

UNIVERSIDAD DE FLORES

FACULTAD DE ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTE

DEPORTOLOGÍA

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

“LA CORRELACIÓN DEL VO₂ MÁX Y LA FUERZA DEL
TREN INFERIOR CON RESPECTO A LA CAPACIDAD PARA
RECORRER METROS A ALTA INTENSIDAD EN
JUGADORES DE FÚTBOL AMATEUR”

Tutoría Metodológica: Lic. Valeria Gomez

Tutoría Temática: Lic. Franco Mansi

Lic. Martín Frattini

Sergio Aguerreche

Alumno: Lanzillotta Adrián Marcelo – **Legajo:** 4482

adrianmlanzillotta@hotmail.com

2012

Agradecimientos

Al Doctor Sergio Aguerreche, Deportólogo del Club Atlético Independiente, quien ha aceptado ser tutor de esta investigación. Por el tiempo que ha dedicado, aportando sus conocimientos y experiencia, para ayudarme a cumplir mi objetivo.

Al Licenciado Martín Frattini, porque sin conocerme, aceptó ser mi tutor y brindó un gran aporte bibliográfico al trabajo.

A la Profesora de Matemáticas Silvia Barberio por su colaboración en los temas referidos a las correlaciones estadísticas.

A la Licenciada Valeria Gomez, docente de la U.F.L.O., por su compromiso, profesionalismo y calidez en su rol de tutora metodológica.

Al Profesor Ramiro Loguercio, por darme confianza y acompañarme a dar mis primeros pasos en la Educación Física.

Al Licenciado Joaquín García Valdearena, Coordinador del Área Física del Club Atlético Banfield, por darme la oportunidad de seguir creciendo y alentarme a seguir capacitándome.

Al Profesor Gerardo Delfante, Preparador Físico de las divisiones inferiores del Club Atlético Banfield, por el apoyo recíproco.

A los Profesores Andrés Tipol, Damian Del Prete, Luciano Verdiglione, Leonardo Guerra, Hernán Rojas y Hernán Herrero, compañeros de cursada, por compartir un camino de vocación y amistad.

A los Directores Técnicos de las Divisiones Inferiores del Club Atlético Banfield, Beto Luongo, Raúl Wensel y Atilio Valdez, por todo lo que me enseñaron sobre fútbol.

A Aure, mi amor, por estar siempre y a Nacho, la alegría de mi vida.

INDICE

Resumen	5
Palabras Clave	5
1. Primera Parte. Delimitación del Objeto de Estudio	6
1.2. Introducción	6
1.3. Problema de la Investigación	7
1.4. Antecedentes	7
1.5. Relevancia	17
1.5.1. Relevancia Cognitiva	17
1.5.2. Relevancia Social	18
1.5.3. Propósitos	18
1.6. Marco Teórico	19
1.6.1. Capítulo I: El VO ₂ máx – Introducción	19
1.6.1.1. El VO ₂ máx – Concepto	20
1.6.1.2. Factores determinantes del VO ₂	20
1.6.1.3. Respuesta del VO ₂ a un ejercicio que va incrementando la intensidad	21
1.6.1.4. Valores típicos de VO ₂ máx en jugadores de deportes de equipo	22
1.6.1.5. Observaciones	22
1.6.2. Capítulo II: La Fuerza Máxima dinámica relativa	23
1.6.2.1. Definiciones	23
1.6.2.2. La Fuerza es imprescindible ¿PeroCuál?	23
1.6.2.3. Fuerza y su relación con la Resistencia	24
1.6.3. Capítulo III: La capacidad de recorrer metros a alta intensidad y su relación con la distancia recorrida en un partido de fútbol	25
1.6.4. Capítulo IV: Evaluación Fisiológica	27
1.6.4.1. Objetivos	27

1.6.4.2. ¿Qué se debe esperar de la evaluación?	28
1.6.4.3. Evaluación Efectiva	29
1.6.4.4. Pruebas de Laboratorio versus Pruebas de Campo	29
1.7. Hipótesis	30
1.8. Objetivos	30
1.8.1. Generales	30
1.8.1. Específicos	30
2. Segunda Parte: Materiales y Método. Instancia de Validación Empírica	31
2.1. Tipo de Diseño y Tipo de Estudio	31
2.2. Matriz de Datos	32
2.3. Fuente de Datos	33
2.4. Universo y Muestra	34
2.5. Instrumento y Recolección de Datos	35
2.6. Plan de Actividades en Contexto	38
2.7. Plan de Tratamiento y Análisis de Datos	39
3. Tercera Parte: Análisis y Conclusiones	40
3.1. Exposición de Datos	40
3.2. Análisis e Interpretación de los Datos	53
3.3. Conclusiones y Sugerencias	53
4. Anexo	55
4.1. Planilla de Evaluación del Test: Leger	55
4.2. Planilla de Evaluación del Test: Sentadilla Profunda	56
4.3. Planilla de Evaluación del Test: Yo -Yo Recuperación Intermitente	57
5. Bibliografía	58

Resumen

En el presente trabajo realicé un estudio sobre la correlación del VO₂ máx y la fuerza máxima dinámica relativa con respecto a la capacidad de recorrer metros a alta intensidad en jugadores de fútbol juvenil.

Busqué determinar qué variable tiene mayor incidencia sobre el rendimiento específico del futbolista, para ello realicé diferentes evaluaciones, que muestran el aporte de cada capacidad.

Llevé a cabo la tarea con futbolistas de la 5^o división del Fútbol Amateur (18 años) del Club Atlético Banfield, que participan del torneo oficial organizado por AFA (Asociación del Fútbol Argentino).

Pude verificar que ambas variables tienen una relación lineal con respecto a la capacidad de recorrer metros a alta intensidad, siendo la fuerza máxima dinámica relativa la de mayor incidencia.

Palabras Clave: VO₂ máx – Fuerza máxima dinámica – Fuerza absoluta – Fuerza relativa – Rendimiento – Fútbol – Entrenamiento deportivo.

1. Primera Parte: Delimitación Conceptual del Objeto de Estudio

1.1.

- **Área Temática:** Ciencias de la Actividad Física y el Deporte.
- **Rama:** Fisiología.
- **Especialidad:** Entrenamiento Deportivo.
- **Tema:** La correlación del VO₂ máx y la Fuerza del tren inferior (Máxima Dinámica, Relativa) con respecto a la capacidad para recorrer metros a alta intensidad, en un plantel de fútbol amateur (AFA).

1.2. Introducción

Este trabajo nace de la necesidad de conocer qué cualidades físicas son prioritarias en el desarrollo de un futbolista en formación.

A partir de mi labor profesional (Preparador Físico de Fútbol Amateur), donde mi tarea principal es el desarrollo deportivo de atletas de este grupo etario, me surge la inquietud de conocer que capacidades priorizar para optimizar el entrenamiento.

En este sentido, se intentó determinar si el VO₂ máx es un factor limitante en el desarrollo del rendimiento específico (capacidad de recorrer metros a alta intensidad) ó como pienso es más determinante el aporte de la Fuerza del tren inferior.

A partir de lo expuesto anteriormente, mi idea es correlacionar las variables VO₂ máx y Fuerza Máxima Dinámica Relativa con la capacidad de recorrer metros a alta intensidad, con la intención de mejorar el entrenamiento específico.

Por lo tanto se realizó un buceo bibliográfico del tema en cuestión, lo que me dio la base científica para fundamentar este trabajo de investigación.

Debido a esta situación y a la recolección de datos que realicé, a partir de las diferentes evaluaciones de Fuerza y Resistencia, me llevó a interpretar que la Fuerza Máxima Dinámica Relativa, podría ser una capacidad más determinante que el VO2 máx, en lo que se refiere a la capacidad de recorrer metros a alta intensidad.

El desarrollo de esta investigación se basa en el análisis estadístico de los datos recogidos en las evaluaciones de Fuerza y Resistencia realizados en un Plantel de 5º división del Fútbol Amateur del Club Atlético Banfield.

1.3. Problema de Investigación

¿Qué correlación existe entre el VO2 máx y la Fuerza del tren inferior (Máxima Dinámica, Relativa) con respecto a la capacidad para recorrer metros a alta intensidad, en un plantel de fútbol de 5º división, del Club Atlético Banfield en el año 2012?

1.4. Antecedentes

Para la confección de los antecedentes he realizado el rastreo de información, utilizando el material disponible en la biblioteca de la Universidad de Flores. Además he visitado y analizado artículos incluidos en las siguientes páginas de Internet: www.efdeportes.com , www.sobreentrenamiento.com , www.femedede.es , www.PubMed.com , www.gpsportspain.es , www.deportesaciclicos.com .

Por otra parte he consultado a Sergio Aguerreche (Coordinador del Área Médica del Fútbol Amateur del Club A. Banfield, a Joaquín García Valdearena (Coordinador del Área Física del Club A. Banfield), a Gustavo Caponetto (Coordinador del Área Física de la Asociación Atlética Argentinos Juniors), y a Martin Frattini (Preparador Físico de Hockey en GEBA), quienes me han recomendado la lectura de libros y artículos que se exponen a continuación.

La primera investigación a la que haré referencia se titula Impact of Resistance Training on Endurance performance: A New form of cross – training? (Impacto del Entrenamiento de sobrecarga sobre el rendimiento en Resistencia: ¿Una nueva forma de entrenamiento cruzado?), publicado por Hirofumi Tanaka y Thomas Swensen (1998), en Sport Medicine.

El propósito de este artículo fue realizar una revisión sobre los entrenamientos de sobrecarga, resistencia, y sobrecarga y resistencia combinados, con el fin de analizar las bases fisiológicas para agregar ejercicios de sobrecarga al régimen de entrenamiento de los atletas de resistencia.

Los autores afirman que Hickson (1980) fue el primero en estudiar la interacción entre los entrenamientos de sobrecarga y de resistencia en individuos desentrenados. En dicho estudio, el entrenamiento simultaneo de la fuerza y la resistencia provocó un aumento en el VO₂ máx similar al que se observa con el entrenamiento de resistencia solo, y un aumento atenuado en las ganancias de fuerza muscular, en comparación con el entrenamiento de fuerza solo.

Hunter (1987) observó en su trabajo de investigación que la adición de ejercicios de sobrecarga al régimen de entrenamiento de atletas de resistencia bien entrenados, no disminuye el aumento en la fuerza.

En esta revisión de artículos de entrenamiento cruzado entre fuerza y resistencia, se llegó a la conclusión que el entrenamiento de sobrecarga es un método adicional valioso para los programas de ejercicios seguidos por los atletas de resistencia debido a que mejora la potencia anaeróbica y la capacidad de resistencia a corto y a largo plazo.

Las mejoras en la fuerza muscular y la potencia anaeróbica adquiridos a través del entrenamiento de sobrecarga podrían ayudar a los corredores a aguantar los ataques, subir pendientes o realizar sprints en los últimos minutos, lo que aumentaría el rendimiento de la carrera.

Este artículo es relevante para mi propia investigación, ya que demuestra el inicio de los estudios que trataban de correlacionar la mejora del rendimiento en la carrera con el entrenamiento de la fuerza.

A continuación expongo otra investigación relacionada con mi trabajo, la cual se titula El Entrenamiento de la Fuerza Explosiva mejora el tiempo de una carrera de 5 km mediante el mejoramiento de la economía de carrera y de la potencia muscular, publicada por Leena Paavolainen et al. (1999), en el Journal Applied Physiology.

Este artículo investiga los efectos simultáneos de la Fuerza Explosiva y de la Resistencia sobre las características del rendimiento físico en atletas.

En este estudio se demuestra que el entrenamiento simultáneo de fuerza y resistencia puede estar asociado con un limitado desarrollo de la fuerza durante las últimas semanas de entrenamiento, mientras que el desarrollo del VO₂ máx no es influenciado en forma suficiente. Estas observaciones están principalmente basadas en estudios en los cuales ha predominado el entrenamiento de la fuerza de alta intensidad y los sujetos han sido previamente desentrenados. Sin embargo, el entrenamiento de la fuerza adecuado usado simultáneamente con el entrenamiento de resistencia puede resultar en algunas mejoras en el rendimiento de la fuerza en atletas especializados en resistencia.

El objetivo de este estudio fue investigar los efectos simultáneos del entrenamiento de la Fuerza Explosiva y el entrenamiento de Resistencia sobre el rendimiento en una carrera de 5 km, la potencia aeróbica y la potencia muscular en atletas bien entrenados en resistencia.

