofrecida por ACSM (2005), en donde predomina el IMC considerado como normal. Aún así, se observan casos en los que el IMC aumentó de manera drástica, pasando de la categoría sobrepeso a la categoría obesidad. Los individuos que están clasificados en el grupo sobrepeso-obesidad mostraron un patrón de comportamiento común. Desde los primeros años de educación escolar comenzaron a mostrar una pérdida progresiva de interés en la realización de la actividad física exigida por el currículo del colegio, malos hábitos alimenticios y el consumo de tabaco y bebidas alcohólicas al inicio de la adolescencia.

Un estilo de vida físicamente inactivo junto con la obesidad son dos de los tipos de factores de riesgo más predominantes en las enfermedades crónicas. Ambas condiciones se consideran factores principales de riesgo de enfermedad cardiovascular, diabetes mellitus no insulino-dependiente (diabetes tipo II), hipertensión y otras enfermedades

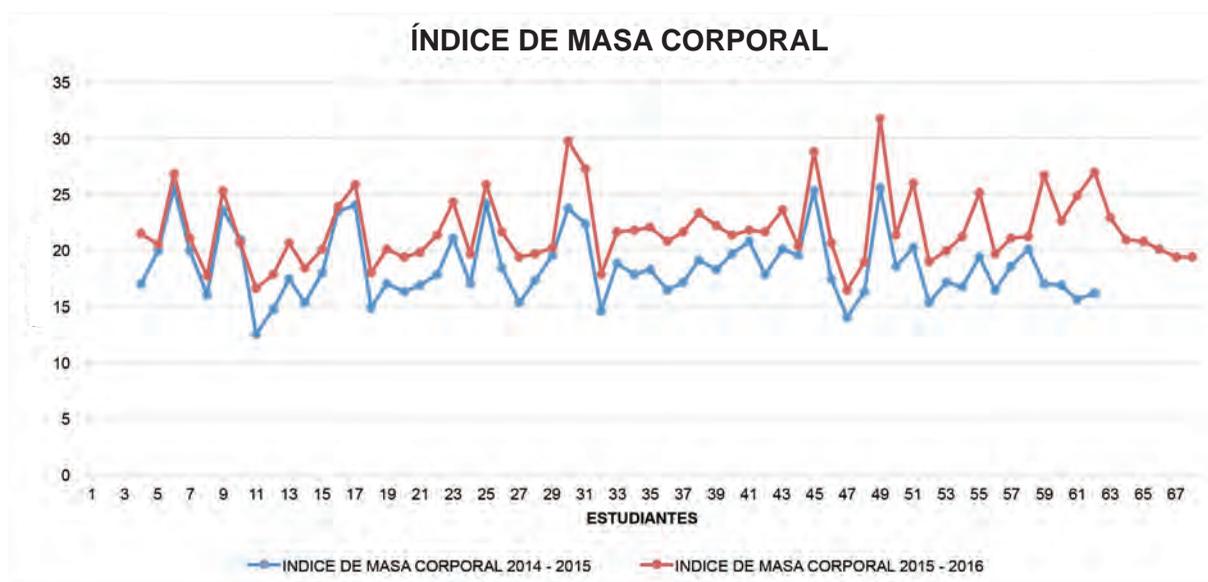
debilitantes (Bouchard, 2000; Wickelgren, 1998 en Astrand y Rodahl, 2003).

Un estudio realizado con adolescentes en edad escolar (16-18 años) de Bogotá en el año 2004 determinó un IMC promedio de 20,5 (Martín y Fernández, 2004), lo que indica que los estudiantes del Gimnasio Campestre, con una media de 21,79, presentaron un IMC normal pero mayor respecto al estudio realizado en 2004.

En la figura 1 se observa la tendencia al aumento del IMC en el segundo año de estudio. La población evaluada para el ciclo 2015-2016 fue de sesenta y cinco (65) estudiantes. Los valores de IMC deseables para los estudiantes en estos rangos de edad oscilan entre 20 y 25 de acuerdo a los parámetros establecidos por ACSM (2005).

### Perímetro de cintura

El perímetro corresponde a una medida de tipo circunferencial que se realiza alrededor de una estructura corporal, partiendo de un punto de referencia y llegando al mismo. Un estudio de larga duración publicado recientemente por investigadores de Estados



**Figura 1.** Resultados correspondientes a la tendencia del índice de masa corporal IMC para los años 2014-2015 y 2015-2016.

Unidos y Australia sugiere que el perímetro de cintura, y no el índice de masa corporal, es la mejor medida clínica para predecir el riesgo que tiene un niño de sufrir enfermedad cardiovascular y/o diabetes en etapas posteriores (Schmidt et al., 2011).

