

# UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE MEDICINA



"RESPUESTA CRONOTROPICA DURANTE LA ETAPA DE  
RECUPERACION EN PRUEBAS DE ESFUERZO MAXIMA EN  
JUGADORES PROFESIONALES DE FUTBOL SOCCER"

POR

DR. JUAN GILBERTO DE LA CRUZ GONZALEZ

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL  
GRADO DE  
ESPECIALISTA EN MEDICINA DEL DEPORTE  
Y REHABILITACION

DICIEMBRE 2018

**“RESPUESTA CRONOTROPICA DURANTE LA ETAPA DE  
RECUPERACION EN PRUEBAS DE ESFUERZO MAXIMA EN  
JUGADORES DE FUTBOL SOCCER”**

**Aprobación de la tesis:**



---

**Dr. Ángel González Cantú  
Director de la tesis**



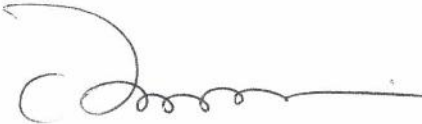
---

**Dra. Karina Salas Longoria  
Coordinador de Enseñanza**



---

**Dr. Med. Oscar Salas Fraire  
Jefe de Servicio o Departamento**



---

**Dr. med. Felipe Arturo Morales Martínez  
Subdirector de Estudios de Posgrado**

## DEDICATORIA Y/O AGRADECIMIENTOS

Uno, a mis padres, mi hermano y a toda mi familia, por estar conmigo.

Dos, a mis amigos por aguantarme tanto.

Tres, a mí mismo por no perder la paciencia

Cuatro, a la ciencia.

# TABLA DE CONTENIDO

Capítulo I	Página
1. RESÚMEN	1
Capítulo II	
2. INTRODUCCIÓN	4
Capítulo III	
3. OBJETIVOS	8
Capítulo IV	
4. MATERIAL Y METODOS	9
Capítulo V	
5. RESULTADOS	13
Capítulo VI	
6. DISCUSION	20
Capítulo VII	
7. ANEXOS	21
Capítulo VIII	
8. BIBLIOGRAFIA	22

## INDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Características clínicas de la población .....	13
2. Parámetros medidos en la prueba de esfuerzo.....	14
3. Correlación entre frecuencias de recuperación, latidos recuperados y consumo de oxígeno.....	17



## INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Banda NORAMCO ST4600 .....	10
2. Equipo Mortara para Pruebas de Esfuerzo.....	11
3. Distribución de latidos recuperados al Minuto 1.....	15
4. Distribución de latidos recuperados al Minuto .....	3 15
5. Distribución de latidos recuperados al Minuto .....	5 16
6. Distribución de valores de consumo de oxígeno.....	16
7. Correlación entre la frecuencia de recuperación al primer minuto y el consumo de oxígeno .....	18
8. Correlación entre la frecuencia de recuperación al primer minuto y el consumo de oxígeno .....	18
9. Correlación entre la frecuencia de recuperación al primer minuto y el consumo de oxígeno	



Universidad Autónoma de León  
FACULTAD DE EDUCACIÓN

## CAPITULO I: Resumen

### Introducción

La valoración fisiológica en el soccer se refiere a las mediciones anatómicas, fisiológicas y bioquímicas de los cambios alcanzados por el entrenamiento (1). Se utiliza para obtener información relevante de cambios aeróbicos y anaeróbicos que el entrenamiento provee (2), por medio de distintos test como la pruebas de esfuerzo (3). La prueba de esfuerzo provee de información diagnóstica y pronóstica, una de ellas siendo la respuesta de la frecuencia cardiaca al ejercicio (4). Se han hecho estudios acerca del valor predictivo de la respuesta cronotrópica durante el ejercicio en patología cardiovascular (5) y su relación con la mortalidad cardiovascular. (6,7)

La frecuencia cardiaca de recuperación se ha investigado en pacientes con enfermedad coronaria, apnea obstructiva del sueño y pacientes con falla cardiaca.

Pacientes con mejor capacidad física presentan mejores valores de recuperación de la frecuencia cardiaca, resultado de la reactivación vagal.

### Objetivo

Describir la tasa de recuperación cardiaca en jugadores profesionales de futbol soccer y su relación con el consumo de oxígeno.

## **Material y métodos.**

**Identificamos pacientes retrospectivamente del 1 de enero de 2012 al 31 de diciembre de 2014 que acudieron a valoración de capacidad física y salud con prueba de esfuerzo máxima, en el Departamento de Medicina de Deporte y Rehabilitación del Hospital Universitario "Dr. José Eleuterio González" en Monterrey Nuevo León, utilizando la base de datos del departamento.**

**Se recopilaron datos clínicos y antropométricos de los pacientes incluidos en el estudio. En los registros de la prueba de esfuerzo, se documenta la frecuencia cardiaca al reposo, la frecuencia cardiaca máxima estimada y la frecuencia cardiaca máxima alcanzada, la frecuencia de recuperación al primer, tercer y quinto minuto posterior a la prueba máxima, el consumo de oxígeno calculado y la diferencia entre la frecuencia cardiaca máxima y las frecuencias de recuperación para obtener la cantidad de latidos recuperados.**

## **Resultados**

**Identificamos 342 resultados de pruebas de esfuerzo máxima que cumplían los criterios desde el 2012 al 2014. La edad promedio de los pacientes al momento de la prueba fue 19.3 +/- 4.6. Las medias de las medidas antropométricas de la población fueron 69.81 +/- 8.41 para el peso, 1.76 +/- 0.06 para la altura y 22.94 +/- 1.86 para el índice de masa corporal.**



Las medias de las frecuencias cardiacas de recuperación al minuto 1, 3 y 5 fueron de 156.81 +- 15.52, 116 +-13.8 y 109.61 +- 12.27 respectivamente.