Se formaron dos grupos: uno experimental compuesto por 12 corredores y un grupo control conformado por 10 corredores de Cross Country de Elite.

El período experimental de entrenamiento duró nueve semanas y fue realizado después de la temporada de competición. El volumen total de entrenamiento fue el mismo en los dos grupos E (experimental) y C (control), pero el 32 % de las horas de entrenamiento del grupo E y el 3% del grupo C, fueron reemplazadas por

entrenamiento de la fuerza explosiva específica del deporte. El resto del entrenamiento en ambos grupos fue entrenamiento de resistencia.

Los grupos E y C, fueron examinados antes del entrenamiento y después de 3,6 y 9 semanas de entrenamiento, excepto en la prueba de tiempo de 5 km, la cual fue solo realizada antes y después de 6 y 9 semanas de entrenamiento.

Las mediciones que se realizaron fueron, mediciones antropométricas, Fuerza Isométrica Máxima de los músculos extensores de la rodilla, se determinó el VO₂ máx y el umbral de lactato durante la evaluación de potencia aeróbica máxima en la cinta ergométrica.

También se evaluó Velocidad máxima de 20 mts y 5 km y Salto Quíntuple.

Los resultados más salientes son los siguientes: el tiempo en 5 km no varió significativamente entre los grupos antes del entrenamiento, pero de acuerdo con los análisis de Covarianza los tiempos en 5 km del grupo E, fueron diferentes después del entrenamiento, notándose que el tiempo para cubrir los 5 km decreció durante el período de entrenamiento en el grupo E, mientras que no se observaron cambios significativos en el grupo C.

Con respecto al VO₂ máx el grupo E no varió durante todo el período de entrenamiento y si incrementó en el grupo C. No se encontraron cambios ó diferencias significativas en el grupo E ó C en lo que respecta al Umbral Láctico durante el período de entrenamiento.

La Fuerza Isométrica Máxima tendió a incrementarse en el grupo E y a caer en el grupo C, durante el período de entrenamiento, aunque los cambios no fueron estadísticamente significativos.

Lo mismo ocurrió con la velocidad de 20 mts y el salto Quíntuple.

Como conclusión, el presente estudio demostró que el entrenamiento simultaneo de la Fuerza Explosiva específica y el entrenamiento de la resistencia, pueden mejorar el rendimiento de una carrera de 5 km en atletas bien entrenados en resistencia.

Esta investigación es relevante, debido a que se ha investigado el entrenamiento concurrente de la Fuerza Explosiva y la Resistencia, llegando a la conclusión de que se ha producido una mejora en el rendimiento, aunque la población estudiada (atletas) así como el deporte son muy diferentes a los de mi propia investigación (jugadores de fútbol).

La tercera investigación a la que haré mención se titula Análisis de la distancia recorrida y tasa de esfuerzo en deportes de conjunto, la misma fue publicada por Enrique Antivero (2005), en el curso a distancia de entrenamiento físico en deportes de conjunto – Grupo Sobreentrenamiento.

Este artículo es una revisión de estudios donde se evalúan distancias e intensidades de carrera recorridas durante la práctica de diferentes deportes de conjunto (fútbol, balonmano, hockey sobre césped, rugby, basketball y fútbol sala).

Particularmente describe estudios que determinaron la correlación existente entre el VO₂ máx y las distancias recorridas totales y a alta intensidad durante un partido de fútbol, y otros estudios donde se observa la correlación existente entre la distancia recorrida en el YO-YO Intermitente Recovery I y la distancia total recorrida en un partido y los metros recorridos a alta intensidad durante un partido.

El resultado de estas investigaciones nos proporciona datos importantes relacionados a la propia investigación, ya que algunas de las variables relacionadas (VO₂ máx y distancia recorrida en el YO-YO Recovery I), serán correlacionadas en mi trabajo de investigación.

La hipótesis en que se basan estas revisiones, es que aquellos jugadores con mayor consumo de oxígeno, tendrían la capacidad de recorrer mayor distancia total y a alta intensidad durante la competencia.

Según Bangsbo (1993) las demandas físicas en el fútbol, pueden ser evaluadas analizando las características de movimientos de los jugadores durante el encuentro.

Una aproximación ergonómica en fútbol, a partir de un análisis de TIME-MOTION, podría vincular los resultados con el contexto fisiológico y así determinar las implicancias aptitudinales y del entrenamiento.

Las variables analizadas fueron:

- Las distancias recorridas en un partido de fútbol, en jugadores de 1ra división a diferentes intensidades.
- La correlación entre el VO₂ máx relativo y la distancia total y la distancia a alta intensidad durante un partido.
- La correlación entre el VO₂ máx relativo y la distancia total y la distancia recorrida a alta intensidad durante un partido (Fútbol Femenino).
- La correlación existente entre la distancia recorrida en el YO-YO Intermitente Recovery I y la distancia total recorrida en un partido y los metros recorridos a alta intensidad durante un partido.

Se han utilizado como Instrumentos de recolección de datos, para las distancias recorridas e intensidades (Video filmación. Análisis Time Motion de un equipo de fútbol), en el caso de la determinación de consumo de oxígeno (directo en laboratorio) y la Resistencia con un test de Campo (YO-YO, Recovery Nivel I).

Se realizaron estudios en jugadores profesionales de Nacional B y Fútbol Femenino de elite de equipos europeos.

Los test realizados arrojaron los siguientes resultados y conclusiones:

Correlaciones moderadas entre el VO₂ máx y la distancia total ($r=0,68$, $p=0,02$) y la recorrida a alta intensidad ($r=0,73$; $p=0,01$).

Las correlaciones más elevadas corresponden a la variable de Distancia Recorrida a Alta Intensidad. Para el estudio original de Bangsbo, esta corresponde a la sumatoria de distancias recorridas desde 15 km/h hasta máxima velocidad para Antivero, desde 16 Km/h.

La aplicación de Yo-Yo Intermitente Nivel I, parece ofrecer la mejor herramienta de control de rendimiento, en cuanto a la correlación entre la distancia alcanzada durante el test y la Distancia Recorrida a Alta Intensidad determinada por Time Motion Analysis en Competencia.

Esta investigación es relevante ya que se han analizado datos del mismo deporte (fútbol) y se correlacionaron algunas variables que se correlacionarán en mi trabajo de investigación.

Pero existen diferentes enfoques de las variables a estudiar, distintas muestras e instrumentos, y las correlaciones descritas no persiguen los mismos objetivos.

Es decir, en estos casos se estudia a un equipo de fútbol profesional de la categoría Nacional B y a un equipo de fútbol femenino, y en mi investigación será fútbol amateur, el test que utiliza para determinar el consumo de oxígeno es de laboratorio, y en mi caso un test de campo, y por último las investigaciones están orientadas a determinar las correlaciones entre el VO₂ máx y el total de metros recorridos durante un partido y los metros recorridos a alta Intensidad, mientras que en mi investigación el estudio estará orientado a correlacionar el VO₂ máx y la Fuerza Máxima Relativa del tren inferior con la capacidad de realizar metros a alta intensidad, para de alguna manera determinar, que variable le aporta mayores beneficios.

Otra investigación que me pareció importante exponer dentro de los antecedentes, es la realizada por Carlos Arecheta Perez, Maite Gómez López, Alejandro Lucía Mulas, publicada en el 2006 en Kronos Volumen V, (La revista científica de actividad física y deporte), N° 9 pp.4-12, titulada: La importancia del VO₂ máx para realizar esfuerzos intermitentes de alta intensidad en el fútbol femenino de elite.

Este artículo busca determinar la importancia del VO₂ máx en un equipo de fútbol femenino español, analizando si existe alguna relación entre esta variable y la capacidad para efectuar repetidos esfuerzos intermitentes de alta intensidad.

Particularmente describe un estudio que determina la correlación existente entre el VO₂ máx y la capacidad de de realizar esfuerzos máximos repetidos.

El resultado de estas investigaciones nos proporcionan datos importantes relacionados a la propia investigación, ya que los resultados indican que el VO2 máx se correlaciona más significativamente a partir de los últimos sprint (esfuerzos a alta intensidad), lo que podría invitar a investigar la correlación que tiene la Fuerza con las distancia recorridas a alta intensidad.

En mi propia investigación la idea es correlacionar el VO2 máx y la Fuerza con la capacidad de recorrer metros a alta intensidad.

La hipótesis, es que aquellas jugadoras con mayor consumo de oxígeno, tienen mayor capacidad para efectuar repetidos esfuerzos intermitentes de alta intensidad.

Las variables analizadas en esta investigación estudian la relación entre:

- EL VO2 máx y el rendimiento en el 5º sprint.
- El VO2 máx y el rendimiento en el 7º sprint.
- El VO2 máx y el mejor tiempo medio en los sprint.
- El VO2 máx y el peor tiempo medio en los sprint.

En este estudio participaron 10 jugadoras de fútbol pertenecientes al equipo profesional Rayo Vallecano, (20,3 +- 2,8 años) quienes realizaron: 1) un test en tapiz rodante para determinar el VO2 Max y 2) el test de Bangsbo que consta de siete sprint con una recuperación activa de 25 s para medir su capacidad de realizar esfuerzos máximos y repetidos.

Los test realizados arrojaron los siguientes resultados y conclusiones:

No se encontró una correlación significativa entre el VO2 máx de las jugadoras y el tiempo de los primeros cuatro sprint (1º Sprint: $r = -0,45$, $P = 0,18$; 2º Sprint: $r = -0,56$, $P = 0,09$; 3º Sprint: $r = -0,53$, $P = 0,11$; 4º Sprint: $r = -0,57$, $P = 0,08$).

Sin embargo, ambas variables estaban significativamente correlacionadas en los últimos sprint (5º Sprint: $r = -0,65$, $P = 0,03$; 7º Sprint: $r = -0,82$, $P = 0,003$, a excepción del 6º ($r = -0,46$, $P = 0,17$)).

Estos resultados sugieren que un alto VO₂ máx ayuda a realizar y mantener esfuerzos máximos en los tiempos finales de un partido.

Por otra parte si nos centramos en la posible relación existente entre el VO₂ máx y el rendimiento medio de la prueba de campo, mediante el mejor y el peor tiempo de cada jugadora en los sprint (media de los 7 sprint), observamos que existe regresión significativa en ambos casos ($r= 0,63$, $P=0,04$; $r= 0,61$, $P= 0,05$) respectivamente.

En este caso la investigación, también es relevante ya que se han analizado datos del mismo deporte aunque femenino, pero en este estudio el acento está puesto en determinar la correlación del VO₂ con esfuerzos intermitentes realizados a alta intensidad (sprint), que si bien están relacionados, en mi propia investigación el VO₂ no es correlacionado con sprint, sino con la capacidad para realizar metros a alta intensidad.

Para concluir con los antecedentes, me pareció importante resaltar otra investigación llevada a cabo por Barbero Álvarez J.C., publicada en marzo de 2007 en www.gpsportspain.es, titulada: Relación entre la potencia aeróbica máxima y la capacidad para realizar ejercicio intermitente de alta intensidad en jugadores de fútbol sala.

Este artículo analiza si existe alguna relación entre el VO₂ máx y la capacidad para efectuar esfuerzos intermitentes de máxima intensidad y el potencial de recuperación (índice de fatiga), en jugadores profesionales de fútbol sala.

El ejercicio intermitente de alta intensidad (EIAI) es una de las formas de actividad más frecuente en la mayor parte de los deportes de equipo (fútbol, baloncesto, balonmano o fútbol sala).

Se trata de especialidades deportivas acíclicas y mixtas (aeróbico - anaeróbicas) en las que se intercalan fases de ejercicios a diferente intensidad con pausas de recuperación activas e incompletas, durante un extenso espacio de tiempo (60 - 120 m).

Si bien el VO₂ máx ha sido relacionado significativamente con los procesos de recuperación, parece ser que esta trascendencia es menor cuando de distancias cortas de entre 0 y 15 metros, e incluso existen evidencias de la ausencia de relación significativa entre potencia aeróbica y la capacidad de recuperación tras ejercicio anaeróbico.

En esta investigación participaron 12 jugadores profesionales de fútbol sala, de la máxima categoría de la liga española.

Se tomaron 2 test de campo, el test de Sprint de Bangsbo para evaluar la capacidad de realizar esfuerzos repetidos de máxima intensidad y su potencial de recuperación y el test de Leger Lambert para determinar el VO₂ máx.