El análisis estadístico relativo al perímetro de cintura (tabla 2) reveló que el valor promedio para el periodo 2015-2016 fue 77,26, mientras que para el periodo 2014-2015 fue 74,81; es decir el parámetro aumentó en casi tres unidades en todo el grupo. La mediana (2015-2016) fue 76, valor superior al del año anterior que fue 74. La moda para los dos periodos fue 76. La desviación estándar mostró un valor de 7,38, lo que implica que la distribución es notablemente más dispersa en comparación con la del IMC. La curtosis mostró un valor positivo (+) de 1,69, valor que se acerca a la media de la muestra, lo que corrobora el resultado de la desviación estándar y se refleja en una distribución mesocúrtica, es decir, que muestra un grado de concentración medio alrededor de los valores centrales de la variable (similar al que presenta una distribución normal).

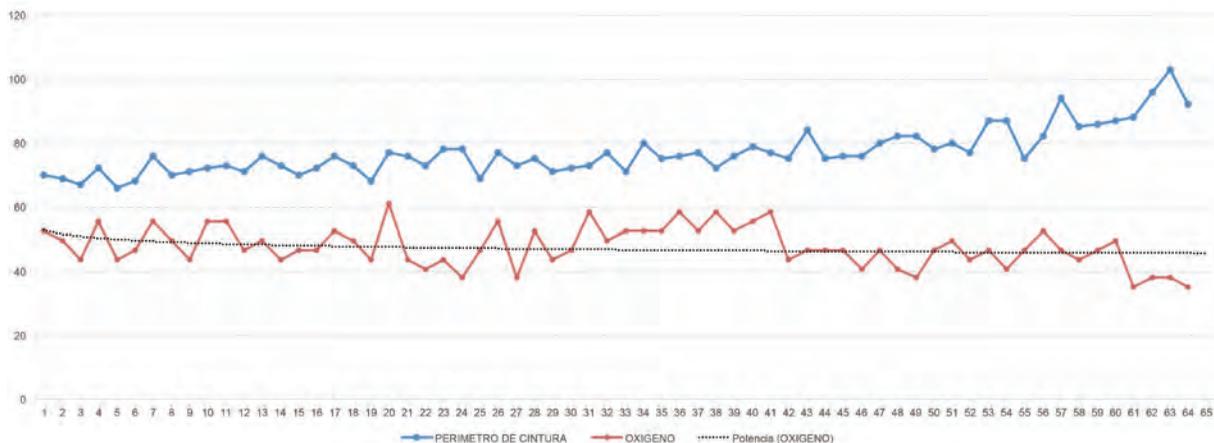
El rango (37) fue bastante alto, aún mayor que el del año anterior (30), debido a la distancia entre el dato mínimo (66) y el dato

ITEM	2014-2015	2015- 2016
Media	74,831	77,26153846
Mediana	74	76
Moda	76	76
Desviación Estándar		7,385113665
Curtosis		1,69603894
Rango	30	37
Mínimo	63	66
Máximo	93	103
Varianza	49,281	
Cuenta	59	65

**Tabla 2.** Análisis estadístico correspondiente al perímetro de cintura para los años 2014-2015 y 2015-2016.

máximo (103). Esto implica que los valores obtenidos para el ciclo 2015-2016 aumentaron en la mayoría de los casos, incluyendo a los estudiantes que podrían llegar a tener algún evento cardíaco. Así, se determinó que los estudiantes que presentaron un perímetro de cintura mayor a 90 cm. en la primera toma de datos, para esta ocasión mostraron un aumento con respecto a la escala estandarizada. El perímetro mínimo fue de 66 cm. mientras que el perímetro máximo fue de 103 cm. con respecto a 63 cm. y 93 cm. del año anterior; se determinó una media perimetral de cintura de 77cm.

## RELACIÓN IMC Y PERÍMETRO DE CINTURA



**Figura 2.** Relación entre el índice de masa corporal IMC y el perímetro de cintura.

con respecto a 74 cm. del año anterior. El perímetro de cintura incrementa de manera proporcional con el crecimiento corporal del individuo (ACSM, 2005). Aún así, datos como la desviación estándar y el rango mostraron que los datos dispersos obedecen a la inclusión de estudiantes con perímetro mayor de 90 cm. y un rango más amplio.

