



FACULTAD DE ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTE

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

*“Escala de Percepción Subjetiva del Esfuerzo y su Aplicación con Especial
Enfoque hacia el Control del Entrenamiento de Fuerza en Fútbol”*

Alumno: Adrián Vaccarini

Legajo: 12.995

Año: 2019

adrianvaccarini@gmail.com



Contenido

Resumen	4
Palabras Claves:	5
1. Primera Parte:	6
1.1. <i>Delimitación Conceptual del Objeto de Estudio</i>	6
1.2. Introducción	6
1.3. <i>Antecedentes</i>	8
1.4. Problema de Investigación	13
1.5. Relevancia	13
1.5.1. <i>Relevancia Social</i>	13
1.5.2. <i>Relevancia Cognitiva</i>	14
1.6. Propósitos	16
1.7. Marco Teórico.	17
1.7.1. Capítulo I Fundamentos Básicos: Percepción del esfuerzo	17
1.7.1.1. ¿Qué es una escala de Percepción Subjetiva?	17
1.7.2 Capítulo II Fundamentos Básicos sobre la fuerza	25
1.7.2.1 Concepto de fuerza en el entrenamiento	25
1.7.2.2 Reclutamiento de unidades motoras y Velocidad de ejecución	27
1.7.2.2.1 Relación de la activación de las unidades motoras (UM) y la velocidad de ejecución	29
1.7.2.3 Manifestaciones aplicadas para el diseño de los entrenamientos de la fuerza.	36
1.7.2.4 Control del desplazamiento con Encoder Rotatorio.	38
1.7.2.4.1 Descripción de las variables posibles.	40
1.7.3 Capítulo III Fundamentos Específicos: Enfoque Psicológico y Fisiológico	44
1.7.3.1 Enfoque Psicológico	44
1.7.3.2 Enfoque Fisiológico	48
1.7.4. Capítulo IV Utilización: Beneficios y Alcances	54
1.7.4.1 Beneficios	54
1.7.4.2 Alcances	59
1.7.4.2.1 Como control de ejercicio	60
1.7.4.2.1.1. Repeticiones y RPE	60
1.7.4.2.1.2. Repeticiones en reserva	61
1.7.4.2.1.3 Escala de Velocidad	65
1.7.4.2.2. Controlar efecto global de una sesión	68
1.7.4.2.3. Como herramienta de periodización	72
1.7.5 Utilización Capítulo V: Como herramienta en la práctica diaria	73



1.7.5.1 Aplicación	73
1.7.5.2. Recomendaciones	77
1.8. Objetivos	80
1.8.1. Generales	80
1.8.2. Específicos	80
1.9. Hipótesis	81
2. Segunda parte: Materiales y Método. Instancia de Validación Empírica	81
2.1. Tipo de Diseño y Tipo de Estudio	81
2.2. Matriz de Datos	82
2.3. Fuente de Datos	82
2.4. Universo y Muestra	82
2.5. Instrumentos de Recolección de Datos	83
2.6. Plan de actividades en Contexto	85
2.6.1. Plan de Tratamiento y Análisis de Datos	88
2.6.1.2 Análisis de los datos	88
3. Tercera Parte: Análisis y Conclusiones	90
3.1. Exposición de Datos	90
3.1.1. Sobre el grupo (AcP.C.) se realizaron las siguientes pruebas	90
3.1.2. Sobre el grupo (AsP.C.) se realizaron las siguientes pruebas	96
3.1.3 Comparación entre los cálculos porcentuales de 1RM con y sin inclusión de peso corporal	101
3.1.4 Comparación entre el (B) y (A1)	102
3.1.4.1 Comparación con Peso Corporal incluido	102
3.1.4.2 Comparación sin Peso Corporal incluido	105
3.2. Análisis e interpretación de los Datos	108
3.3. Discusión y perspectiva de la investigación	111
3.4. Conclusiones	116
4. Referencias	117