Los resultados del presente estudio sugieren, en primer lugar, que aún siendo algo reducidos los valores medios de máxima potencia aeróbica (VO₂ máx), hallados para la muestra, no existe ninguna relación entre este parámetro y la disminución del rendimiento medida mediante tres índices de fatiga, durante la ejecución de la prueba RSA diseñada por Bangsbo (7 x 34,2 m con 25 s de recuperación activa), lo que pudiera interpretarse como que el principal sistema de aporte energético en esta prueba es el de los fosfágenos (ATP-PCr) o que el vaciado de los depósitos de PCr durante una prueba de estas características no es suficiente para provocar una elevada contribución del sistema aeróbico.

En segundo lugar, se comprueba una relación significativa entre el VO₂ máx y la sumatoria de tiempos y el tiempo medio, lo que parece indicar una cuestionable intervención del sistema aeróbico.

Por último, se debe reseñar que la realización de EIAI supone que la demanda de energía por unidad de tiempo sea muy elevada; cuanto más intensas y seguidas sean las fases de contracción muscular (esfuerzos), más difícil será el suministro de oxígeno a las fibras musculares activas y más importante será la participación del metabolismo anaeróbico.

En esta investigación, la importancia del antecedente se manifiesta en que se han analizado datos de un deporte similar (Fútbol Sala masculino profesional), donde el test que se utilizó para determinar el VO₂ máx es el mismo que se usará en mi investigación, pero en este estudio el acento está puesto en determinar la correlación del VO₂ con la capacidad de realizar esfuerzos de alta intensidad en forma repetida (Sprint), que si bien están relacionados, en mi propia investigación el VO₂ no es correlacionado con Sprint, sino con la capacidad para realizar metros a alta intensidad.

1.5. Relevancia

1.5.1. Relevancia Cognitiva

En el artículo de revisión realizado por Antivero (2005) se observa que la correlación es moderada entre el VO₂ máx y las distancias recorridas totales y a alta intensidad durante un partido de fútbol: entre el VO₂ máx y la distancia total ($r=0,68$, $p=0,02$) y la recorrida a alta intensidad ($r=0,73$; $p=0,01$).

Como se expuso en los antecedentes sobre Barbero Álvarez (2007), parece ser que el VO₂ máx tiene menos trascendencia en los sprints de corta distancia (0 a 15 metros), que son los que se dan con más frecuencia en las situaciones de juego.

La Capacidad de aceleración es quizás la capacidad más importante que debe poseer un futbolista, es decir, la capacidad de desplazarse lo más rápidamente posible en un espacio limitado. Estudios realizados por Bosco (1989), Luhtanen (1989) y Sherry (1983) demuestran que los futbolistas de categoría A poseen una mayor aceleración respecto a jugadores de niveles inferiores.

La presente investigación proporciona una validación a estudios ya realizados con respecto al aporte de las capacidades evaluadas (Fuerza del tren inferior y VO₂ máx), al rendimiento del futbolista, haciendo notar en la misma que la capacidad Fuerza tiene mayor incidencia en el rendimiento en competencia (capacidad para recorrer metros a alta intensidad).

1.5.2. Relevancia Social

Una mejor comprensión de las demandas fisiológicas y de los factores que afectan la tasa de esfuerzo durante los test es clave para mejorar la programación de cargas de entrenamiento, ya que los datos obtenidos pueden relacionarse con el rendimiento en la competencia.

Este estudio es relevante a nivel social, ya que aportará datos validados a nivel científico, posibilitando dar un orden de prioridades de las capacidades a entrenar.

De esta manera se buscará beneficiar el rendimiento en la competencia del futbolista, ya que el profesional (Preparador Físico), dispondrá de mayor información al momento de planificar y periodizar el macrociclo.

Este enfoque sobre la incidencia específica de cada variable testeada permitirá economizar recursos y esfuerzos, optimizando el entrenamiento.

En síntesis el resultado de la misma, intentará mejorar la calidad del entrenamiento, posibilitando realizar un mejor diagnóstico, donde se distinga cual es el aporte real de cada variable para desarrollar metros a alta intensidad.

1.5.3. Propósitos

- Generar un mayor conocimiento aplicable al entrenamiento sobre cada variable testeada y correlacionada.
- Mejorar la calidad del entrenamiento a partir de una planificación más ordenada en los aspectos cualitativos referentes a la fuerza y a la resistencia.
- Establecer un orden de prioridades en la organización y diseño del entrenamiento, a partir de la incidencia que tiene cada variable sobre la capacidad para realizar metros a alta intensidad en el futbolista.
- Brindar conceptos que establezcan una nueva perspectiva sobre la mejora de la resistencia específica desde los trabajos de fuerza.

1.6. Marco Teórico

1.6.1. Capítulo I: El VO₂ máx - Introducción

“Se utiliza el término consumo de oxígeno (VO₂) para expresar un parámetro fisiológico que indica la cantidad de oxígeno que se consume o utiliza en el organismo por unidad de tiempo. La medición directa o la estimación indirecta de este parámetro permite la cuantificación del metabolismo energético, ya que el oxígeno se utiliza como comburente en todas las combustiones que tienen lugar en las células y que permiten la transformación de la energía química en energía mecánica (contracción muscular) y trabajo celular” (Fernandez Vaquero, López Chicharro 2006, p. 404).

A partir de lo antes mencionado, tenemos que el oxígeno consumido por un sujeto en situación fisiológica de reposo absoluto nos indica el metabolismo basal, se calcula que corresponde aproximadamente a 3,5 ml de oxígeno por Kilogramo de peso corporal y minuto (ml/kg/min). A medida que se establece una mayor demanda de energía el consumo de oxígeno será mayor (González Gallego, 1992).

El incremento del consumo de oxígeno será directamente proporcional a la intensidad de la actividad física realizada, hasta llegar a una meseta, donde se encontraría el VO₂ máx de ese sujeto.

El VO₂ máx es una de las principales variables en el campo de la fisiología del ejercicio y se lo suele usar como indicador del grado de la capacidad aeróbica (cardiovascular) de un individuo (Jiménez, 2005).

Debido a lo detallado anteriormente, es que seleccioné al VO₂ máx como variable para ser correlacionada en la presente investigación.

Asimismo un incremento del VO₂ máx es el método más común para demostrar los efectos del entrenamiento, ya que puede incrementarse como consecuencia de éste, o reducirse por falta del mismo (Amil, 2011).

1.6.1.1. El VO₂ máx - Concepto

“Se define el VO₂ máx como la cantidad máxima de oxígeno que el organismo es capaz de absorber, transportar y consumir por unidad de tiempo” (Fernandez Vaquero, López Chicharro 2006, p. 409).

Es decir que, el VO₂ máx es resultado del producto del caudal cardíaco máximo (la máxima cantidad de sangre que pueda bombear el corazón por minuto), y de la máxima diferencia de oxígeno entre la sangre arterial y la venosa, llamada a-vO₂, la cual indica qué cantidad de oxígeno está siendo utilizado por los tejidos (Fernandez Vaquero, López Chicharro, 2006).

“El VO₂ máx se expresa en valores absolutos (ml/min) ó en valores relativos al peso corporal (ml/kg/min)”, (Fernandez Vaquero, López Chicharro, 2006, p. 409).

En el caso de nuestra investigación se utilizará ml/kg/min.

La dotación genética, la edad, el sexo, la composición corporal, el grado de entrenamiento o acondicionamiento físico, y el modo de ejercicio sobre el cual se lo mide o estima, influyen significativamente sobre los valores que se pueden alcanzar (Amil, 2011).

1.6.1.2. Factores determinantes del VO₂

Según la ecuación de Fick el consumo de oxígeno se puede representar de la siguiente manera: $VO_2 = Q \times D(a-v) O_2$. Q representa el gasto cardíaco y D (a-v) O₂, representa la diferencia arteriovenosa de oxígeno.

El primer factor, gasto cardíaco, implica principalmente a la función cardíaca del individuo. Este puede variar desde sus valores en reposo (aproximadamente 5 lit./min) hasta multiplicarse por 6 en el ejercicio máximo. En el segundo factor en cambio participan numerosas funciones fisiológicas. La diferencia arterio venosa en reposo es de unos 5 ml de oxígeno por cada 100 ml de sangre, y puede llegar a ser de 15-17 ml durante el ejercicio máximo (González Gallego, 1992).

1.6.1.3. Respuesta del VO₂ a un ejercicio que va incrementado la intensidad

A mayor intensidad de ejercicio, mayor VO₂. Esta relación mantiene su linealidad durante las cargas de trabajo submáximas, pero las pierde si el sujeto es capaz de aumentar la intensidad de ejercicio una vez que ha llegado a su máxima cantidad de consumir Oxígeno o VO₂ máx. En este caso se produciría gráficamente una meseta, es decir el VO₂ se mantendría estable a pesar de que se aumente la intensidad del ejercicio (Fernandez Vaquero, López Chicharro, 2006).

Algunos autores (Zoladz, 1998 en Fernandez Vaquero, López Chicharro, 2006), defienden que la presencia del componente lento en la cinética del VO₂ implica que en una prueba de esfuerzo incremental, después de haber superado el umbral láctico, la relación entre el VO₂ y el trabajo realizado tiene que ser curvilínea.

Se piensa a que este componente lento se debe al reclutamiento progresivo de fibras tipo II (Garland, 2004) o al reclutamiento de unidades motoras adicionales tipo I y tipo II (Krustrup, 2004); por lo tanto, su origen puede radicar en el patrón de diferentes tipos de fibras musculares.

Las diferencias en la eficiencia de contracción y en la actividad de las enzimas oxidativas entre las fibras tipo I y tipo II podrían ser responsables de los distintos comportamientos del VO₂ en respuesta a un ejercicio de intensidad constante (Pringle, 2003).

La menor eficiencia refleja un coste más elevado de fosfatos para la producción de la fuerza requerida más que un elevado coste de oxígeno para la producción de dichos fosfatos (Whipp, 2002).

Los anteriores párrafos dan sustento fisiológico al tipo de test utilizado para determinar el consumo de oxígeno, en forma indirecta (Course Navet ó Leger), describiendo el comportamiento del VO₂ durante el ejercicio.

1.6.1.4. Valores típicos de VO₂ máx en jugadores de deportes de equipo

Fútbol: 50-57 ml/kg/min. (Neumann, G. Special performance capacity. En Dirix A, Knuttgen HG, Tittel K (eds). The Olympic Book of sports Medicine, vol 1:97-108 Oxford: Blackwell Scientific Publications en Fernandez Vaquero, López Chicharro 2006, p. 412).

Estos valores fundamentan mi idea, expresada en el desarrollo de la investigación que a partir de 50 ml/kg/min, sería un valor mínimo aceptable para un futbolista.

1.6.1.5. Observaciones

Es importante destacar que lo que parece una relación lineal entre VO₂ y frecuencia cardíaca solo es tal si el producto entre el volumen de eyección y la diferencia de oxígeno arterio-venosa se mantienen constantes, lo que en general no es cierto excepto en condiciones muy restringidas.

La medición de VO₂ máx se reconoce como la forma más objetiva de determinar la aptitud física de los sujetos. Los profesionales de la educación física, se han interesado cada vez con mayor fuerza en estimar ésta determinante de la condición física, como indicador del grado de eficacia de los mecanismos de transporte de oxígeno en jóvenes y adultos (Molina, Arcay, Donoso, 2011).

Indiscutiblemente, la mejor forma de medirlo por su exactitud, es por medio de laboratorio (directo). No obstante, el alto costo que significa obtener maquinarias, así como su manutención, ha obligado a los especialistas a requerir de instrumentos de medición más accesibles, conocidos como "de terreno" o "indirectos".

Al respecto, Léger et al. (1982) desarrollaron una prueba de carrera de ida y vuelta progresiva sobre un trazado de 20 mts., para estimar la potencia aeróbica máxima (PAM o VO₂ máx) con una velocidad inicial de 8.5 km/h, con un incremento de 0.5 hasta que el sujeto ya no pueda mantener el ritmo impuesto.

1.6.2. Capítulo II- La Fuerza Máxima – Dinámica – Relativa

1.6.2.1. Definiciones

Fuerza Máxima: “es la mayor fuerza posible que el sistema neuromuscular es capaz de ejercer con la máxima contracción voluntaria” (Martín, 2001, p. 120).