### Relación IMC/perímetro de cintura

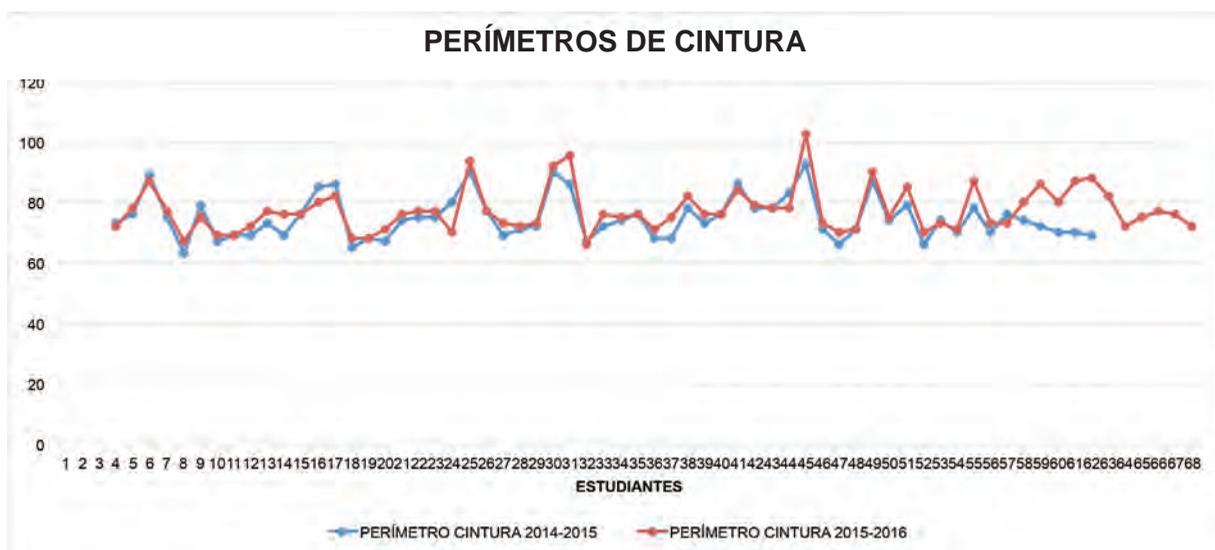
Se consideró relevante la información obtenida tanto para el perímetro de cintura como para el IMC debido a que en el análisis de los datos se observó un comportamiento directamente proporcional tanto en el decrecimiento como en el aumento de ambas variables. Lo anterior se puede explicar en función de la velocidad de crecimiento de los estudiantes, así como de la tasa metabólica relacionada con el gasto calórico y energético, que son condiciones inherentes al individuo (figura 2).

Se determinó que las dos variables presentaron una correlación que indica un aumento paulatino en el crecimiento y desarrollo de los estudiantes, mediado por el factor nutricional de cada uno de ellos (figura 3).

La respuesta adaptativa crónica al ejercicio permitió evidenciar el impacto fisiológico de la práctica deportiva que se da en los espacios extracurriculares ofrecidos por el Gimnasio Campestre u otras instituciones.

A las observaciones anteriores hay que agregar el hecho de que la morfología promedio de los estudiantes analizados corresponde al tipo ectomórfico, es decir, individuos que tienden a ser delgados y altos (Sheldon (1942), en Martín y Fernández, 2004).

Se determinó que aquellos individuos que presentaron un perímetro de cintura muy bajo (entre 66 y 72 cm.) también presentaron un IMC bajo (entre 16,41 y 18), hecho que los ubica en el segmento correspondiente al 10,8 % de la población que mostró bajo peso. El 72,3% exhibió un IMC normal (18,5 y 24,9) así como un perímetro de cintura menor a 90 cm. En algunos estudiantes se observó un IMC normal pero muy próximo al límite inferior del estándar (19,0). El 15,38 % presentó sobrepeso, aunque algunos de ellos mostraron un perímetro de cintura por debajo de los 90 cm. En esta categoría, otros estudiantes mostraron un perímetro mayor o igual a 90 cm.



**Figura 3.** Resultados de perímetro de cintura con sus respectivas tendencias entre 2014-2015 y 2015- 2016.

Los estudiantes que mostraron obesidad (el 2% restante) se pueden considerar como pacientes en riesgo de tener algún tipo de evento cardíaco o con predisposición a desarrollar síndrome metabólico. Su perímetro de cintura se encuentra por encima del estándar para Latinoamérica e incide directamente en la reostasia (equilibrio metabólico).

Factores como la inactividad física, el hipotiroidismo, el elevado consumo calórico con respecto al gasto, los hábitos de vida sedentarios y el tabaquismo, podrían ser factores que contribuyen a la variación con respecto a los resultados del año anterior.

#### Flexibilidad actividad (Sit and Reach)

El concepto de flexibilidad hace referencia a la capacidad de juntar partes extremas del cuerpo humano. Esta cualidad física permite el máximo recorrido de las articulaciones gracias a la elasticidad y extensibilidad de los músculos que se insertan en las mismas (Martín y Fernández, 2004).