De los latidos recuperados en estos mismos lapsos de tiempo fueron 40.42 +- 11.78 en el primer minuto, 80.39+- 10.86 en el tercero y 87.61 +- 11.77 en el minuto 5. Encontramos una correlación significativa entre las tasas de recuperación en todas las fases (Minutos 1, 3 y 5) y el consumo de oxígeno  $r=.162$   $p=.003$ ,  $r=.174$   $p=.001$  and  $r=.16$   $p=.003$  respectivamente, Hubo también una correlación significativa entre el consumo de oxígeno máximo y el número de latidos recuperados en el primer ( $r= - 0.128$ ,  $p = 0.018$ ) y el tercer minuto ( $r=-0.121$ ,  $r=0.026$ ).

## Discusión

Junto a estudios previos(26,27), nuestros hallazgos proveen datos de referencia de nuestra población de jugadores masculinos de soccer acerca de sus frecuencias cardiacas de recuperación.

Aunque débil, se encontró una relación positiva entre los valores de frecuencia cardiaca de recuperación y el consumo de oxígeno máximo, que puede ser explicada por una mayor frecuencia cardiaca máxima obtenida durante la prueba de esfuerzo

Nuestros hallazgos orientan a pensar que el consumo de oxígeno parece ser un determinante de la frecuencia de recuperación durante las fases tempranas de esta, sin embargo, coexiste con otros factores en la respuesta final.

## **CAPITULO II: Introducción**

### **2.1 Valoración funcional en el futbol**

**La valoración fisiológica en el soccer se refiere a las mediciones anatómicas, fisiológicas y bioquímicas de los cambios alcanzados por el entrenamiento (1) . Se utiliza para obtener información relevante de cambios aeróbicos y anaeróbicos que el entrenamiento provee (2), por medio de distintos test como la pruebas de esfuerzo (3).**

### **2.2 Pruebas de esfuerzo.**

**La prueba de esfuerzo provee de información diagnostica y pronostica, una de ellas siendo la respuesta de la frecuencia cardiaca al ejercicio (4). Se han hecho estudios acerca del valor predictivo de la respuesta cronotrópica durante el ejercicio en patología cardiovascular (5) y su relación con la mortalidad cardiovascular. (6,7)**

**Ellestad encontró que pacientes con incompetencia cronotrópica durante una prueba de esfuerzo, pero con segmentos ST normales tenían la misma incidencia de eventos coronarios que aquellos con una prueba de esfuerzo positiva.(8)**

**Cole et al introdujeron el concepto de la frecuencia cardiaca de recuperación posterior al esfuerzo físico como un predictor de mortalidad en 1999, bajo la consideración que esta representaba la reactivación del sistema nervioso**



-parasimpático (9) y sabiendo que un incremento de la actividad simpática en el corazón era arritmogénica y la terapia con beta bloqueadores y la actividad parasimpática contrarrestaba este efecto (10)

### 2.3 Frecuencia cardiaca en recuperación.

La frecuencia cardiaca en recuperación se ha investigado en pacientes con distintas patologías.

Nishime et al. Condujeron un estudio prospectivo con una media de seguimiento de 5.2 años en los cuales evaluaron el valor predictivo de ciertos parámetros medidos en una prueba de esfuerzo en la mortalidad. Este estudio uso el valor de 12 o menos latidos recuperados posterior al primer minuto de una prueba de esfuerzo como valor de corte para considerar una respuesta cronotrópica en recuperación anormal. En el se encontró que la presencia de alteraciones en la recuperación de la frecuencia cardiaca se asociaba con mortalidad (8% contra 2% en personas con respuesta normal) y clasifico a la respuesta de recuperación como un predictor fuerte e independiente de mortalidad en general. (11)

Maeder et al estudiaron la relación en apnea obstructiva del sueño y la frecuencia de recuperación, con el trasfondo de que la primera se asocia usualmente a alteraciones metabólicas y disautonómicas. En este estudio encontraron asociación independiente entre el índice apnea-hipopnea y una menor cantidad de latidos recuperados al primer minuto durante una prueba de esfuerzo.(12)

Phan et al encontró que en pacientes con insuficiencia cardiaca con fracción de eyección de ventrículo izquierdo preservada, la respuesta cronotrópica durante el ejercicio y las frecuencias de recuperación se encontraban alteradas (13)

Sydó et al encontraron que las alteraciones en la recuperación eran más frecuentes en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2 que en pacientes controles sanos. (14)

#### **2. 4 Frecuencia cardiaca de recuperación y capacidad física.**

La tasa de recuperación de la frecuencia cardiaca posterior al ejercicio se usa usualmente como indicador de capacidad física(15). Pacientes con mejor capacidad física presentan mejores tasas de recuperación de la frecuencia cardiaca (16), resultado de la activación vagal (17) . Esto respuesta parece ser afectada por la capacidad física de los pacientes y no ser afectada por la variabilidad de la frecuencia cardiaca encontrada con la edad.(18)

#### **2.5 Determinantes fisiológicos de la frecuencia cardiaca en recuperación**

En la inactividad posterior al ejercicio, uno de los primeros mecanismos es el cese del estímulo cortical, responsable inicial de la caída inicial de la frecuencia cardiaca. (19)



Entre otros mecanismos existe la eliminación de catecolaminas y metabolitos o cambio en la estimulación de mecanorreceptores y baroreceptores. Es por eso por lo que se considera la estimulación parasimpática como el principal mecanismo que afecta la frecuencia cardiaca en la recuperación.