Fuerza Dinámica Máxima: “es la expresión máxima de la fuerza cuando la resistencia sólo se puede desplazar una vez. La fuerza máxima expresada en este caso estará referida al ángulo en el que se produce la mínima velocidad de desplazamiento. Un ejemplo sería la realización del ejercicio Sentadilla de 1RM. Tendríamos entonces una expresión de dicha fuerza referida al tren inferior” (Gonzalez Badillo, 1995 en Caponetto, 2003, p. 22).

La fuerza máxima es una capacidad básica que influencia el rendimiento de la potencia, un incremento en la fuerza máxima se relaciona generalmente con una mejora de la fuerza relativa (o sea, fuerza máxima/masa corporal) (Wisloff et al. 1998, en Metral, 2010).

Existen diferentes formas de medir la Fuerza Máxima:

- **Fuerza Máxima Relativa:** es la fuerza máxima ejecutada promediada con el peso corporal del sujeto.
- **Fuerza Absoluta:** Indica la fuerza sin la suma del peso corporal.

1.6.2.2. La fuerza es imprescindible ¿Pero cual?

Existe numerosa bibliografía que describe diferentes tipos de “Fuerzas”, Fuerza-resistencia, Fuerza-Potencia, Fuerza-Explosiva, etc. “Sin embargo sólo la máxima expresión de fuerza es la fuente de la que se sustentan todas las demás manifestaciones, y es el paso obligado en el ordenamiento de las capacidades de entrenamiento. Si mi fuerza máxima es mayor, significa que mi reclutamiento de

unidades motoras será mayor, por lo tanto tendré más posibilidades de entrenar y desarrollar la fuerza resistencia o la fuerza potencia” (Anselmi, 2001, p. 3).

Bangsbo (1994) propuso que incrementando la fuerza de los grupos musculares específicos se puede elevar la velocidad en los movimientos críticos para el fútbol como los cambios de dirección y de ritmo y la capacidad de sprint.

Varias actividades en el fútbol necesitan de una elevada producción de fuerza y potencia, por ejemplo, los saltos, los remates y los cambios de ritmo y dirección.

La producción de potencia en esos movimientos está relacionada a la fuerza de los músculos involucrados.

Por ello, es beneficiario para el futbolista tener un mayor nivel de fuerza muscular. (Bangsbo, 2003 en Metral, 2006).

1.6.2.3. Fuerza y su relación con la Resistencia

Se ha descrito que el entrenamiento de la fuerza puede mejorar la eficiencia mecánica (Hoff, J. y B. Almasbakk, 1995 en Metral, 2010), lo cual es importante para incrementar los niveles de resistencia del futbolista mediante la estrategia del ahorro energético.

Para Verkhojansky (1990) la fuerza es determinante en la mejora de la capacidad para mantener el rendimiento durante una prueba dado que el músculo esquelético es el punto principal en donde se elimina el ácido láctico durante el ejercicio y al final de este, el desarrollo de la resistencia depende no solo del perfeccionamiento de la capacidad respiratoria sino también de la especialización funcional de los músculos esqueléticos, es decir del aumento de la capacidad de fuerza y de su capacidad oxidativa (Fernandez Báez, Daher, 2007).

En casi todos los deportes lo que se pretende es realizar los movimientos de las forma más rápida posible, siempre que se mantengan los niveles de precisión en la realización del gesto específico.

La diferencia estará en la mayor o menor resistencia que deba superarse, en el tipo de movimiento y en la duración del mismo. Por tanto siempre que realicemos el gesto propio de competición de un deporte o ejercicios próximos a los mismos por su estructura y carga estaremos entrenando fuerza explosiva más aplicable a dicho deporte.

Por otra parte, mediante un programa dirigido al desarrollo de la fuerza máxima en futbolistas, durante 6 semanas (3 sesiones semanales), se observó el efecto acumulado positivo manifestado en la mejora de la VMA, la economía de carrera y el rendimiento en un test específico de resistencia con balón. “Se ha comprobado el efecto acumulado y retardado positivo en futbolistas de la aplicación de un programa dirigido al desarrollo de la fuerza y potencia” (Lapuente Sagarra, 2011, p. 7).

Teniendo en cuenta lo enunciado anteriormente es que se eligió la fuerza máxima relativa del tren inferior para ser correlacionada, ya que la misma influye sobre las otras manifestaciones, además de contribuir en los cambios de dirección y de ritmo, así como también en la eficiencia mecánica, lo cual la hace una variable interesante para ser analizada y relacionada con la capacidad de realizar metros a alta intensidad por un futbolista.

1.6.3. Capítulo III – La Capacidad de recorrer metros a alta Intensidad y su relación con la Distancia recorrida en un partido de fútbol.

La intensidad del ejercicio durante un partido de fútbol puede ser indicada de manera global por la distancia total recorrida. Esta representa una medición global de la tasa de trabajo, la cual puede ser dividida en diferentes acciones para un jugador durante el partido (Reilly, 2003 en Metral, 2010).

Las clasificaciones de las acciones, pueden realizarse en base a: intensidad, duración o distancia, y frecuencia.

Bangsbo (1992), reportó que jugadores de Primera división de la Liga Danesa en comparación con jugadores de segunda División del mismo país no mostraban

diferencias significativas en la distancia total recorrida durante un partido, la diferencia entre ambas muestras radicaba en que los jugadores de primera división corrían a alta velocidad con más frecuencia en lugar de realizar una actividad de mayor duración.

Esta información concuerda con los datos aportados más tarde por Magni Mohr et al., 2003, quienes compararon el rendimiento durante partidos de fútbol entre 18 jugadores europeos de elite y 24 futbolistas profesionales daneses de un menor nivel competitivo.

Los investigadores reportaron que los jugadores de mayor nivel competitivo recorrieron por partido una distancia un 28% mayor a alta intensidad, que los jugadores de menor nivel competitivo.

Es importante notar que la distancia total recorrida fue sólo un 5% mayor en los jugadores de elite en relación a los jugadores daneses.

Estos resultados demuestran que la principal diferencia en la tasa de esfuerzo entre jugadores de elevado y moderado nivel competitivo, se debe más a la distancia recorrida a alta intensidad durante un partido que a la distancia total recorrida.

Por lo cual la variable que mejor explica las diferencias en el rendimiento físico en jugadores de diferentes niveles competitivos es la distancia recorrida a alta intensidad, por ello se ha elegido para ser correlacionada con el VO₂ máx y la fuerza relativa del tren Inferior.

Si bien la utilización de test directos de laboratorio para la valoración del rendimiento aeróbico usualmente proveen una mayor validez y confiabilidad, comparadas con la evaluaciones de campo, su uso muchas veces puede ser problemático para algunos preparadores físicos, simplemente debido al costo o la imposibilidad de acceder a las instalaciones de un laboratorio (Castagna et al., 2006).

Se ha elegido el test de Campo YO-YO de Recuperación Intermitente Nivel I, para determinar la capacidad del individuo para realizar repetidas veces ejercicio intenso (Bangsbo, Jens, Marcello F; Krunstrup, Peter, 2008).

Krunstrup et al (2003), evaluaron la confiabilidad del test y a partir de los datos brindados puede plantearse que el test YO-YO de recuperación Intermitente nivel I posee una elevada reproducibilidad, y promueve una alta exigencia sobre el sistema aerobio de liberación de energía en sujetos físicamente activos (con un VO₂ máx promedio: 50,2 ml/kg/min).

Además, estudios realizado por Krustrup, 2001-2003, evidencian que la cantidad de metros recorridos durante el test esta altamente relacionada con el rendimiento durante un partido de fútbol en futbolistas de elite.

Por otro lado, en el fútbol el ejercicio realizado es intermitente, y el rendimiento durante un partido se ha asociado a la capacidad de los jugadores de repetir ejercicios a una elevada tasa de esfuerzo (Bangsbo, 1994 en Castagna y Barbero Alvarez, 2004), por lo cual parece lógico evaluar la capacidad que posee un futbolista de recorrer metros a alta intensidad con este tipo de test y no con un test continuo.

1.6.4. Capítulo IV- Evaluación Fisiológica

1.6.4.1. Objetivos

El rendimiento superior de los deportistas de hoy en día, es el resultado de una compleja combinación de diversos factores.

Es muy posible que el factor más importante a la hora de determinar el potencial de un deportista para destacar en su deporte sea la dotación genética, que incluye, además de las características antropométricas, los rasgos cardiovasculares heredados y las proporciones de los tipos de fibras, la capacidad para mejorar con el entrenamiento (Bouchard, 1986 en Caponetto, 2003).

Por último, el rendimiento conseguido por deportista en un momento dado puede estar condicionado por su estado nutricional y de salud.

El científico deportivo no puede cambiar los factores que vienen determinados por la herencia, sin embargo, puede aconsejar una estrategia de entrenamiento óptima según la dotación genética de cada deportista. El científico deportivo también puede utilizar las pruebas para controlar los progresos. Estos objetivos pueden obtenerse por medio de un programa de pruebas de laboratorio y de campo elegidas y administradas de forma adecuada.

1.6.4.2. ¿Qué se debe esperar de la Evaluación?

La evaluación llevada a cabo en el laboratorio debe considerarse como una ayuda para el entrenamiento y no como una herramienta mágica. Tiene limitaciones muy importantes para identificar el talento potencial, porque aún no se puede predecir el grado de potencial para mejorar que posee un deportista. También puede representar limitaciones en lo que se refiere a la capacidad del científico deportivo para simular en un laboratorio las exigencias fisiológicas de un deporte. En estos casos los resultados de las pruebas tienen un escaso valor práctico.

Diferentes estudios han utilizado varios métodos para la evaluación de la fuerza de los futbolistas, la mayoría de ellos han usado equipamiento isocinético (Wilsoff et al., 1998).

Según Wilsoff et al. (1998), las evaluaciones isocinéticas utilizadas corrientemente para valorar la fuerza y potencia en los jugadores de fútbol no reflejan el patrón de movimiento ni las características funcionales de la fuerza durante un partido, proponiendo que los test que emplean pesos libres reflejan la fuerza funcional de un jugador con mayor precisión.

Además, las barras y pesos libres están comúnmente disponibles para la mayoría de los equipos y proveen la posibilidad de desarrollar un buen programa para la evaluación funcional de la fuerza en futbolistas.

Asimismo, hay que tener presente que el rendimiento global de cualquier deportista es una combinación de muchos factores diferentes, entre los que la función fisiológica sólo es una más, especialmente en aquellos deportes en los que los componentes técnicos, tácticos, y psicológicos pueden relegar la fisiología a un segundo plano (Caponetto, 2003).

1.6.4.3. Evaluación efectiva

Estas son las características que conforman un programa de evaluación efectivo:

- Que las variables evaluadas sean importantes para el deporte.
- Que las pruebas seleccionadas sean válidas y fiables.
- Que los protocolos de las pruebas sean específicos al deporte.
- Que la prueba sea administrada con absoluta rigidez.
- Que la evaluación sea llevada a cabo a intervalos regulares.

1.6.4.4. Pruebas de Laboratorio versus pruebas de Campo

Para algunos deportes puede ser aconsejable o incluso necesario evaluar a los deportistas por medio de una prueba de campo. Una prueba de laboratorio es una evaluación llevada a cabo en un entorno controlado, y utiliza protocolos y equipos para simular un deporte o actividad. Una prueba de campo es una evaluación realizada mientras el atleta está llevando a cabo un ejercicio en una situación de competición simulada.

“Por regla general, los resultados obtenidos en pruebas de campo no son tan fiables como los obtenidos en pruebas de laboratorio, pero suelen tener mayor validez debido a que son mucho más específicos” (Duncan MacDougall y Howard, Wenger en Caponetto 2003, p. 32).

1.7. Hipótesis

Un Futbolista Amateur de la 5ta División del Club Atlético Banfield, con óptimos niveles de VO₂ máx (más 50 ml/kg/min), el mejor rendimiento (capacidad para recorrer metros a alta intensidad), se correlaciona con mayores niveles de Fuerza del tren inferior. (Máxima-Dinámica-Relativa).

1.8. Objetivos

1.8.1. Generales

- Describir la correlación existente entre las variables VO₂ máx y Fuerza del tren inferior en su manifestación Máxima Dinámica Relativa, con respecto a la capacidad de recorrer metros a alta intensidad.