Con relación a los resultados obtenidos durante el ciclo 2014-2015 y 2015-2016 (figura 4) se puede observar que no se presentó una

ITEM	2014-2015	2015- 2016
Bajo Peso	30	7
Normal	26	47
Sobrepeso	3	10
Obesidad		2
Total	59	65

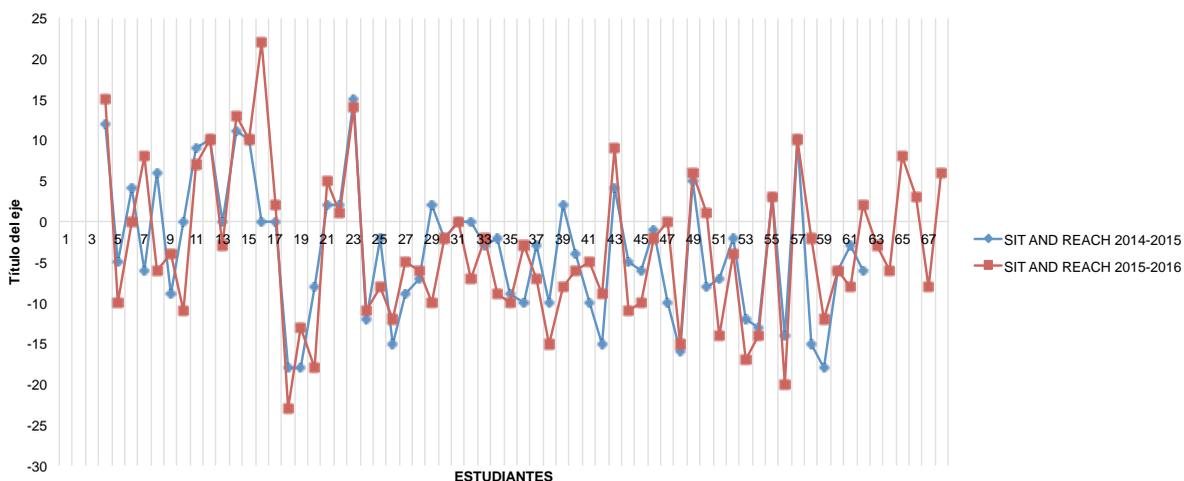
**Tabla 3.** Estudiantes y clasificación cualitativa del índice de masa corporal (IMC) 2014-2015 y 2015-2016.

variación significativa de esta cualidad física a nivel de las porciones lumbar e isquiotibial.

De esta manera, las mediciones realizadas permiten inferir que la población estudiantil presenta retracciones musculares (bajo índice de elongación) de los grupos musculares que componen las porciones lumbar e isquiotibial. El análisis estadístico para el mismo grupo poblacional (tabla 4) mostró que, en promedio, hubo una mínima mejoría (-3,3 cm. frente a -3,5 cm del año anterior); el mejor registro fue de +22 cm., que superó los 15 cm. de la anterior toma de datos. El registro mínimo cambió de -18 cm. (2014-2015) a -23 cm. del año anterior (2015-2016).

El 50% de los estudiantes se encuentra por encima de -5 cm, mientras que el 50% restante se encuentra por debajo de este valor

#### SIT AND REACH



**Figura 4.** Tendencias y comparación de la flexibilidad activa (Sit and reach) para los periodos 2014-2015 y 2015-2016.

(mediana); la moda fue -6 cm. La desviación estándar fue muy alta (9,21) frente a la observada en las pruebas anteriormente analizadas. El valor negativo de la curtosis (-0,073) corrobora la dispersión de los datos cuya distribución es platicúrtica, es decir, mostró un reducido grado de concentración alrededor de los valores centrales de la variable. Se observó un rango bastante amplio (45) entre los valores mínimos y máximos. Básicamente, la segunda medición de la variable se hizo con los mismos estudiantes del ciclo anterior y la participación de seis estudiantes más.

ITEM	2014-2015	2015- 2016
Media	-3,5932	-3,384615385
Mediana	-3	-5
Moda	0	-6
Desviación Estándar		9,217327954
Curtosis		-0,073506668
Rango	-3	45
Mínimo	-18	-23
Máximo	15	22
Cuenta	59	65

**Tabla 4.** Resultados estadísticos para flexibilidad activa (Sit and reach) en los periodos 2014-2015 y 2015-2016.

En el contexto del desarrollo de la flexibilidad, es una constante el observar en la población estudiantil esta cualidad física como una condición que contribuye al desarrollo técnico de diversas posibilidades motoras que se cultivan entre los 3 y los 8 años de edad. Cuando el niño entra en una etapa consciente de las prácticas predeportivas y deportivas, el desarrollo de la flexibilidad debe ser enfocado como un elemento fundamental en la prevención de las lesiones articulares.

Harre (1983) considera que la movilidad es una condición previa elemental de la ejecución cualitativa y cuantitativa de un

movimiento, lo que implica que si no se desarrolla adecuadamente puede conducir a las siguientes dificultades y deficiencias:

- Se dificulta el aprendizaje de determinadas habilidades del movimiento y por ende se prolonga en el tiempo el aprendizaje de las mismas.
- Se presentan fácilmente lesiones en el estudiante.
- Se obstaculiza el desarrollo de otras capacidades físicas condicionales como la fuerza, rapidez, resistencia y agilidad, o no se pueden utilizar a cabalidad cada una de ellas.
- Se limita la amplitud del movimiento, lo que conduce a un cansancio rápido por realizar mayor esfuerzo.
- Afecta a todas las disciplinas deportivas.