(20)

Javorka et al relacionaron la variabilidad de la frecuencia cardiaca, este siendo un reflejo de actividad parasimpática y la frecuencia cardiaca antes y después del ejercicio, encontrando relación de estos dos parámetros solo en las frecuencias después del esfuerzo.(21)

## 2.6 Justificación

Hay pocos estudios que correlacionan las tasas de recuperación y el gold estándar de la capacidad física que es el consumo de oxígeno(22,23) y pocos que describan los valores encontrados de estas tasas en jugadores profesionales de futbol soccer.

### CAPITULO III: Objetivos

**1.- Describir la tasa de recuperación cardiaca en jugadores profesionales de futbol soccer.**

**Objetivos secundarios.**

**1.- Correlacionar las cifras de recuperación cardiaca encontradas en jugadores profesionales y su consumo de oxigeno.**

## CAPITULO IV: Material y Métodos

Identificamos pacientes retrospectivamente del 1 de enero de 2012 al 31 de diciembre de 2014 que acudieron a valoración de capacidad física y salud con prueba de esfuerzo máxima, en el Departamento de Medicina de Deporte y Rehabilitación del Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González” en Monterrey Nuevo León, utilizando la base de datos del departamento.

Se incluyeron pacientes masculinos que pertenecen al equipo Tigres de la Universidad Autónoma de Nuevo León, sin distinción de edad.

Se considero criterio de exclusión la presencia de datos incompletos.

### Datos clínicos

Se recopilaron datos clínicos y antropométricos de los pacientes incluidos en el estudio. Entre estos se encontraba edad, división, posición en el deporte y datos de la composición corporal tales como talla, peso e Índice de Masa Corporal

### Protocolo de prueba de esfuerzo y datos.

Se realizan pruebas de esfuerzo máximas de rutina para jugadores de futbol soccer usando el protocolo de Kindermann<sup>(24)</sup>, un protocolo de carga de trabajo incremental realizado en banda sinfín, con etapas de duración de 3 minutos, con 30 segundos de recuperación entre etapa, una velocidad inicial de 6 km/h e incrementos de 2 km/h cada etapa, a una inclinación del 5 %. La prueba se realiza en una banda sinfin marca NORAMCO Supertread 4600 (Fig. 1) La frecuencia cardiaca y cambios



electrocardiográficos se monitoriza durante todo el test utilizando un sistema Mortara. (Fig.2)



Fig. 1 Banda NORAMCO ST4600





**Fig. 2 Equipo Mortara para pruebas de esfuerzo.**

**El consumo de oxígeno máximo se estima utilizando la fórmula de Pugh(25) que la estima basado en el costo energético de la carrera.**

**En los registros de la prueba de esfuerzo, se documenta la frecuencia cardiaca al reposo, la frecuencia cardiaca máxima estimada y la frecuencia cardiaca máxima alcanzada, la frecuencia de recuperación al primer, tercer y quinto minuto posterior a la prueba máxima, el consumo de oxígeno calculado y la diferencia entre la frecuencia cardiaca máxima y las frecuencias de recuperación para obtener la cantidad de latidos recuperados.**

## **Análisis Estadístico y calculo de muestra.**

**Se realizó un cálculo de tamaño de muestra según la fórmula de estimación de la media para poblaciones infinitas de disminución de latidos por minuto al primer minuto de la etapa de recuperación en una población de futbolistas sometidos a una prueba de esfuerzo máxima, con una desviación estándar de la población de 13, una precisión de  $\pm 2$  y una confianza unilateral del 99% se requieren al menos 230 sujetos de estudio**

**La distribución libre de la muestra se corroboró usando la prueba de Kolmogorov-Smirnov. La correlación entre edad, consumo de oxígeno y las tasas de recuperación de frecuencia cardiaca se determinó usando la correlación de Spearman.**

## CAPITULO V: Resultados

### Datos clínicos

Identificamos 342 resultados de pruebas de esfuerzo máxima que cumplían los criterios desde el 2012 al 2014. La edad promedio de los pacientes al momento de la prueba fue  $19.3 \pm 4.6$ . Las medias de las medidas antropométricas de la población fueron  $69.81 \pm 8.41$  para el peso,  $1.76 \pm 0.06$  para la altura y  $22.94 \pm 1.86$  para el índice de masa corporal. Estos valores se resumen en la Tabla 1.

	Media (n=342)
Edad	$19.21 (\pm 4.48)$
Peso	$69.18 (\pm 8.41)$
Altura	$1.76 (\pm 0.06)$
IMC	$22.94 (\pm 1.86)$

Tabla 1. Características clínicas de la población.