1.8.2. Específicos

- Estimar el VO₂ máx, con un test de campo Leger Navet.
- Determinar la Fuerza Máxima Dinámica Relativa del tren inferior, con un test de Sentadilla Profunda.
- Determinar la capacidad para recorrer metros a alta intensidad, con un test de campo Yo-Yo Recovery I.
- Correlacionar el VO₂ máx, con la capacidad para recorrer metros a alta intensidad.
- Correlacionar la Fuerza Máxima Dinámica Relativa del tren inferior, con la capacidad para recorrer metros a alta intensidad.
- Comparar ambas correlaciones para determinar cuál de ellas tiene mayor incidencia, con la capacidad para recorrer metros a alta intensidad.

2. Segunda Parte: Materiales y Método

Instancia de Validación Empírica

2.1. Tipo de Diseño y Tipo de Estudio

De acuerdo al estado del conocimiento en el tema, revelado a partir de la revisión de la literatura y en función de la clasificación expuesta por Hernández Sampieri, Batista y Collado (1991), la investigación en cuestión se trató de un estudio “Correlacional”, ya que el mismo realiza una medición del grado de relación existente entre dos variables (VO₂ máx y fuerza máxima dinámica relativa del tren inferior), con respecto a otra variable (capacidad para recorrer metros a alta intensidad).

El desarrollo del estudio fue de tipo sincrónico ya que realicé un corte en un momento determinado, y recogí los resultados obtenidos luego de realizar las evaluaciones, es decir que no utilicé el tiempo como parámetro de referencia.

Los jugadores vienen del período de vacaciones y luego del período de adaptación, antes de comenzar el Período General de la Pretemporada, es cuando realicé las diferentes evaluaciones. De esta manera encontramos un grupo de jóvenes con experiencia deportiva, pero sin la influencia del entrenamiento reciente de una capacidad determinada.

A través de la perspectiva temporal señalo que este estudio fue retrospectivo, ya que a partir de un efecto (resultado que arrojen las evaluaciones), investigué las causas (influencia de cada variable). Es decir, busqué determinar qué causas (VO₂ máx ó fuerza máxima) beneficiaron en mayor medida la capacidad de desarrollar metros a alta intensidad.

De acuerdo a lo planteado por Hernández Sampieri, Batista y Collado (1991), este estudio fue no experimental, ya que no realicé ninguna manipulación sobre las variables, sino que analicé las mismas a partir de los resultados arrojados por las diferentes evaluaciones.

2.2. Matriz de Datos

Unidad de Análisis (U.A.)	Variable 1 (V1)	Valor (R) Abierto
Jugadores de Fútbol 5º División	VO2 máx	Cantidad de ml/kg/m
	Indicador (I): Cantidad de palieres recorridos	
	Procedimiento: Contar Palieres	
	V2	R
	Fuerza Máxima Dinámica Relativa- Tren Inferior	Cantidad de Kg levantados
	Dimensión 1 (D1) Fuerza Absoluta	
	I: Peso Levantado	
	Procedimiento: Test 1 RM Sentadilla Profunda	
	(D2) Peso Corporal	Cantidad de Kg pesado
	I: Peso en Balanza	
	Procedimiento: Pesar en balanza digital	
	(D3) Fuerza Relativa	Porcentaje del Peso Corporal (PC)
	I: Porcentaje del Peso Corporal levantado en 1 RM	
	Procedimiento: Test de 3 RM Sentadilla *	
	V3	R
Capacidad para recorrer metros a Alta Intensidad	Cantidad de metros recorridos	
I: Cantidad de palieres recorridos de 40 mts		
Procedimiento: Contar palieres		

2.3. Fuente de Datos

La recolección de datos fue llevada a cabo por el investigador en forma personal. Realicé los test de campo de fuerza y resistencia, detallados en el punto 2.5, para la obtención de datos.

Efectué el proceso de selección de las unidades de análisis, eligiendo a un plantel de jugadores de fútbol amateur (5º división), del Club Atlético Banfield, es decir que son jóvenes entrenados y que tienen experiencia en este tipo de evaluaciones.

En mi investigación se desprenden tres evaluaciones de las cuales en dos se evaluó la resistencia y en la otra, la fuerza.

Con respecto a las evaluaciones de resistencia el procedimiento de identificación de variables lo realicé a través de tests que en función del tiempo de resistencia al mismo se genera un valor de referencia, importándose éste a una planilla de datos.

Con referencia a la fuerza máxima dinámica relativa utilicé un test de Fuerza Máxima corroborando a la vez el peso corporal del individuo. A partir de estos datos pude obtener la fuerza máxima y la relativa.

Puedo decir entonces, que las fuentes de datos utilizadas fueron de tipo primaria.

A continuación realicé la validación de las fuentes de acuerdo a los criterios de validación expuestos por Samaja (1993) en función de mi trabajo:

- a) La calidad de los datos: Los datos proporcionados por las fuentes que seleccioné reflejan de manera efectiva la manifestación del hecho, ya que las evaluaciones fueron utilizadas con anterioridad en diferentes investigaciones.

b) Los test informan de manera precisa sobre las características puntuales del estado de cada capacidad, sumado esto a un análisis en conjunto de las diferentes variables que se generan a partir de la evaluación de cada una de ellas. Estos resultados brindarán un fundamento para la contrastación de la hipótesis en cuestión.

c) La cobertura de los datos: la fuente de datos proporciona información de todos los individuos de la muestra, ya que las evaluaciones las realizaré en forma individual a cada sujeto que se encuentra dentro de la muestra.

d) La oportunidad de los datos: la disponibilidad de los datos es inmediata ya que luego de la toma, sólo se requiere un procesamiento estadístico para obtener los resultados.

e) La economía de los datos: los elementos necesarios para las evaluaciones realizadas son de mi propiedad y la infraestructura corre por cuenta del club. Por lo tanto no necesité de erogaciones importantes para que se pueda llevar a cabo esta investigación.

2.4. Universo y Muestra

Universo: Jugadores de Fútbol, de 5^o división, del Club Atlético Banfield, participantes del torneo organizado por la Asociación del Fútbol Argentino.

Muestra: contiene un N de 21 casos.

La elección de esta muestra fue “finalística” (Samaja, 1993), ya que la realicé sobre casos particulares, eligiendo jugadores de la 5^o división, que dispusieran de tiempo y de un grado óptimo de entrenamiento de las capacidades (fuerza y resistencia). Sin tener en cuenta a los jugadores lesionados o en proceso de rehabilitación.

2.5. Instrumentos de Recolección de Datos

La recolección de datos la realicé a través de una batería de test de campo:

- *Course Navet ó Leger* (Luc Léger, 1981)

El objetivo de este test es estimar el VO₂ máx y es una prueba máxima-indirecta.

Protocolo:

El deportista debe estar parado sobre una de las líneas marcadas.

- Iniciará la prueba al ritmo impuesto por el audio del CD, con una velocidad inicial de 8,5 km/h.
- Correrá hacia la otra línea a los 20 m, la cual debe pisar y volver, respetando el ritmo impuesto por la grabación. Procurando no interrumpir la carrera.
- La velocidad se incrementa cada minuto en 0,5 km/h, considerándose este período como “estadio” ó “palier”.
- El test finaliza cuando la persona evaluada no puede sostener el ritmo impuesto por la grabación durante 2 beeps sucesivos, considerándose como valido, el ultimo estadio completo.

Fórmula: $VO_2 \text{ máx. (ml/kg/min)} = 31,025 + (3,238 * V) - (3,248 * E) + (0,1536 * V * E)$

- *Sentadilla Profunda*

El objetivo de este test es estimar indirectamente la fuerza máxima dinámica del tren inferior.

La técnica correcta según Antoniazzi (2009) consiste en dos momentos:

- Manteniendo la espalda siempre erguida en todo momento, comienza el descenso con flexión profunda de caderas y rodillas, más flexión dorsal del tobillo, a través de contracciones excéntricas de los extensores de cadera, de rodilla y de los flexores plantares del tobillo.

- El ascenso se hace con extensión de caderas y rodillas, y flexión plantar de tobillo, a través de contracciones concéntricas de los músculos agonistas respectivos.

Cabe aclarar que si bien los jugadores del fútbol amateur del Club Atlético Banfield están habituados a entrenar con cargas altas en ciertos períodos del año, no son especialistas en ejercicios con pesas, por lo cual no se ha evaluado 1 repetición máxima, ya que se acrecentarían las posibilidades de producirse lesiones a nivel lumbar y articular debido a la utilización de un peso máximo.

Por lo antes mencionado utilicé un protocolo progresivo de predicción de la fuerza máxima de 3 repeticiones y además utilicé la formula de Eppley (1985) para extrapolar la muestra a 1 RM (repetición máxima).

Fórmula de Eppley (1985): 1 RM = (0,0333 x Kg) x nº de repeticiones + Kg

Kg = Peso levantado por el sujeto.

En el caso de esta investigación se realizaron los siguientes pasos:

- Estimación del peso final de 1 RM predicha.
- Determinación del peso total y del número de repeticiones por serie.

El peso inicial deberá ser lo suficientemente ligero como para permitir su incremento progresivo en las series subsiguientes y al mismo tiempo requerir el empleo de manifestaciones de fuerza desde el comienzo del test. Esto requisitos se alcanzan realizando 8 series totales, en donde la 1ª y la 2ª se realizan con pesos ligeros (30 % al 45 %), la 3ª y 4ª con pesos medios (50 % al 65 %), la 5ª y

6ª con pesos altos (70 % al 80%) y la 7ª y 8ª con pesos máximos (90 % al 100 %), (Ayllón Nacleiro, 2008).

Las pausas utilizadas son de 3' a 5'.

- Finalización del test: el jugador realizará 3 repeticiones en cada serie hasta llegar al fallo muscular. Luego se aplicará la fórmula de Epley antes mencionada.

Además utilicé la escala de Percepción Subjetiva de Esfuerzo o Escala de Borg durante las valoraciones, luego de cada serie.

- *Yo-Yo – Recuperación Intermittente Nivel I (YYIRT)* (Bangsbo, 1994)

Este test nace como una prueba para evaluar la capacidad de recuperación de un sujeto sometido a un ejercicio progresivamente maximal e intermitente.

Además de la validez y de la reproducibilidad, tanto para un fisiólogo del deporte como para un preparador físico este test tiene gran importancia por su especificidad. Con este término nos referimos a la capacidad del test para expresar la prestación o rendimiento del sujeto durante un partido o competición (Castagna, Bárbero Alvarez, 2004).

Los trabajos de Krustup et al. (2001; 2003) han revelado como también el YYIRT tiene su grado de especificidad para el rendimiento en fútbol y en particular, en relación a la distancia recorrida a alta intensidad durante un partido. Estos autores han demostrado, que la prestación en el test YYIRT correlaciona significativamente con la distancia recorrida a una velocidad superior a 15 km/h. Las acciones efectuadas a esta intensidad durante el juego tienen un papel determinante en el resultado del partido (Barbero, 2002, Bangsbo, 2001).

Características del Protocolo:

Consiste en hacer una serie de repeticiones con carreras de ida y vuelta de 40 m (2 x 20 m) alternadas con un período de descanso de 10 segundos, el cual

permanece constante durante todo el ejercicio. Lo que variará durante el YYIRT es la velocidad de progresión que se incrementará de una manera preestablecida.

La velocidad inicial será de 10 km/h, con la que el sujeto realizará una repetición (2 x 20 m). Luego la velocidad aumentará hasta 12 km/h (2 x 20 m) y 13 km/h (2 veces 2 x 20 m).

Resumiendo entre 10 y 13 km / h se efectuarán 4 repeticiones 2 x 20 m de ida y vuelta.

Después de estos 160 m la velocidad alcanzará los 13.5 km / h (3 veces 2 x 20 m) y luego los 14 km / h (4 veces 2 x 20 m).

Sucesivamente la velocidad del test se incrementará 0.5 km/h cada 8 idas y vueltas (para un total de 320 m), hasta el agotamiento.

Durante los diez segundos de recuperación, que se ha comentado permanecen constantes durante toda la prueba, el sujeto evaluado debe permanecer activo, realizando una carrera lenta, desplazándose desde el cono de salida y llegada a otro cono situado a 5 m (Bansgbo, et al., 1991).

2.6. Plan de Actividades en Contexto

La recolección de datos la realicé en el campo y mi actitud como investigador fue no interactiva en los casos del test de Course Navet y en el Yo-Yo de Recuperación Intermitente Nivel I, ya que en ambos casos mientras los atletas realizaban la prueba, sólo me remití a anotar los palieres en los que terminaba el test cada jugador.