Se pudo determinar que 40 de los 65 estudiantes evaluados en el ciclo 2015-2016 muestran una flexibilidad deficiente, lo que implica que no lograron tocar la punta de sus pies con el extremo de sus dedos. Una de las causas probables de esta limitación en la flexibilidad es el crecimiento, en el cual se dan procesos de maduración de los tejidos en los que ocurren cambios histológicos significativos. Por otra parte, la capacidad de regeneración de los tejidos estimula la cicatrización a nivel de fibra muscular, sin embargo, cuando el tejido recuperado no se ejercita mediante estiramiento prolongado, se generan las retracciones musculares. Hay que considerar que la flexibilidad y la movilidad decrecen en la medida en que avanza la edad (Harre, 1983).

Vale la pena anotar que los resultados relativos a la flexibilidad activa (prueba Sit and reach) no necesariamente representan a la población físicamente inactiva. También se observó que los estudiantes que están

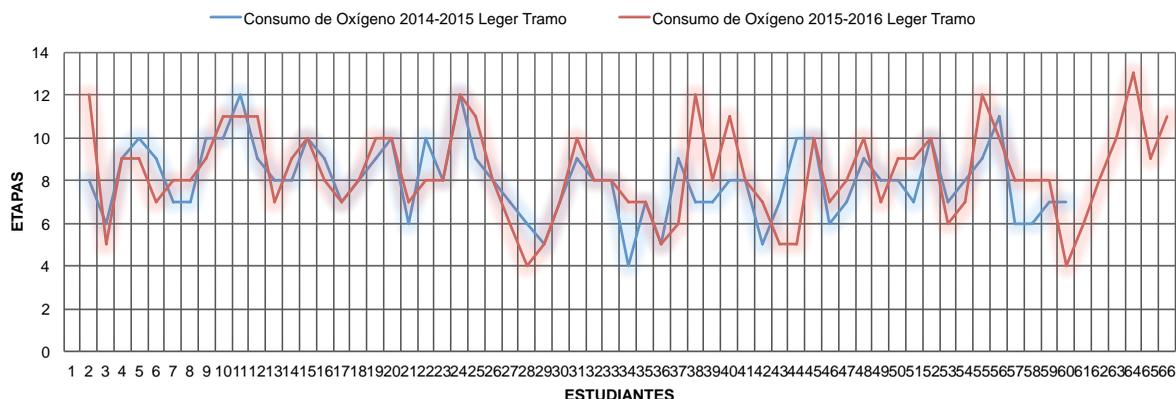
sometidos a algún tipo de entrenamiento especial mostraron deficiencias en la prueba. Los estiramientos previenen la reducción del grado de movilidad en las articulaciones implicadas, evitan las lesiones musculares y tendinosas (Wiktorsson-Möller et al (1983) en Astrand y Rodahl). Las causas de las restricciones en el movimiento articular pueden ser neutrógenas o miógenas, hallarse en la misma articulación o en los tejidos que la rodean (Hutton (1992), en Astrand y Rodahl, 2010).

### Consumo máximo de oxígeno ( $VO_{2max}$ )

En términos de potencia aeróbica se observó un aumento en el consumo máximo de oxígeno en el segundo año de estudio (2015-2016) (figura 5). Después de conocer los resultados de la prueba en el ciclo 2014-2015, los estudiantes evaluados iniciaron procesos de acondicionamiento físico personalizado. El nivel de rendimiento exigido en el test de Luc Leger para estudiantes con edades entre 16 y 18 años corresponde al nivel 8, que representa un estado óptimo de oxigenación para la salud (ACSM, 2005) y cuyo equivalente es de 46,6 ml/kg/min. En este sentido, la media de la población fue de 47,6 ml/Kg/min, hecho que refleja la evolución anteriormente mencionada.

El análisis estadístico permitió identificar a un estudiante que alcanzó un consumo de oxígeno de 61,2 ml/Kg/min, equivalente a la etapa 13 del test, en comparación con un valor de 58,3 ml/kg/min del año anterior. Por otro lado, se observó un caso en el que el consumo de oxígeno llegó a 35 ml/Kg/min, valor correspondiente a la etapa 4 de la prueba (figura 6), que no presentó variación con respecto al año anterior. La media fue 47,62 ml/kg/min, cifra que aumentó con respecto al año anterior (46,6 ml/kg/min). Los datos de mediana y moda coincidieron en un valor de 46,6 ml/kg/min. Los resultados de la evaluación indican que la oxigenación muscular para la realización de trabajo aumentó significativamente con respecto al año anterior debido a que los estudiantes incrementaron sus niveles de actividad física aeróbica; algunos de ellos se vincularon a los equipos del Colegio en deportes como baloncesto y fútbol. El consumo de oxígeno está estrechamente relacionado con los procesos de capilarización muscular, los cuales están mediados por la producción de hormonas en la postpubertad; el estímulo aeróbico induce la producción de reticulocitos (glóbulos rojos jóvenes) que mejoran la oxigenación de los tejidos, particularmente de la fibra muscular encargada de la producción de trabajo