### Parámetros de la prueba de esfuerzo.

Las medias de los parámetros de prueba de esfuerzo fueron de  $58 \pm 9.33$  para la frecuencia cardiaca en reposo,  $54.81 \pm 2.02$  para el consumo de oxígeno relativo calculado, y  $197.23 \pm 9.71$  para la frecuencia cardiaca máxima alcanzada durante la prueba.



### Frecuencias de recuperación

Las medias de las frecuencias cardiacas de recuperación al minuto 1, 3 y 5 fueron de 156.81  $\pm$  15.52, 116  $\pm$  13.8 y 109.61  $\pm$  12.27 respectivamente.

De los latidos recuperados en estos mismos lapsos de tiempo fueron 40.42  $\pm$  11.78 en el primer minuto, 80.39  $\pm$  10.86 en el tercero y 87.61  $\pm$  11.77 en el minuto 5. Esta información se resume en la tabla 2.

	Mean (n=342)
VO2Max	54.83 ( $\pm$ 2.02)
FC en reposo	58.42 ( $\pm$ 9.33)
FCM	197.23 ( $\pm$ 9.71)
FC en recuperación (1 Min)	156.81 ( $\pm$ 15.52)
FC en recuperación (3 Min)	116.84 ( $\pm$ 13.80)
FC en recuperación (5 Min)	109.61 ( $\pm$ 12.27)
Latidos recuperados (1 Min)	40.42 (11.78)
Latidos recuperados (3 Min)	80.39 (10.86)
Latidos recuperados (5 Min)	87.61 (11.77)

Tabla 2. Parámetros medidos en la prueba de esfuerzo.

Las figuras 3, 4 y 5 esquematizan la distribución de los latidos recuperados al primer, tercer y quinto minuto. La figura 6 esquematiza la distribución del consumo de oxígeno relativo en la muestra.