Pero en el caso de la evaluación de Sentadilla Profunda, mi actitud fue interactiva, ya que utilicé la escala de Borg, donde le consulté al jugador la percepción de esfuerzo al finalizar cada serie, con el objetivo de tener un parámetro de referencia al momento de agregarle peso, al avanzar en la evaluación.

2.7. Plan de Tratamiento y Análisis de Datos

A partir de haber realizado la recolección de datos, efectué el análisis de los mismos para corroborar si éstos proporcionaban datos concretos referidos al problema de investigación.

Durante el análisis de los datos realicé los siguientes procedimientos:

- 1- Carga de datos en planilla Excel.
- 2- Correlación de variables: (Fuerza Máxima Dinámica Relativa del tren inferior con la capacidad para recorrer metros a alta intensidad y VO₂ máx con capacidad para recorrer metros a alta intensidad).

Cuando los datos bivariados provienen de dos variables cuantitativas resulta de interés estudiar la relación que guarda una con la otra. La relación puede ser de muy distinta naturaleza: lineal, cuadrática, exponencial, logarítmica, trigonométrica, etc. (Aranda Candanosa, Álvarez Javier, Cano Alicia, Guillén Carlos, Romero Eugenia, 2008).

En este estudio el dato estadístico que nos interesa es la Relación Lineal, por lo que se lleva a cabo un análisis de correlación lineal y de regresión lineal.

El análisis de correlación, se usa para medir la fuerza de asociación entre las variables. El objetivo es medir la covarianza que existe entre esas dos variables numéricas. (Aranda Candanosa, Álvarez Javier, Cano Alicia, Guillén Carlos, Romero Eugenia, 2008)

- 3- Comparación de los resultados de las dos correlaciones.
- 4- Interpretación de los resultados: produje las interpretaciones propias de los datos en cuestión, donde detallé la relación existente entre las variables correlacionadas. Se discuten los datos a la luz del marco teórico y/o de los antecedentes de investigación.

3. Tercera Parte: Análisis y Conclusiones

3.1. Exposición de Datos

De acuerdo a la muestra de 21 casos que se presentaron en esta investigación, se observa que estadísticamente la correlación de las variables VO₂ máx con capacidad para recorrer metros a alta intensidad es lineal, de moderada a baja y positiva.

Mientras tanto la correlación de las variables Fuerza Máxima Dinámica Relativa del tren inferior con la capacidad para recorrer metros a alta intensidad es lineal, moderada y positiva.

A continuación realizo la exposición de las tablas que muestran los datos recogidos en las diferentes evaluaciones y también tablas y gráficos que ilustran las diferentes relaciones entre las variables estudiadas.

Correlación entre el VO₂ máx, con la capacidad para recorrer metros a alta intensidad.

Casos	Distancia (metros)	Vo2max(ml/kg/min)
N1	1280	52,10
N2	1720	50,60
N3	1400	50,60
N4	1120	56,60
N5	1800	53,60
N6	1920	58,10
N7	1400	50,60
N8	1440	52,10
N9	2000	55,10
N10	1400	56,60
N11	2080	56,60
N12	1240	52,10
N13	1640	56,60
N14	1160	52,10
N15	1200	50,60
N16	1760	52,10
N17	1760	50,60
N18	1480	52,10
N19	1640	55,10
N20	1320	50,10
N21	1760	52,10

Tabla 1: se presenta cada caso indicando metros recorridos en el test Yo-Yo Recovery I y el VO₂ máx determinados según el test de Leger.

Diagrama de dispersión

Es una gráfica donde aparecen los valores muestrales considerados como parejas ordenadas (x_1, y_1) , (x_2, y_2) , (x_{21}, y_{21}) . Si los valores muestrales dan una configuración de puntos como el del diagrama de dispersión, el modelo se llama de regresión lineal simple.

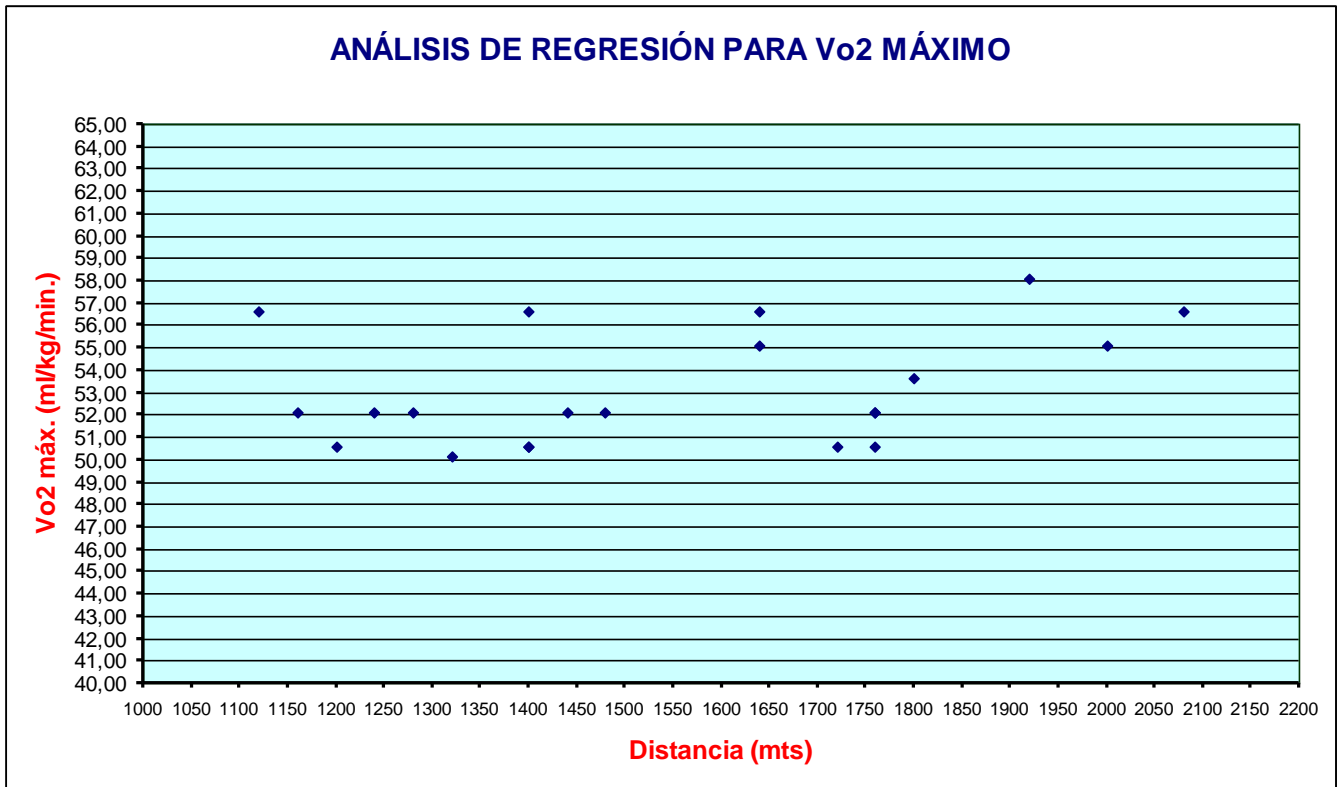


Gráfico 1: se observa la relación existente entre la distancia recorrida en el test Yo-Yo Recovery I, con respecto al VO₂ máx.

Análisis de Correlación Lineal

El objetivo es ver si existe o no una relación de carácter lineal entre las dos variables, y si existe, entonces medir el grado de intensidad de la linealidad. Esto comúnmente se realiza calculando el coeficiente de correlación lineal de Pearson.

$$r = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{(n \sum x^2 - (\sum x)^2)(n \sum y^2 - (\sum y)^2)}}$$

El coeficiente toma valores en el intervalo [-1, 1].

Un valor negativo de r significa que la relación entre las variables es inversamente proporcional, (a mayor X menor Y)

Un valor positivo de r significa que la relación entre las variables es directamente proporcional, (a mayor X mayor Y).

Un valor cercano a 0, indica que la relación entre las variables es casi nula, es decir, no hay relación entre ellas.

Un valor cercano a 1 significa que la relación entre las variables es fuertemente lineal.

Casos	Distancia (metros)	Vo2 máx (ml/kg/min)	X.Y	X ²	Y ²
N1	1280	52,10	66685,57	1638400,00	2714,21
N2	1720	50,60	87027,53	2958400,00	2560,10
N3	1400	50,60	70836,36	1960000,00	2560,10
N4	1120	56,60	63392,22	1254400,00	3203,58
N5	1800	53,60	96477,84	3240000,00	2872,83
N6	1920	58,10	111553,73	3686400,00	3375,71
N7	1400	50,60	70836,36	1960000,00	2560,10
N8	1440	52,10	75021,26	2073600,00	2714,21
N9	2000	55,10	110199,00	4000000,00	3035,95
N10	1400	56,60	79240,28	1960000,00	3203,58
N11	2080	56,60	117728,42	4326400,00	3203,58
N12	1240	52,10	64601,64	1537600,00	2714,21
N13	1640	56,60	92824,33	2689600,00	3203,58
N14	1160	52,10	60433,80	1345600,00	2714,21
N15	1200	50,60	60716,88	1440000,00	2560,10
N16	1760	52,10	91692,66	3097600,00	2714,21
N17	1760	50,60	89051,42	3097600,00	2560,10
N18	1480	52,10	77105,19	2190400,00	2714,21
N19	1640	55,10	90363,18	2689600,00	3035,95
N20	1320	50,10	66127,64	1742400,00	2509,68
N21	1760	52,10	91692,66	3097600,00	2714,21
	32520	1116,07	1733607,96	51985600,00	59444,43

Tabla 2: muestra los cálculos necesarios para determinar la correlación existente entre el VO2 máx y la capacidad para recorrer metros a alta intensidad.

Al sustituir los valores correspondientes para r se obtiene: $r = 0,36$

Por lo tanto, la relación lineal es de moderada a baja y es positiva.

El mismo análisis de correlación lineal se realizó para relacionar la Fuerza Máxima Dinámica Relativa del tren inferior, con la capacidad para recorrer metros a alta intensidad. Los datos se muestran en la tabla 3:

Casos	Distancia (metros)	Fuerza Relativa %
N1	1280	126,04
N2	1720	130,67
N3	1400	133,76
N4	1120	132,93
N5	1800	178,01
N6	1920	144,75
N7	1400	125,70
N8	1440	158,08
N9	2000	162,54
N10	1400	124,94
N11	2080	191,48
N12	1240	151,40
N13	1640	123,90
N14	1160	160,68
N15	1200	133,41
N16	1760	136,46
N17	1760	143,47
N18	1480	134,70
N19	1640	170,04
N20	1320	145,33
N21	1760	165,97

Tabla 3: se presenta cada caso indicando metros recorridos en el test Yo-Yo Recovery I y la fuerza máxima dinámica relativa determinada por el test de sentadilla profunda.

Diagrama de dispersión

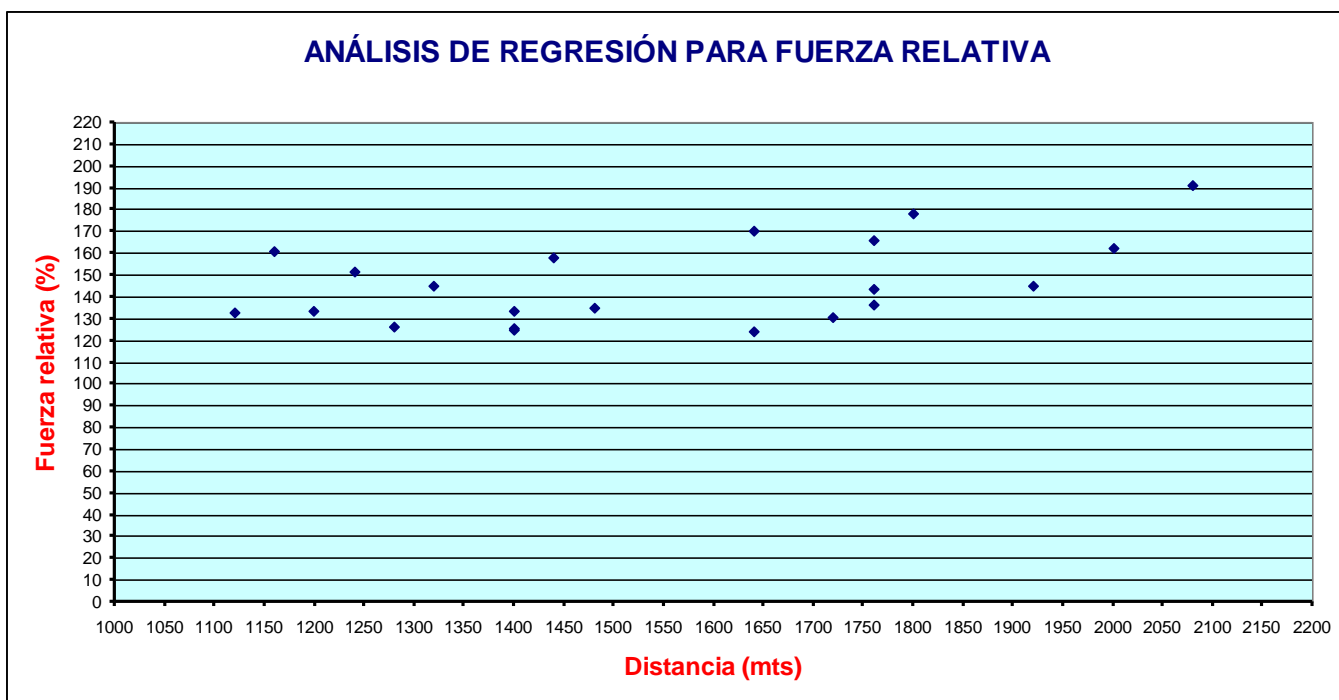


Gráfico2: se observa la relación existente entre la distancia recorrida en el test Yo-Yo Recovery I, con respecto a la fuerza máxima dinámica relativa.