## CONSUMO DE OXÍGENO



**Figura 5.** Comportamiento de la población estudiada en el test de Luc Leger durante los ciclos 2014-2015 y 2015-2016.

ITEM	2014-2015	2015- 2016
Media	46,6	47,62307692
Mediana	46,6	46,6
Moda	43,7	46,6
Desviación Estándar		6,134247336
Curtosis		-0,481186466
Rango	23,3	26,2
Mínimo	35	35
Máximo	58,3	61,2
Cuenta	59	65

**Tabla 5.** Resultados de la prueba de potencia aeróbica ( $VO_{2max}$ ) en los ciclos 2014-2015 y 2015-2016.

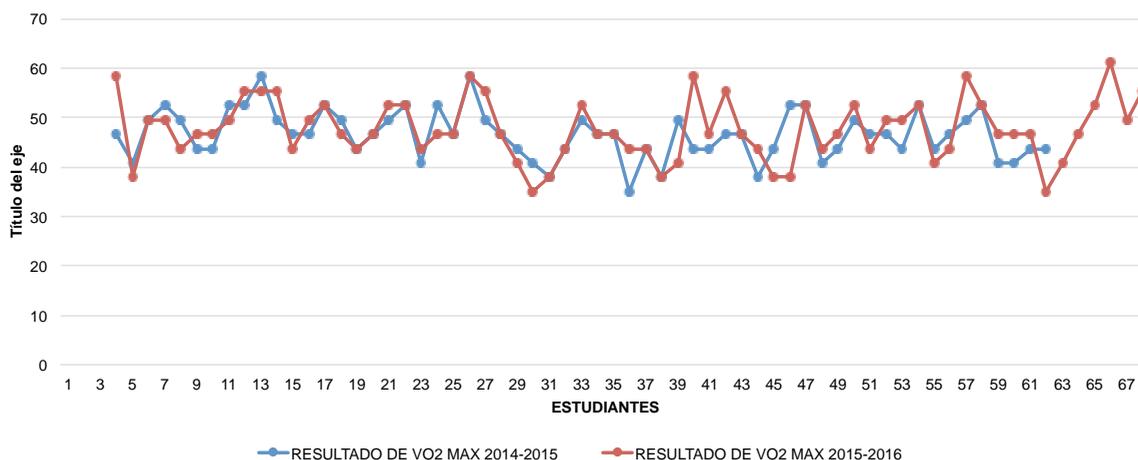
(Astrand y Rodahl, 2003). Una desviación estándar relativamente alta (6,13) refleja datos dispersos, hecho que se corrobora con un valor negativo de curtosis (-0,48), que corresponde a una tendencia platicúrtica. Adicionalmente, se determinó un rango de 26,2, cifra mayor a la del año anterior debido a la participación de 6 estudiantes más en la prueba. El 33,8% de la población evaluada en el ciclo 2015-2016 estuvo por debajo de lo exigido por la prueba (etapa 8). Con respecto al año anterior el número de estudiantes capaces de llegar a la etapa 8 de la prueba pasó de 12 a 16, mientras

que los estudiantes que llegaron a una etapa superior a la 8ª pasó de 19 a 27.

El  $VO_2$  aumenta considerablemente en los niños de 14 a 18 años como consecuencia del aumento de la masa magra (Martín y Fernández, 2004). El estudio realizado por la UPN (2004) en instituciones distritales de la ciudad de Bogotá con estudiantes de sexo masculino cuyas edades estuvieron entre 16 y 18 años determinó valores de  $VO_2$  que oscilaron entre 39 y 42 ml/kg/min (Martín y Fernández, 2004). De manera contrastante, el  $VO_{2max}$  para la población del Gimnasio Campestre fue de 47 ml/kg/min. Este resultado refleja una mejoría en el trabajo aeróbico de los estudiantes del Colegio respecto a los resultados del año anterior.

El  $VO_{2max}$  en condiciones estándar es una medida muy confiable para la determinación de la condición física aeróbica de una persona, sin embargo se encuentra ligada a ciertas condiciones como la realización de test de  $VO_2$  después de una inactividad prolongada, después del entrenamiento o como evaluación de la función cardíaca posterior a un tratamiento médico. Los rendimientos inferiores al propuesto por la etapa 8 del test de Luc Leger pueden explicarse en función

### RESULTADO DE $VO_{2MAX}$



**Figura 6.** Tendencias y comparación del consumo máximo de oxígeno ( $VO_{2max}$ ) en los ciclos 2014-2015 y 2015-2016.

de la falta de entrenamiento, por deterioro de la función cardíaca o por otros factores que pueden estar ligados al IMC y/o perímetro de cintura.