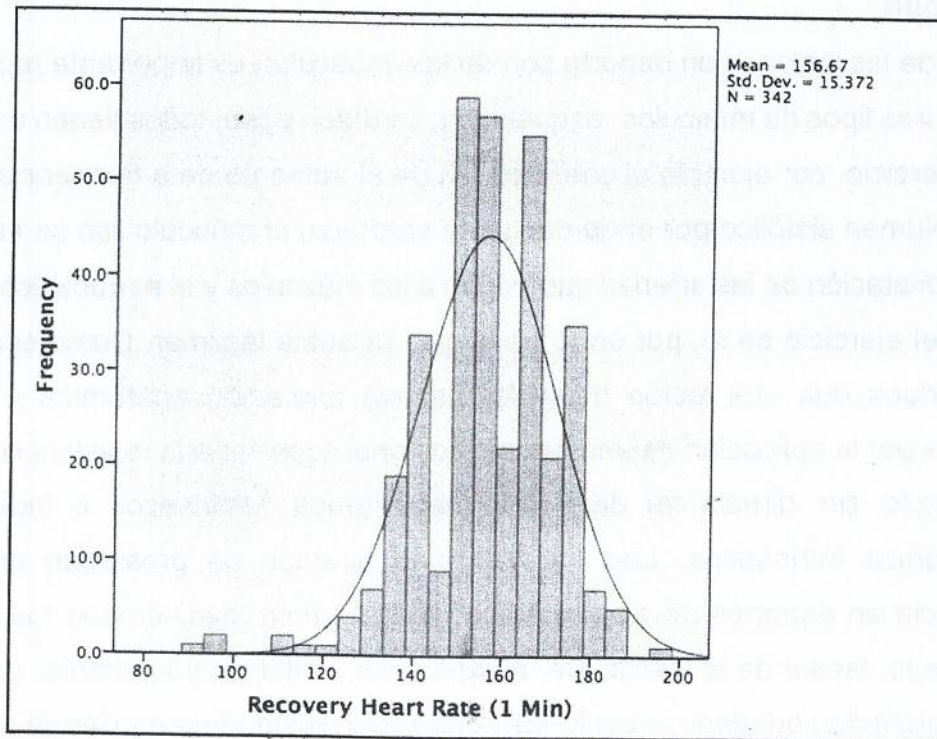


Fig. 3 Distribución de latidos recuperados al Minuto 1

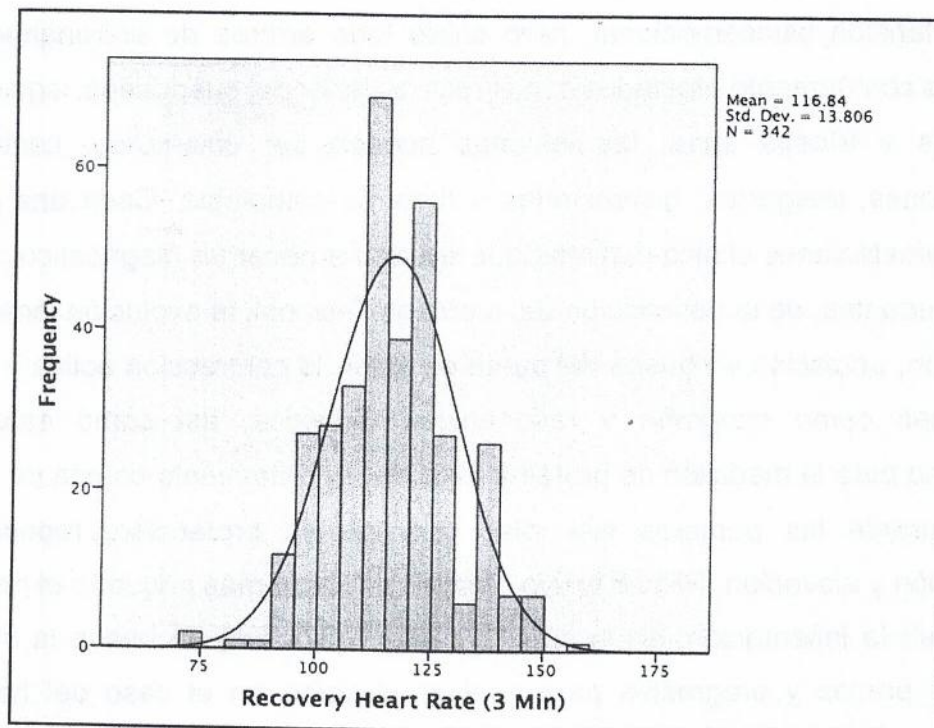


Fig. 4 Distribución de latidos recuperados al Minuto 3

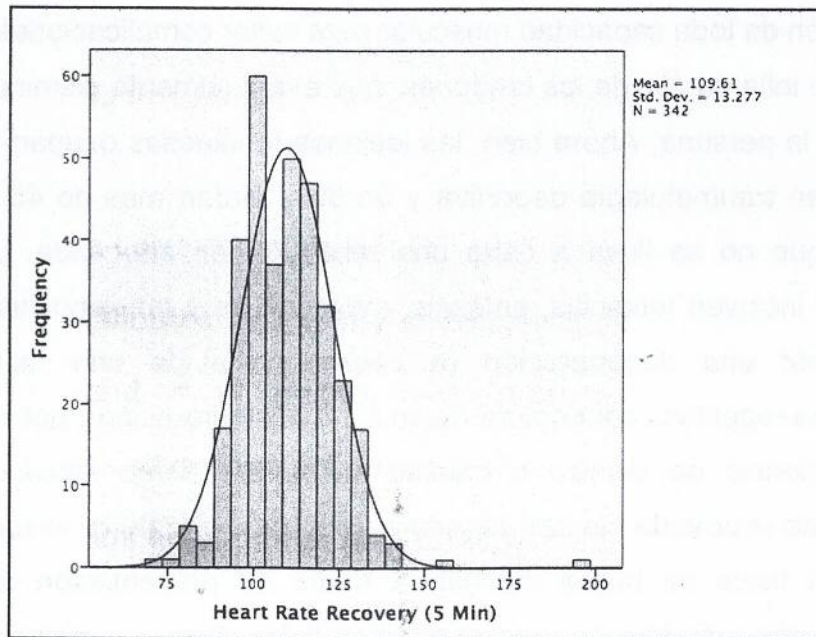


Fig. 5 Distribución de latidos recuperados al Minuto 5

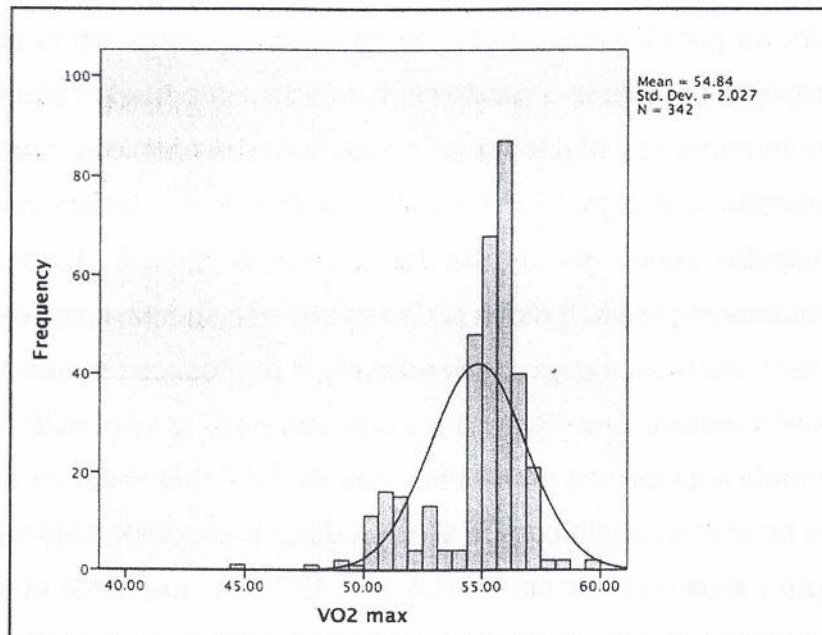


Fig. 6 Distribución de valores de Vo2 Max



### Frecuencia cardiaca de recuperación y consumo de oxígeno.

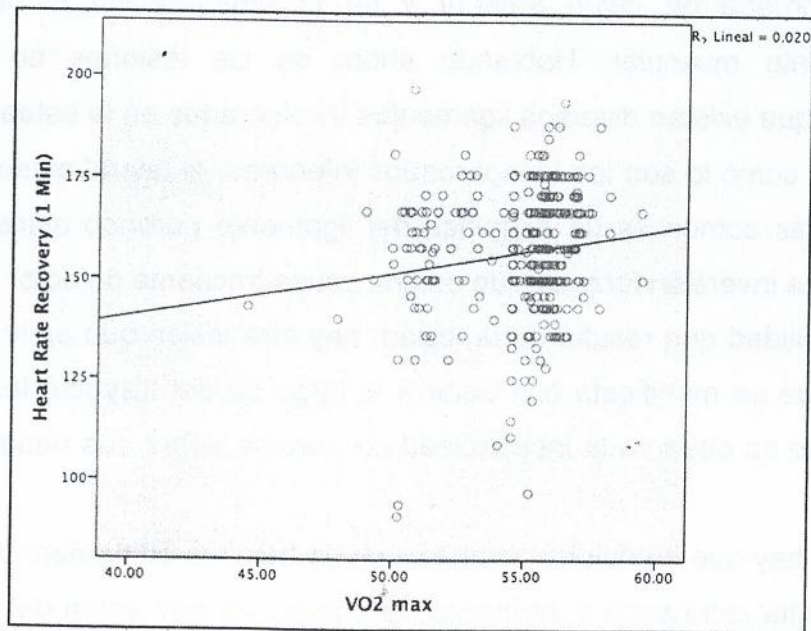
La rho de Spearman fue usada para determinar la correlación entre la tasas de recuperación de la frecuencia cardiaca, los latidos recuperados y el consumo de oxígeno.

Encontramos una correlación significativa entre las tasas de recuperación en todas las fases (Minutos 1, 3 y 5) y el consumo de