Análisis de Correlación Lineal

Casos	Distancia (metros)	Fuerza Relativa %	X.Y	X ²	Y ²
N1	1280	126,04	161329,16	1638400	15885,68
N2	1720	130,67	224754,21	2958400	17074,92
N3	1400	133,76	187265,65	1960000	17892,05
N4	1120	132,93	148886,10	1254400	17671,45
N5	1800	178,01	320416,84	3240000	31687,33
N6	1920	144,75	277925,49	3686400	20953,39
N7	1400	125,70	175984,00	1960000	15801,21
N8	1440	158,08	227634,37	2073600	24989,10
N9	2000	162,54	325088,53	4000000	26420,64
N10	1400	124,94	174911,38	1960000	15609,18
N11	2080	191,48	398273,68	4326400	36663,72
N12	1240	151,40	187740,84	1537600	22923,14
N13	1640	123,90	203190,89	2689600	15350,44
N14	1160	160,68	186387,20	1345600	25817,62
N15	1200	133,41	160093,26	1440000	17798,51
N16	1760	136,46	240176,68	3097600	18622,43
N17	1760	143,47	252498,78	3097600	20582,27
N18	1480	134,70	199362,38	2190400	18145,25
N19	1640	170,04	278861,80	2689600	28912,81
N20	1320	145,33	191836,35	1742400	21120,97
N21	1760	165,97	292099,65	3097600	27544,62
	32520	3074,27	4814717,24	51985600	457466,74

Tabla 4: muestra los cálculos necesarios para determinar la correlación existente entre la fuerza máxima dinámica relativa y la capacidad para recorrer metros a alta intensidad.

Para r se obtiene:

$$r = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{(n \sum x^2 - (\sum x)^2)(n \sum y^2 - (\sum y)^2)}}$$

$$r = 0,49$$

Por tanto, la relación lineal es moderada y es positiva.

Finalmente se compararon ambas correlaciones para determinar cuál de ellas tiene mayor incidencia, con la capacidad para recorrer metros a alta intensidad.

Casos	Distancia (metros)	Vo2max(ml/kg/min)	Fuerza Relativa %
N1	1280	52,10	126,04
N2	1720	50,60	130,67
N3	1400	50,60	133,76
N4	1120	56,60	132,93
N5	1800	53,60	178,01
N6	1920	58,10	144,75
N7	1400	50,60	125,70
N8	1440	52,10	158,08
N9	2000	55,10	162,54
N10	1400	56,60	124,94
N11	2080	56,60	191,48
N12	1240	52,10	151,40
N13	1640	56,60	123,90
N14	1160	52,10	160,68
N15	1200	50,60	133,41
N16	1760	52,10	136,46
N17	1760	50,60	143,47
N18	1480	52,10	134,70
N19	1640	55,10	170,04
N20	1320	50,10	145,33
N21	1760	52,10	165,97

Tabla 5: muestran los datos unificados de las tablas 1 y 3.

Gráficos de columnas 3D

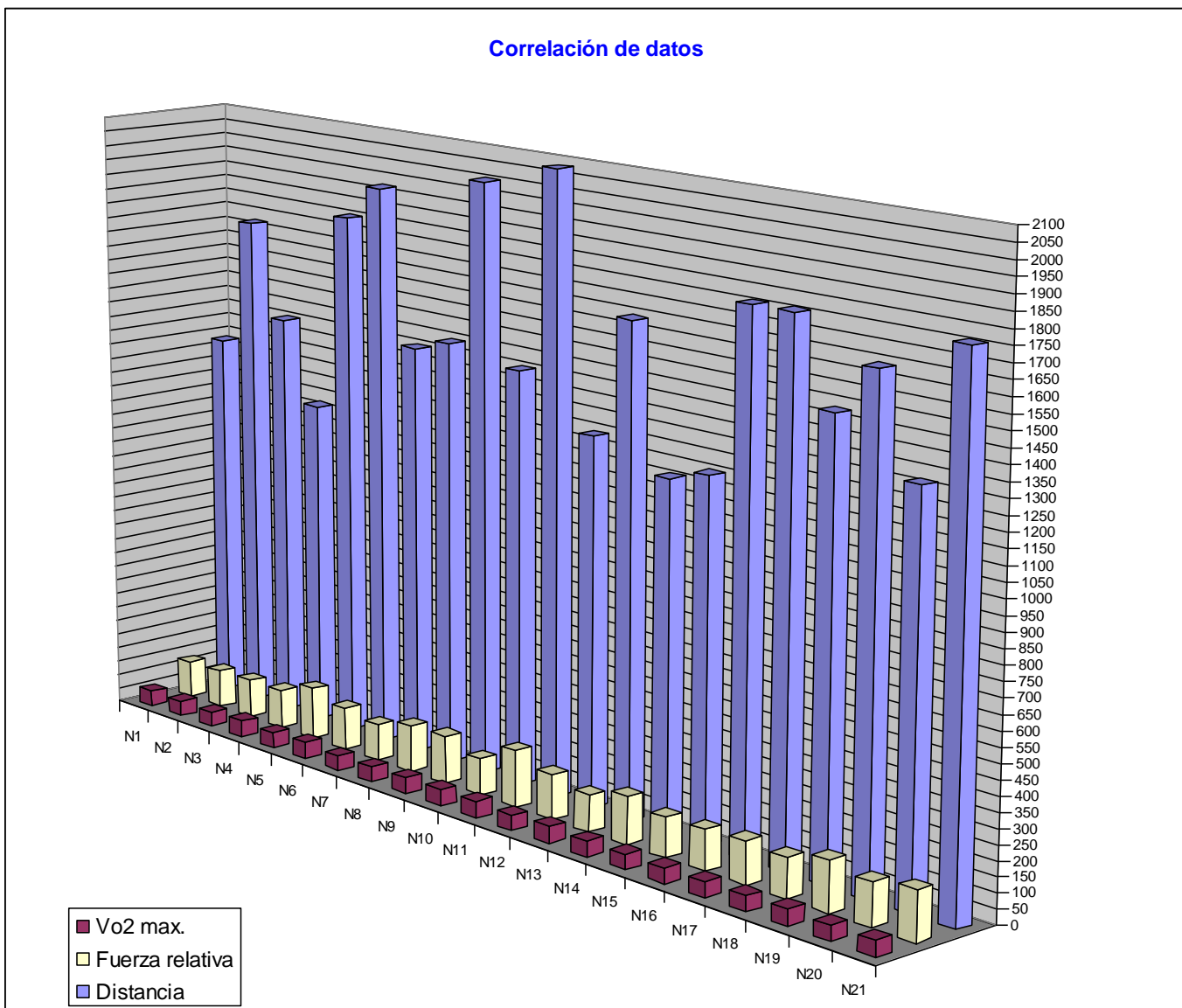


Gráfico 3: muestra la relación existente entre las 3 variables estudiadas en cada caso.

Nº de Orden	Casos	Distancia (metros)	Vo2 máx (ml/kg/min)	Fuerza Relativa %
1	N4	1120	56,60	132,93
2	N14	1160	52,10	160,68
3	N15	1200	50,60	133,41
4	N12	1240	52,10	151,40
5	N1	1280	52,10	126,04
6	N20	1320	50,10	145,33
7	N3	1400	50,60	133,76
8	N7	1400	50,60	125,70
9	N10	1400	56,60	124,94
10	N8	1440	52,10	158,08
11	N18	1480	52,10	134,70
12	N13	1640	56,60	123,90
13	N19	1640	55,10	170,04
14	N2	1720	50,60	130,67
15	N16	1760	52,10	136,46
16	N17	1760	50,60	143,47
17	N21	1760	52,10	165,97
18	N5	1800	53,60	178,01
19	N6	1920	58,10	144,75
20	N9	2000	55,10	162,54
21	N11	2080	56,60	191,48

Tabla 6: muestra en forma ordenada de menor a mayor, las distancias recorridas a alta intensidad en cada caso y su valor de VO2 máx y fuerza máxima dinámica relativa correspondiente.

Gráficos de columnas 3D

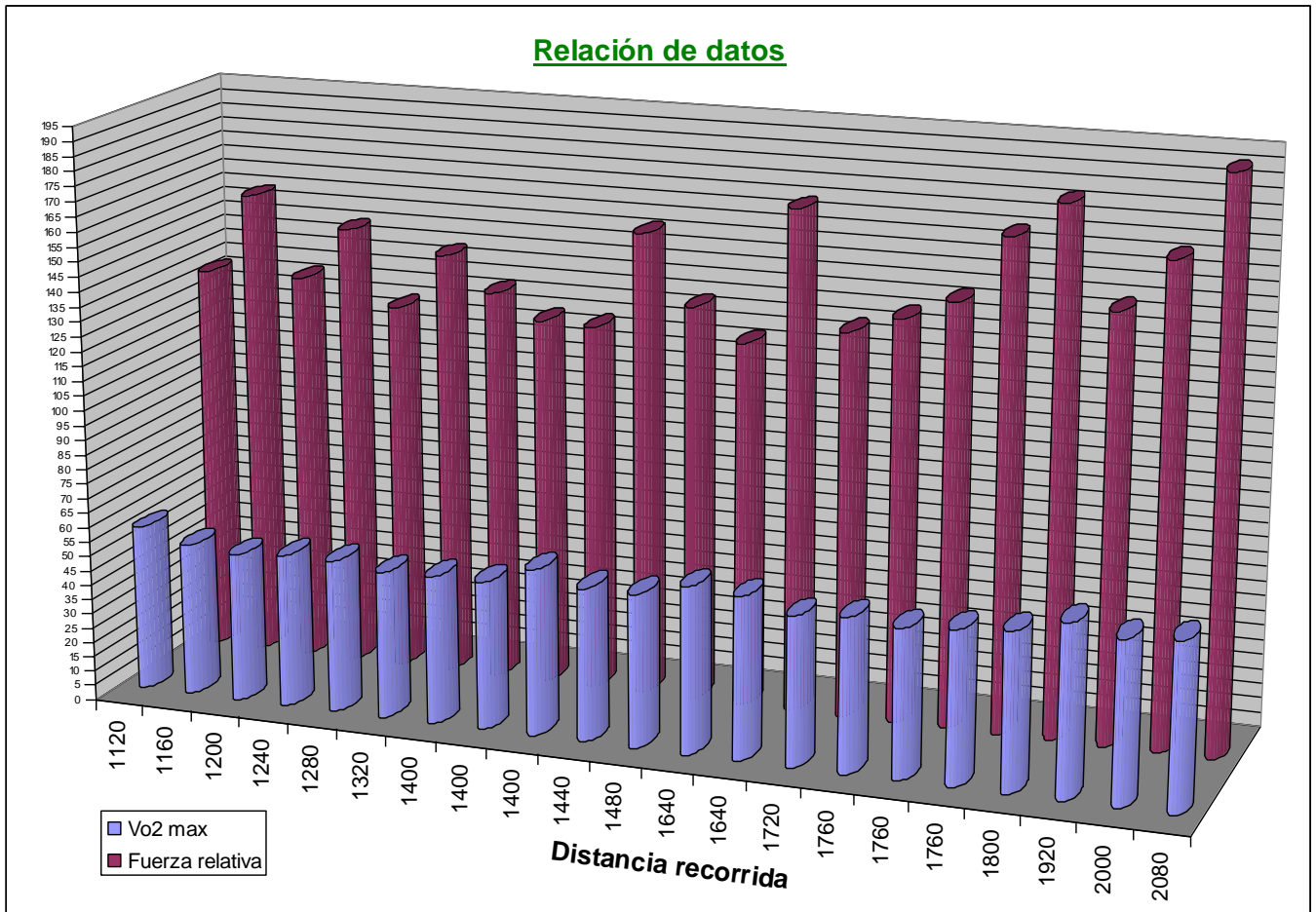


Gráfico 6: permite observar los datos ordenados en forma creciente de acuerdo a los metros recorridos a alta intensidad (YO-YO Recovery I).