El consumo de oxígeno en un individuo se encuentra relacionado con la capacidad de utilizarlo para la realización de trabajo. En ese sentido, un perímetro de cintura mayor (figura 7) implica que el individuo posee menor proporción de masa magra en comparación con aquellos que tienen un perímetro menor y ello significa que su cuerpo representa un mayor lastre al momento de ejecutar la prueba.

En la figura 7 se observa que el rendimiento en la prueba de Luc Leger ( $VO_{2max}$ ) decrece en la medida en que aumenta el perímetro de cintura, lo que evidencia el efecto de la masa corporal en el desarrollo de trabajo físico. Estos argumentos explican la variación que se observa en los datos del ciclo 2014-2015 frente a los del periodo 2015-2016.

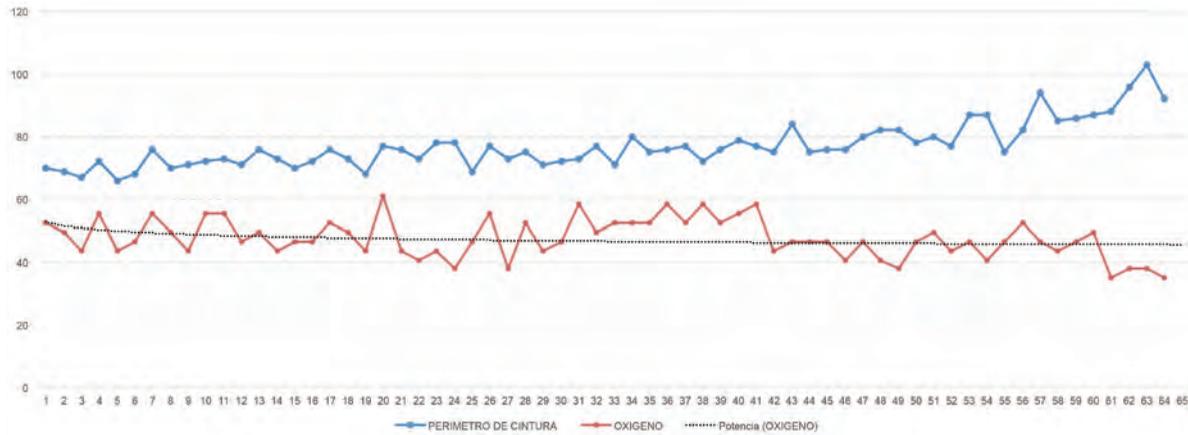
## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La mitad de los individuos analizados presentaron un IMC bajo, sin embargo, a la luz de los parámetros establecidos por ACSM, se consideran normales. Con el propósito

ITEM	IMC	Perímetro de Cintura	TEST DE LUC LEGER			SIT AND REACH	
			Tramo	Vo2	Percentil	Resultado	Percentil
Media	18,5269	74,831	8	46,6	55	-3,5932	25
Mediana	17,83	74	8	46,6	55	-3	20
Moda	16,9	76	7	43,7	42	0	30
Desviación Estándar							
Curtosis							
Rango	13,02	30	8	23,3	84	-3	86
Mínimo	12,54	63	4	35	10	-18	2
Máximo	25,56	93	12	58,3	94	15	88
Varianza	9,1389	49,281	2,8966	24,4	40,6		
Cuenta	59	59	59	59	59	59	59
ITEM	IMC	Perímetro de Cintura	TEST DE LUC LEGER			SIT AND REACH	
			Tramo	Vo2	Percentil	Resultado	Percentil
Media	21,7910769	77,2615385		47,6230769		-3,3846	
Mediana	21,15	76		46,6		-5	
Moda	20,6	76		46,6		-6	
Desviación Estándar	3,1437523	7,38511367		6,13424734		9,21732795	
Curtosis	0,89890571	1,69603893		-0,4811865		-0,0735067	
Rango	15,27	37		26,2		45	
Mínimo	16,24	66		35		67	
Máximo	31,68	103		61,2		22	
Cuenta	65	65		65		65	

**Tabla 6.** Resultados estadísticos correspondientes al ciclo 2014-2015 y 2015-2016.

## RELACIÓN ENTRE PERÍMETRO DE CINTURA Y OXÍGENO



**Figura 7.** Relación entre perímetro de cintura y oxígeno

de hacer un seguimiento a la evolución del IMC, se sugiere evaluar el peso y la talla de los estudiantes periódicamente durante las clases de educación física y en las escuelas de formación deportiva. De otro lado, la aplicación de la encuesta RISKO puede proporcionar información valiosa en el momento de iniciar el análisis de las capacidades físicas condicionales, puesto que este instrumento se ocupa de explorar tanto los estilos de vida como de alimentación de un individuo.