oxígeno  $r=.162$   $p= .003$ ,  $r=.174$   $p=.001$  and  $r=.16$   $p=.003$  respectivamente, Hubo también una correlación significativa entre el consumo de oxígeno máximo y el número de latidos recuperados en el primer ( $r= - 0.128$ ,  $p = 0.018$ ) y el tercer minuto ( $r=-0.121$ ,  $r=0.026$ ). La tabla 3 resume los hallazgos de correlación y se esquematiza en las figuras.

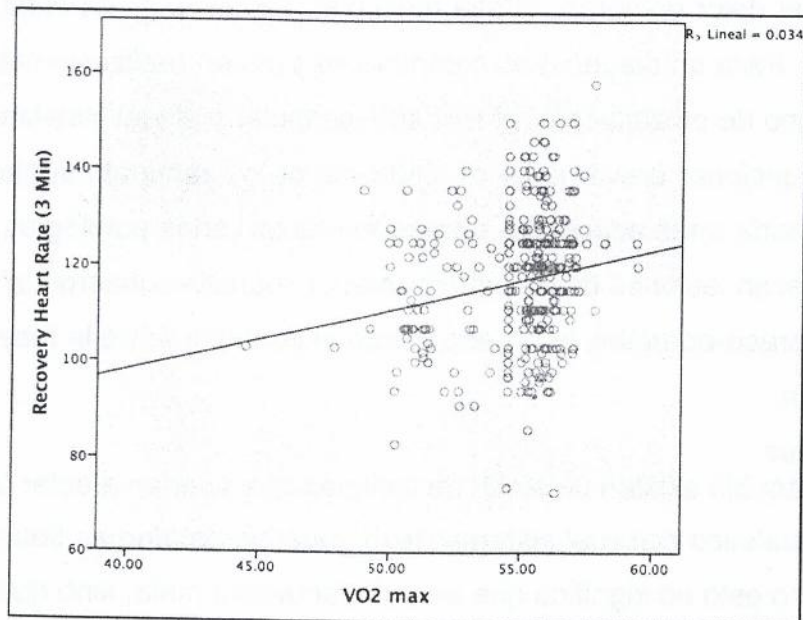
	VO2 max	Sig
FC Recuperación (Minuto 1)	0.173	0.001
FC Recuperación (Minuto 3)	0.174	0.001
FC Recuperación (Minuto 5)	0.151	0.005
Latidos recuperados (Minuto 1)	-0.141	0.009
Latidos recuperados (Minuto 3)	-0.121	0.026
Latidos recuperados (Minuto 5)	-0.073	0.175

Tabla 3. Correlación entre frecuencias de recuperación, latidos recuperados y consumo de oxígeno.