Resumen

El objetivo de esta investigación ha sido tratar de aportar una variante sobre el uso de la escala de Borg CR10, al asociar la percepción subjetiva del esfuerzo con el porcentaje teórico de 1RM que corresponde para esa sobrecarga en sentadilla 90° solicitada con el mayor impulso posible para cada carga. Establecer si existen diferencias al tener experiencia o no en el uso de la escala en un test incremental y ver el comportamiento con y sin inclusión del peso corporal, todo esto evaluado en un contexto real del fútbol profesional. La muestra se dividió en 2 grupos: Los que fueron evaluados utilizando escala de Borg CR10 por primera vez: (A): n°56; edad 24,18 con un desvío de 5,14; y un peso corporal de 76,96 con un desvío de 7,95, y los jugadores que realizaban la evaluación por segunda vez con escala de Borg CR 10, (B): n°21; edad 26,53 con un desvío de 5,33; y un peso corporal de 80,0 con un desvío de 6.66. Se realizaron pruebas de Kolmogorov-Smirnov, Shapiro-Wilk para el total de los datos. La correlación entre la modificación de los valores porcentuales y los valores de la escala con peso corporal fue $r= 0.94$ y sin peso corporal $r= 0.95$ ambas significativas $p<0.05$, se observan diferencias con un nivel de significancia de $p<0.01$ y $p<0.05$ entre los valores porcentuales encontrados. La correlación entre los evaluados por primera y segunda vez $r: 0.99$ con una significancia de $p<0.05$, con un ICC 0.99, tanto el acuerdo absoluto, como para la consistencia, $p<0.001$, con y sin peso corporal, con un intervalo de confianza al 95% (0.979 y 0.999; 0.99 y 0.999, con y sin peso corporal respectivamente. Se agregan pruebas de Bland-Altman que confirman lo encontrado.

La escala de Borg CR10 es una herramienta válida para estimar con un alto grado de precisión los diferentes valores porcentuales de 1RM en una Sentadilla 90° barra libre (BL) solicitada con el mayor impulso posible para cada carga, con y sin inclusión del peso corporal. Se presentan diferencias significativas en los valores porcentuales obtenidos de 1RM, con la inclusión del peso



corporal, comparada cuando no se incluye, a excepción del valor 10 cuando se lo comparó como muestras independientes. No se observan diferencias significativas entre los valores obtenidos entre los evaluados por primera vez, comparado con el grupo que la uso por segunda vez, indicando que el conocimiento previo no afectó a los valores obtenidos, mostrando a su vez tener fiabilidad para usar la escala en las condiciones planteadas. Confirmar la hipótesis planteada en un contexto real del fútbol profesional, permite generar una mayor posibilidad de transferencias al campo del entrenamiento diario.

Palabras Claves:

PSE (RPE)–porcentaje de 1RM – Control de Carga – Velocidad de Ejecución. Peso corporal y 1RM.



1. Primera Parte:

1.1. Delimitación Conceptual del Objeto de Estudio

- **Área Temática:** Ciencias de la Actividad Física y el Deporte.
- **Rama:** Entrenamiento Deportivo.
- **Tema:** Utilización de la escala de percepción subjetiva del esfuerzo (PSE) para el control y prescripción de los entrenamientos de fuerza en jugadores de fútbol profesional.

1.2. Introducción

La escala de PSE o RPE como su nombre lo indica es una herramienta “subjetiva” a partir de la cual, el sujeto que realiza la actividad indicará un valor en la misma brindando un parámetro de “carga interna” que percibe el propio sujeto en una actividad determinada, permitiendo, entre otras cosas, la estimación del valor porcentual de fuerza máxima en el cual se encuentra. El siguiente trabajo buscará desarrollar los alcances y el fundamento neurofisiológico que posee la PSE o RPE dando importantes argumentos científicos, para su utilización con una marcada orientación al entrenamiento de la fuerza para así poder desarrollar un estudio sobre la utilización de la PSE o RPE para el control y percepción de los entrenamientos de fuerza en jugadores de fútbol profesional teniendo en cuenta que la mayoría de los trabajos publicados fueron hechos en otro tipo de poblaciones.

Es decir que se intentará buscar la relación entre los valores porcentuales de fuerza partiendo de 1RM y los valores de percepción en la escala CR10 de Borg. A la vez de comparar los datos obtenidos entre futbolistas que tengan más de una prueba realizada, con escala de PSE o RPE y los que no. Las principales diferencias con trabajos ya publicados, siendo el leitmotiv para