3.2. Análisis e interpretación de los datos

Los resultados de la presente investigación tienen relación con alguno de los estudios presentados en los antecedentes de la misma. Con respecto al estudio: Análisis de la distancia recorrida y tasa de esfuerzo en deportes de conjunto (Antivero, 2005), se observa una moderada correlación entre el VO₂ máx y los metros recorridos a alta intensidad durante la competencia. Asimismo en este estudio se demuestra la alta correlación existente entre los metros recorridos a alta intensidad durante un partido de fútbol y los metros recorridos en el YO-YO Test Recovery I.

Por otra parte, en el estudio realizado por Antivero (2005), no se estudia la correlación de la fuerza relativa con respecto a los metros recorridos a alta intensidad, que si se realiza en mi investigación.

Con respecto al estudio: Relación entre la potencia aeróbica máxima y la capacidad para realizar ejercicio intermitente de alta intensidad en jugadores de fútbol sala (Barbero Álvarez J.C., 2007), se demuestra una moderada correlación entre las dos variables estudiadas, que aunque no coincide exactamente con lo expuesto en mi investigación (donde correlaciono el VO₂ máx y los metros recorridos en el YO-YO Test Recovery I), se puede observar cierta similitud entre ambos estudios.

Al igual que en el otro estudio (Antivero, 2005), no se ha estudiado la relación de la fuerza con los metros recorridos a alta intensidad como se expone en mi investigación.

3.3. Conclusiones y Sugerencias

De acuerdo a los resultados expuestos en este estudio, puedo concluir que la fuerza máxima dinámica relativa del tren inferior ($r= 0,49$) incide en mayor medida que el VO₂ máx ($r= 0,36$), con respecto a la capacidad para recorrer metros a alta intensidad.

Los resultados obtenidos se aproximan a lo esperado, aunque se preveía una correlación mayor con respecto a las variables fuerza máxima dinámica relativa del tren Inferior, con respecto a la capacidad para recorrer metros a alta intensidad. Es posible que esto se pueda observar en una investigación donde la población analizada sea de mayor cantidad de casos.

En las etapas formativas del futbolista sería conveniente, tener en cuenta para optimizar el rendimiento específico del jugador, que al poseer ciertos valores de VO₂ máx (más de 50 ml/kg/min), debería prevalecer en el entrenamiento, el desarrollo de la fuerza máxima para lograr un mayor rendimiento deportivo (expresado en recorrer metros a alta intensidad).

A partir de lo antes mencionado, sugiero priorizar la periodización y planificación de la Fuerza en el Megaciclo de un futbolista juvenil, para que de esta manera concluya su etapa formativa con muy buenos niveles de Fuerza Máxima Relativa que le permitan un mejor rendimiento en la competencia.

A su vez, sería interesante seguir en esta línea de investigación que ayude a profundizar los conocimientos de la relación existente entre la Fuerza Máxima Relativa y la capacidad para recorrer metros a alta intensidad, o quizás analizar si otra manifestación de la fuerza (explosiva ó rápida), poseen mayor correlación.

4. Anexo

4.1. Planilla de Evaluación del test: Leger

TEST: Leger (VO 2 máx)

DIVISION: 5°

Casos	Palier	Vel.(km/h)	Vel. (m/s)	VAM (km/h)	VAM (m/s)	Vo2max(ml/kg/min)
N1	10,5	13,25	3,6805556	15,935	4,426389	52,0981
N2	10	13	3,6111111	15,48	4,3	50,5974
N3	10	13	3,6111111	15,48	4,3	50,5974
N4	12	14	3,8888889	17,3	4,805556	56,6002
N5	11	13,5	3,75	16,39	4,552778	53,5988
N6	12,5	14,25	3,9583333	17,755	4,931944	58,1009
N7	10	13	3,6111111	15,48	4,3	50,5974
N8	10,5	13,25	3,6805556	15,935	4,426389	52,0981
N9	11,5	13,75	3,8194444	16,845	4,679167	55,0995
N10	12	14	3,8888889	17,3	4,805556	56,6002
N11	12	14	3,8888889	17,3	4,805556	56,6002
N12	10,5	13,25	3,6805556	15,935	4,426389	52,0981
N13	12	14	3,8888889	17,3	4,805556	56,6002
N14	10,5	13,25	3,6805556	15,935	4,426389	52,0981
N15	10	13	3,6111111	15,48	4,3	50,5974
N16	10,5	13,25	3,6805556	15,935	4,426389	52,0981
N17	10	13	3,6111111	15,48	4,3	50,5974
N18	10,5	13,25	3,6805556	15,935	4,426389	52,0981
N19	11,5	13,75	3,8194444	16,845	4,679167	55,0995
N20	10	13	3,6111111	15,48	4,3	50,5974
N21	10,5	13,25	3,6805556	15,935	4,426389	52,0981

4.2. Planilla de Evaluación del test: Sentadilla Profunda

Test: Sentadilla Profunda (Fuerza Máxima Relativa)

DIVISION: 5°

Casos	Fuerza Absoluta	PESO (kg)	Fuerza Relativa %
N1	85,328	66,8	126,0384
N2	83,628	64	130,6711
N3	122,659	87,5	133,7611
N4	90,661	67,8	132,9340
N5	133,151	73,8	178,0093
N6	101,327	68,6	144,7528
N7	87,992	69,7	125,7028
N8	104,4905	66	158,0794
N9	111,993	65,2	162,5442
N10	87,8305	68	124,9366
N11	124,652	66,3	191,4777
N12	147,316	96,4	151,4039
N13	103,33	82,4	123,8968
N14	111,993	68	160,6786
N15	98,991	72,9	133,4110
N16	109,99	80,3	136,4640
N17	98,991	66,9	143,4652
N18	90,656	65,8	134,7043
N19	117,326	69,3	170,0376
N20	122,659	82,6	145,3305
N21	120,989	72,2	165,9657

4.3. Planilla de Evaluación del test: Yo-Yo Recuperación Intermitente

YO-YO TEST --- RECUPERACION INTERMITENTE (Metros a alta Intensidad)

DIVISION: 5º

Nivel 1

Casos	Pallier	Distancia (metros)	Velocidad (m/s)
N1	16(5)	1280	4,1
N2	17(8)	1720	4,21
N3	16(8)	1400	4,1
N4	16(1)	1120	4,1
N5	18(2)	1800	4,32
N6	18(5)	1920	4,32
N7	16(8)	1400	4,1
N8	17(1)	1440	4,21
N9	18(7)	2000	4,32
N10	16(8)	1400	4,1
N11	19 (1)	2080	4,43
N12	16(4)	1240	4,1
N13	17(6)	1640	4,21
N14	16(2)	1160	4,1
N15	16(3)	1200	4,1
N16	18(1)	1760	4,32
N17	18(1)	1760	4,32
N18	17(2)	1480	4,21
N19	17 (6)	1640	4,21
N20	16(6)	1320	4,1
N21	18(1)	1760	4,32

5. Bibliografía

- Amil, Raúl Javier, El VO 2 máx y su importancia en los deportes de resistencia. www.patriciaminuchin.com.ar (Ultima visita 18-11-2011)
- Anselmi, Horacio (2001). Fuerza, Potencia y Acondicionamiento Físico. Buenos Aires. Editorial: Del Autor.
- Ayllón Nacleiro Fernando (2008). Nuevas dimensiones en el entrenamiento de la fuerza. Capítulo VII. Valoración de la fuerza, potencia y velocidad en los ejercicios de entrenamiento con resistencias gravitatorias: utilización del Encoder Rotatorio. Capítulo VIII. Aplicaciones del control de la potencia de movimiento en el entrenamiento de fuerza. Madrid: Inde Publicaciones.
- Aranda Candanosa, Álvarez Javier, Cano Alicia, Guillén Carlos y Romero Eugenia. (2008). Guía de Estadística I - Universidad Nacional Autónoma de México / Colegio de Ciencias y Humanidades. Plantel Sur / Academia de Matemática.
- Bangsbo, Jens (1993). La Fisiología del Fútbol. Universidad de Copenhague.
- Bangsbo, Jens, Marcello F; Kruntrup, Peter (2008). El tes Yo-Yo de recuperación intermitente: Herramientas útiles para la evaluación del rendimiento físico en el deporte intermitente.
- Barbero Álvarez J.C. (2007). Relación entre la Potencia Aeróbica Máxima y la capacidad para realizar ejercicio intermitente de alta intensidad en jugadores de fútbol sala. www.gpsportspain.es (última visita 2-12-11).
- Bosco, Carmelo (1991). *Aspectos fisiológicos de la preparación del futbolista*. Barcelona. Editorial Paidotribo.
- Caponetto Gustavo (2003). El entrenamiento de la potencia muscular de los miembros inferiores en jugadores de fútbol. Comparación de dos

métodos de entrenamiento. Trabajo de Investigación de final de carrera. Facultad de actividad física y Deporte, UFLO.

- Castagna y Barbero Alvarez (2004). El Test YO-YO de recuperación intermitente Nivel I, Tomo XIX, nº 2.
- Fernandez Báez, Daher. Estudio del efecto de entrenamiento simultáneo de fuerza y resistencia. Efdportes. Revista Digital - Buenos Aires - Año 12 - N° 114 - Noviembre de 2007
- Fernandez Vaquero, López Chicharro (2006). Fisiología del Ejercicio. Madrid. Editorial Médica Panamericana S.A.
- Frattini Martín (2011). Desarrollo de la Fuerza Máxima en el fútbol con cargas bajas y altas velocidades de ejecución. Trabajo de Investigación de final de carrera. Facultad de actividad física y Deporte, UFLO.
- Gonzalez Badillo Juan José (1995). Fundamentos del entrenamiento de la fuerza – Aplicación al alto rendimiento. Barcelona. Editorial INDE.
- González Gallego Javier (1992). Fisiología de la actividad física y del deporte. Madrid. Editorial Interamericana-McGraw-Hill.
- Hernández Sampieri, Roberto; Fernández Collado, Carlos Baptista Lucio, Pilar (1991). Metodología de la investigación. México. McGraw-Hill.
- Lapuente Sagarra, Manuel. Periodización del Entrenamiento Físico en el Fútbol. www.sobreentrenamiento.com (última visita 28/11/11).
- Martín (2001). Manual de metodología del entrenamiento deportivo. Barcelona. Editorial Paidotribo.
- Metral, Gustavo. Simposio Virtual de Ciencias Aplicadas al Fútbol – Una breve Revisión de la literatura Científica. www.sobreentrenamiento.com (última visita 23/04/2010).
- Molina Eduardo, Arcay Ramón, Donoso Hugo. Estimación del VO 2 en jóvenes Chilenos con períodos de 1 Minuto. www.deportesaciclicos.com

- Paavolainen Leena, et al. (1999). El Entrenamiento de la Fuerza Explosiva mejora el tiempo de una carrera de 5 km mediante el mejoramiento de la economía de carrera y de la potencia muscular. Publicada por el Journal Applied Physiology.
- Tanaka Hirofumi y Swensen Thomas (1998). Impact of Resistance Training on Endurance performance: A New form of cross – training? (Impacto del Entrenamiento de sobrecarga sobre el rendimiento en resistencia: ¿Una nueva forma de entrenamiento cruzado?). Sport Medicine.
- Samaja, Juan (1993). Epistemología y Metodología, Elementos para una teoría de la investigación científica. Buenos Aires. Editorial Eudeba.