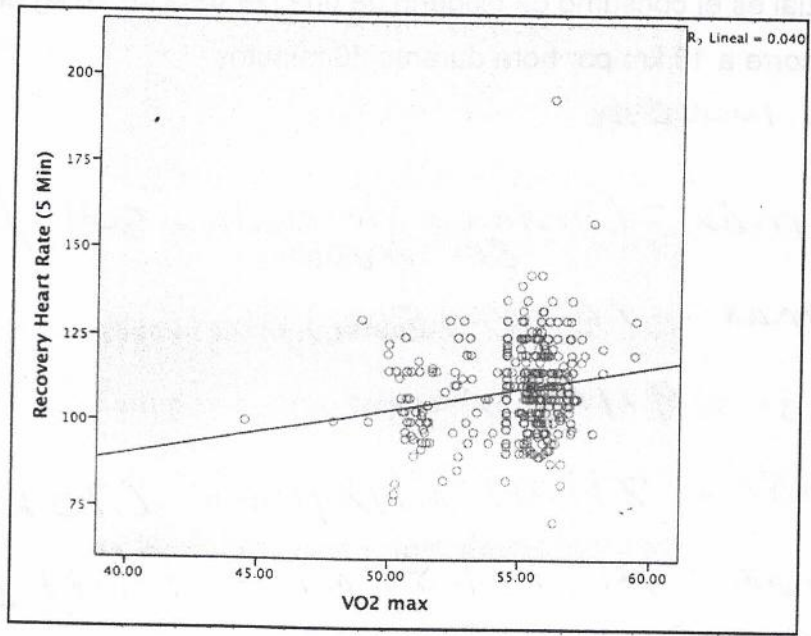




**Fig. 7** Correlación entre la frecuencia de recuperación al primer minuto y el consumo de oxígeno.



**Fig. 8** Correlación entre la frecuencia de recuperación al tercer minuto y el consumo de oxígeno.



**Fig. 9** Correlación entre la frecuencia de recuperación al quinto minuto y el consumo de oxígeno.

## CAPITULO VI: Discusión

Junto a estudios previos(26,27), nuestros hallazgos proveen datos de referencia de nuestra población de jugadores masculinos de soccer acerca de sus frecuencias cardiacas de recuperación.

Aunque débil, se encontró una relación positiva entre los valores de frecuencia cardiaca de recuperación y el consumo de oxigeno máximo, que puede ser explicada por una mayor frecuencia cardiaca máxima obtenida durante la prueba de esfuerzo, contrario a la creencia que a valores mayores de consumo máximo de oxígeno, se encontrarían menores valores de la frecuencia cardiaca de recuperación.

En la literatura se pueden encontrar tanto estudios que atribuyen la primera respuesta de la recuperación de la frecuencia cardiaca a la reactivación del tono vagal (28,29) y la ultima parte al retiro de la respuesta simpática asi como estudios que dicen que la respuesta exponencial a la desaceleración cardiaca es debido al sistema parasimpático(30)

Existe evidencia de que la respuesta de la frecuencia cardiaca a los tres minutos podría ser la más relacionada con la capacidad física representada por el consumo máximo de oxígeno. (31)

Nuestros hallazgos orientan a pensar que el consumo de oxigeno parece ser un determinante de la frecuencia de recuperación durante las fases tempranas de esta, sin embargo, coexiste con otros factores en la respuesta final.



## CAPITULO VII: Anexos

### 7.1 HOJA DE REÇOPILACION DE DATOS PRUEBA DE ESFUERZO

Nombre 0 Fecha 00/01/1900 Deporte 0  
 Fecha de Nacimiento 00/01/1900 Edad: 0 Sexo: 0  
 Peso: KG          Talla cm:         

**PLICOMETRÍA:**

Biceps:          Triceps:          Subescapular:           
 Crestalilaca:          Supraespinal:          Pantorrilla medial           
 % De Grasa actual: 19.24

**CIRCUNFERENCIAS:**

Bicipital:          cm. Pantorrilla:          cm.

**DIÁMETROS**

Húmero: 0.0 Fémur:           
 Somatotipo:          IMC: #|VALORI  
 Endo: #|VALORI Meso: #|VALORI Ecto: #|VALORI  
 X: #|VALORI Y: #|VALORI

**FLEXIBILIDAD:**

MIN	T.A.S.	T.A.D.	F.C.
1			
3			
5			

ND: No Disponible

Velocidad Máxima.	<u>16.00</u>	VO <sub>2</sub> Absoluto.	<u># VALORI</u>	T 1 Km	<u>0:5:21</u>
Velocidad al 70%	<u>11.2</u>	VO <sub>2</sub> Relativo.	<u>54.51</u>	T 3 Km	<u>0:16:4</u>
		VO <sub>2</sub> Al 70%.	<u>38.15</u>	T 5 Km	<u>0:26:47</u>

## CAPITULO VIII: Bibliografía

1. A V, M V. Nature of training effects. In: Exercise and Sports Science. 2000. p. 67–95.
2. Impellizzeri FM, Rampinini E, Marcora SM. Physiological assessment of aerobic training in soccer. J Sports Sci [Internet]. 2005;23(6):583–92. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16195007>
3. Maud PJ. Physiological Assessment of Human Fitness. Human Kinetics; 2006. 132 p.
4. Kligfield P, Lauer MS. Exercise electrocardiogram testing: Beyond the ST segment. Circulation. 2006;114(19):2070–82.
5. Dr.Jagnyaseni Panda1. A Study of Heart Rate Recovery Following Exercise in Healthy \nYoung Adult Male\n. IOSR J Sport Phys Educ [Internet]. 2014;1(6):30–2. Available from: <http://www.iosrjournals.org/iosr-jspe/papers/vol1-issue6/I0163032.pdf>
6. Sandvik L, Erikssen J, Ellestad M, Erikssen G, Thaulow E, Mundal R, et al. Heart rate increase and maximal heart rate during exercise as predictors of cardiovascular mortality: a 16-year follow-up study of 1960 healthy men. Coron Artery Dis [Internet]. 1995;6(8):667–79. Available from: <http://eutils.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/eutils/elink.fcgi?dbfrom=pubmed&id=8574463&retmode=ref&cmd=prlinks%5Cnpapers2://publication/uuid/755A673C-76F8-4906-B05A-9DE133580C40>
7. Sydó N, Sydó T, Gonzalez Carta KA, Hussain N, Farooq S, Murphy JG, et al. Prognostic Performance of Heart Rate Recovery on an Exercise Test in a Primary Prevention Population. J Am Heart Assoc [Internet].