este trabajo de investigación, es la realización con futbolistas profesionales en un contexto de trabajo real, y por otro lado, la solicitud de un impulso máximo para cada serie, realizando la máxima velocidad de ejecución posible, con un rango de repeticiones mayor, para cargas medias y bajas principalmente, a las realizadas por otros trabajos, permitiendo una mayor transferencia al campo del entrenamiento, ya que las investigaciones revisadas realizan de 1 a 3 repeticiones. Por ende, el valor de la Escala se modifica al realizar más repeticiones o de lo contrario, tendría el jugador que parar en ese rango de repeticiones para poder registrar el valor o percibir la carga mientras realiza la serie, o tener 2 valores de percepción el de inicio y el final de la serie, lo cual es poco eficiente con un plantel completo y varios ejercicios por controlar. Por lo tanto, se evaluará la sentadilla solicitando el impulso máximo, pudiendo ver si la misma puede modificar los valores de percepción. Para los sujetos que serán evaluados por primera vez con escala de PSE o RPE, no se realizará la prueba desde el aumento de porcentajes preestablecidos, sino que se realizará un protocolo incremental (desconociéndose la fuerza máxima de los sujetos, en los trabajos anteriores se comenzaba con valores predeterminados). La otra variación importante respecto de otras investigaciones es que los cálculos de fuerza máxima se realizarán con la inclusión del peso corporal y se comparará con el cálculo realizado sin el peso corporal.



1.3. Antecedentes

En la búsqueda de antecedentes se indago sobre el estado de arte de dicho trabajo de investigación, se encontraron distintas investigaciones donde el primero pareció relevante fue el trabajo de Gearhart, et al. (2002) consistió en comparar la PSE o RPE con dos cargas diferentes de baja intensidad de 15 repeticiones al 30% de 1RM y 5 repeticiones al 90% de 1RM. La escala usada fue la de 15 puntos (6-20) de Borg y el registro se realizó al finalizar cada serie. Se realizaron 7 ejercicios diferentes, los que incluyen: Press de Banca, Press de Pierna, Despegues, Press de Tríceps, Curl de Bíceps, Press de Hombros y Gemelos. Las velocidades fueron entre “moderada a lenta”. La muestra fue de 20 estudiantes (10 varones y 10 mujeres) comprendidos entre los 19 a los 27 años. Los participantes reportaron entrenar 2 veces por semana con entrenamientos intensos, por lo menos con 3 semanas de anterioridad. Los resultados muestran que los incrementos de PSE o RPE en la comparación con los diferentes porcentajes fueron significativos ($P < 0,001$).

En un trabajo publicado por Alison Egan (2004) buscaron comparar la percepción subjetiva del esfuerzo, utilizando la escala de Borg CR10, la fuerza y la potencia, en el ejercicio sentadilla ante tres diferentes formas de ejecución (Métodos de entrenamiento). La muestra fue de 14 mujeres bien entrenadas, con una edad entre 18 a 24 años, todas estudiantes, a las cuales se les practicaron diferentes estudios de control médico y realizaron un plan de por lo menos 3 meses de acondicionamiento previo. El protocolo consistió en 3 tipos de entrenamiento: tradicional, súper lento y máximo para los cuales realizaron 6 series de 6 repeticiones, usando para el tradicional el 80% de 1RM, para la súper lenta el 55% de 1RM y para el máximo el 30% de 1RM. La percepción del esfuerzo se registró al final de cada serie y 30 minutos después de terminado el entrenamiento. Los resultados encontrados muestran que no hay diferencia significativa entre la toma del valor de PSE o RPE al finalizar la serie o 30' después de terminada la sesión. Se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$) en los registros PSE o RPE entre el entrenamiento máximo (30% 1RM)



con respecto a los otros dos. No encontraron diferencias significativas entre el entrenamiento súper lento (55% de 1RM) y tradicional (80% de 1RM). Es muy importante aclarar que el entrenamiento súper lento constaba de 10 segundos para realizar cada fase de movimiento (excéntrico, concéntrico) aumentando considerablemente el tiempo de trabajo, lo cual pudo explicar él porque no se registraron diferencias significativas a pesar de trabajar a porcentajes distintos con la misma cantidad de repeticiones.

Legally y Robertson (2006) buscaron comprobar cuál fue la relación entre el incremento de carga y el aumento de los valores de percepción subjetiva del esfuerzo en el siguiente trabajo de investigación “Construct validity of the OMNI resistance exercise scale”. Para esto utilizaron 2 tipos de escalas: Borg de 6-20 (como parámetro de medida) y la escala OMNI-RES (0-10) que hace referencia a la utilización de dibujos relacionados con los anclajes verbales, buscando convalidar esta última. La muestra fue de 40 sujetos que participaban en forma voluntaria los cuales estaban compuestos por 20 hombres y 20 mujeres con rangos comprendidos entre 19 a 25 años y 19 a 24 años respectivamente. Los sujetos informaban ser moderadamente entrenados o recreacionales. La investigación se desarrolló a partir de un test de extensión de rodilla en el cual se obtuvo la fuerza máxima, determinando 6 valores porcentuales: 50%, 60%, 70%, 80%, 90% de 1RM (Repetición máxima). Al final de cada serie se registraron los valores de las 2 escalas y cada una de ellas con objetivos distintos referidos a la percepción local o total. La velocidad de ejecución fue “de Moderada a Lento” (siempre dependiendo del ROM evaluado) de 70 beats/min. Los resultados encontrados muestran valores estadísticamente significativos ($p < 0,01$ y $p < 0,001$) que justifican la relación entre el incremento de la carga y el aumento de los registros de las diferentes escalas. Concluyen que la escala OMNI-RES es una herramienta válida para controlar el entrenamiento contra resistencias y que a partir de esta investigación se construye una nueva escala usando como control de medida la escala de 6-20.