Una vez recopilada la información antes referida, es recomendable iniciar procesos de actividad física que incluyan entrenamientos con sobrecarga y el consumo de proteínas bajo estricta supervisión profesional, con miras a determinar el RM (repetición máxima) y prescribir un entrenamiento personalizado.

Aunque para el periodo 2014-2015 el 37% de los estudiantes evaluados mostró valores de consumo de oxígeno que se encontraron por debajo de lo esperado, en el periodo siguiente lograron progresos que les permitieron alcanzar los rendimientos mínimos requeridos para individuos en su respectivo rango de edad. La mejoría observada responde al hecho de que los estudiantes se sometieron a planes de acondicionamiento físico en

centros especializados. Con el propósito de mantener y mejorar la condición física lograda con el trabajo especializado, ACSM (2005) recomienda realizar por lo menos 4 sesiones de actividad física semanal que incluyan trabajo aeróbico para restablecer la formación de glóbulos rojos, estimular a los receptores de sustrato para la utilización de energía en los diversos procesos corporales, mejorar el tono muscular y finalmente mantener la voluntad de persistir en la práctica del ejercicio. Un plan de trabajo articulado con el currículo de educación física y un mayor número de horas de clase podrían contribuir significativamente al progreso de la resistencia en los alumnos del Gimnasio Campestre. De igual forma se sugiere la aplicación de los tests de Luc Leger y Cooper cada tres meses para verificar la evolución de esta capacidad.

Con respecto al perímetro de cintura, al final del periodo de análisis se identificaron 2 estudiantes con perímetro igual o mayor a 90 cm y otros 10 que se encontraron muy cerca de alcanzar la misma cifra. Estos valores se relacionan de manera directa con los de IMC que ubicaron a los estudiantes en la categoría de obesidad y sobrepeso, respectivamente. Con la adopción de hábitos

de vida saludables (alimentación balanceada y actividad física regular), la conversión de tejido adiposo en masa muscular magra se verá beneficiada. Se recomienda realizar la toma del perímetro de cintura cada tres meses con la iniciación de las actividades escolares.

Más del 50% de los estudiantes analizados mostraron propensión a sufrir algún tipo de desgarramiento muscular en el conglomerado lumbar e isquiotibial. Se observó que la población estudiantil posee una gran tonicidad muscular de las extremidades inferiores, hecho que se puede explicar en función de la práctica del fútbol, deporte muy arraigado en la cultura local. Puesto que solamente se tomó como referencia la región lumbar y femoral posterior, esta prueba no da un indicio de la flexibilidad general de los estudiantes. La flexibilidad se debe entrenar después de cada sesión de actividad física con variaciones tanto de cadencia e intensidad como de forma. En principio, el estiramiento debe ser de carácter activo (individual), enseguida pasivo (con apoyos o ayudas externas), posteriormente mediante mecanismos de contracción y relajación (FNP), hasta llegar a los estiramientos de carácter balístico que contribuyen a la mejora de la flexibilidad.

## LISTA DE REFERENCIAS

- American College of Sports Medicine. (2005). *ACSM's Guidelines for exercise testing and prescription* (9th. ed.). Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins.
- Astrand, P.O. (1991). Influence of scandinavian scientist in exercise physiology. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 1(1), pp.3-9.
- Astrand, P.O., Rodahl, K., Dahl, H.A., y Stromme, S.B. (2010). *Manual de fisiología del ejercicio*. (10 ed.). México, D.F.: Paidotribo.
- Harre, D. (1977). *Trainingslehre*. (10 ed.) Berlín: Deportiva.
- Hutton, R. S. (1992). Neuromuscular basis of stretching exercise. In: Komi (ed.). *Strength and Power in Sport. The encyclopedia of Sports Medicine*. Oxford: Blackwell Scientific, pp.29-38.
- Karvonen, M.J., Kentala, E., & Mustala, O. (1957). The effects of training on heart rate: a longitudinal study. *Ann. Med. Exper. Fenn.*, 35(1), pp.307-315.
- Martín, A., y Fernández, J. (2004). *Caracterización de las capacidades físicas de los estudiantes Colombianos*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Sheldon, W. (1942). *The Varieties of Temperament*. New York; London: Harper & Brothers - via University of Delhi.
- Schmidt, M.D., Dwyer, T., Magnussen, C.G., & Venn, A.J. (2011). Predictive associations between alternative measures of childhood adiposity and adult cardio-metabolic health. *Int. J. Obes.*, 35(1), pp.38-45. doi: 10.1038/ijo.2010.205
- Wiktorsson-Moeller M, Oberg B, Ekstrand J, et al. (1983). Effect of warming up, massage, and stretching on range of motion and muscle strength in the lower extremity. *Am J Sports Med*;11, pp.249-252.