- 2018;7(7):e008143. Available from:  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29581219><http://jaha.ahajournals.org/lookup/doi/10.1161/JAHA.117.008143>
8. Ellestad MH, Wan MK. Predictive Implications of Stress Testing. *Circulation*. 1975;51(February):363–70.
  9. Cole CR, Blackstone EH, Pashkow FJ, Snader CE, Lauer MS. Heart-Rate Recovery Immediately after Exercise as a Predictor of Mortality. *N Engl J Med* [Internet]. 1999;341(18):1351–7. Available from:  
<http://www.nejm.org/doi/abs/10.1056/NEJM199910283411804>
  10. Barron H V., Lesh MD. Autonomic nervous system and sudden cardiac death. *J Am Coll Cardiol*. 1996;27(5):1053–60.
  11. Nishime EO, Cole CR, Blackstone EH, Pashkow FJ, Lauer MS. Heart rate recovery and treadmill exercise score as predictors of mortality in patients referred for exercise ECG. *JAMA* [Internet]. 2000;284(11):1392–8. Available from:  
<http://eutils.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/eutils/elink.fcgi?dbfrom=pubmed&id=10989401&retmode=ref&cmd=prlinks%5Cnpapers2://publication/uuid/4EA51D98-3CFA-406D-9660-F5254642E1B7>
  12. Maeder MT, Münzer T, Rickli H, Schoch OD, Korte W, Hürrny C, et al. Association between heart rate recovery and severity of obstructive sleep apnea syndrome. *Sleep Med*. 2008;9(7).
  13. Phan TT, Shivu GN, Abozguia K, Davies C, Nassimizadeh M, Jimenez D, et al. Impaired heart rate recovery and chronotropic incompetence in patients with heart failure with preserved ejection fraction. *Circ Hear Fail*.



- 2010;3(1):29–34.
14. Sydó N, Sydó T, Merkely B, Carta KG, Murphy JG, Lopez-Jimenez F, et al. Impaired Heart Rate Response to Exercise in Diabetes and Its Long-term Significance. *Mayo Clin Proc.* 2016;91(2):157–65.
  15. Chorbajian T. Normographic approach for the estimation of heart rate recovery time after exercise. *J Appl Physiol.* 1971;31:962–4.
  16. Imai K, Sato H, Hori M, Kusuoka H, Ozaki H, Yokoyama H, et al. Vagally mediated heart rate recovery after exercise is accelerated in athletes but blunted in patients with chronic heart failure. *J Am Coll Cardiol.* 1994;24(6):1529–35.
  17. Morise AP. Heart rate recovery: Predictor of risk today and target of therapy tomorrow? *Circulation.* 2004;110(18):2778–80.
  18. Pollock ML, Foster C, Knapp D, Rod JL, Schmidt DH. Effect of age and training on aerobic capacity and body composition of master athletes.
  19. Carter R, Watenpaugh DE, Wasmund WL, Wasmund SL, Smith ML. Muscle pump and central command during recovery from exercise in humans. *J Appl Physiol [Internet].* 1999;87(4):1463–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10517779>
  20. Shephard R. *Exercise Physiology.* Philadelphia, PA, USA.: B.C. Decker Inc.; 1987.
  21. Javorka M, Zila I, Balhárek T, Javorka K. Heart rate recovery after exercise: relations to heart rate variability and complexity. *Brazilian J Med Biol Res [Internet].* 2002;35(8):991–1000. Available from: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-)

879X2002000800018&lng=en&tlng=en

22. Niebauer J. Cardiac Rehabilitation Manual. Springer International Publishing; 2017.
23. Hollman W, Hettinger T. Sportmedizin. Grundlagen für Arbeit, Training und Präventivmedizin, völlig neu bearbeitete und erweiterte Auflage, vol. 4. Schattauer, editor. Stuttgart/New York; 2000.
24. Kindermann W, Simon G, Keul J. The significance of the aerobic-anaerobic transition for the determination of work load intensities during endurance training. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1979;
25. Pugh LGCE. Oxygen intake in track and treadmill running with observations on the effect of air resistance. *J Physiol*. 1970;
26. Watson AM, Brickson SL, Prawda ER, Sanfilippo JL. Short-Term Heart Rate Recovery is Related to Aerobic Fitness in Elite Intermittent Sport Athletes. *J Strength Cond Res*. 2017;31(4):1055–61.
27. Klemp A, Blanco R, Dolan C, Quiles JM, Krahwinkel AJ, Zoeller RF, et al. Is Heart Rate Recovery Independently Related to Aerobic Fitness Among Elite Athletes? Andrew Watson, Brickson Stacey, Evan Prawda, Jennifer Sanfilippo. University of Wisconsin - Madison, Madison, WI. Two Volume- Equated Daily Undulating Periodization. (VI):839.
28. Coote JH. Recovery of heart rate following intense dynamic exercise. *Experimental Physiology*. 2010.
29. Perini R, Orizio C, Comandè A, Castellano M, Beschi M, Veicsteinas A. Plasma norepinephrine and heart rate dynamics during recovery from submaximal exercise in man. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1989;

30. **Savin WM, Davidson DM, Haskell WL.** Autonomic contribution to heart rate recovery from exercise in humans. *J Appl Physiol.* 1982;
31. **Vicente-Campos D, López AM, Nuñez MJ, Chicharro JL.** Heart rate recovery normality data recorded in response to a maximal exercise test in physically active men. *Eur J Appl Physiol.* 2014;114(6):1123–8.