Otro estudio realizado por Robertson (2008) muestra cómo se puede estimar la fuerza máxima desde la escala de percepción subjetiva del esfuerzo OMNI-RES (0-10), utilizando fórmulas de regresión lineal para ejercicios de extensión de rodilla y Curl de Bíceps. La muestra fue de 70 sujetos, 35 chicos y 35 chicas con un rango de edad de 10,8 a 13,2. Su participación fue voluntaria y se necesitó de una autorización médica para la participación de este estudio. La investigación se llevó a cabo en 2 sesiones diferentes. En la primera se realizaron estudios de composición corporal, se familiarizó a los participantes de la utilización de la escala y se calculó 1RM de forma unilateral para cada ejercicio. En la segunda sesión realizaban los diferentes ejercicios con un peso que estaba entre 30% a 50% de 1RM para ambos ejercicios en el cual realizaban una serie de 10 repeticiones por cada miembro, registrando al final de cada serie el valor de escala percibido. La velocidad de ejecución fue “moderada a lenta” en el que se empleaban 2 segundos para completar la repetición. Los resultados muestran que se puede predecir el nivel de fuerza máxima con una significación estadística ($P < 0,01$) y un coeficiente de correlación ($r = 0,87$ a $0,89$) muy elevado otorgando validez estadística. La conclusión es que el presente estudio otorga fórmulas, con resultados satisfactorios, que predicen el nivel de fuerza máxima en niños de 10 a 14 años. Presentándose una revisión sobre las diferentes variables a considerar para el control de la fuerza. Dentro de este, el autor presenta una descripción breve de un trabajo de investigación, en el cual se quiere demostrar como la valoración obtenida a través de la escala de percepción subjetiva del esfuerzo puede coincidir con la caída de potencia en un ejercicio determinado.

Naclerio, et al. (2011) realizó un trabajo que consistió en 11 sujetos varones estudiantes, entrenados en fuerza, a los cuales se los evaluó con 7 cargas distintas que iban del 30% al 100% de 1RM con 7 rangos entre 30%-40%; 40%-50%; 50%-60%; 60%-70%; 70%-80%; 80%-90% y >90%. El dato de 1RM fue tomado con anterioridad y la velocidad de ejecución fue la máxima posible ante cada sobrecarga evaluada. Cada toma se controlaba con un encoder rotatorio (Real



Power Globus) el cual permitió observar la caída de potencia para cada serie y peso. La percepción del esfuerzo se registró al inicio de la serie, repetición 1ª y 3ª, al caer la potencia un 10% y al finalizar la serie. Las conclusiones muestran, con un intervalo de confianza del 95%, que la caída de la potencia se relaciona con el aumento del valor de percepción subjetiva del esfuerzo dentro de la misma serie y a porcentajes distintos de trabajo. El ejercicio utilizado fue Press de banca.

En una investigación de Naclerio y Larumbe-Zabala (2016) analizaron la posibilidad de usar la velocidad de movimiento y la tasa de esfuerzo percibido como predictores de carga relativa en el ejercicio de sentadilla paralela (PSQ). Para determinar la velocidad de carga completa y la tasa de carga de las relaciones de esfuerzo percibidas, 290 atletas jóvenes entrenados en resistencia (209 hombres y 81 mujeres) realizaron una prueba de fuerza progresiva hasta el máximo de 1 repetición. Los modelos de regresión longitudinal se utilizaron para predecir la carga relativa de la velocidad promedio (AV) y la escala OMNI-RES 0-10, considerando los conjuntos como la variable relacionada con el tiempo. Se desarrollaron dos ecuaciones predictivas ajustadas a partir de la asociación entre la carga relativa y el AV o la tasa de esfuerzo percibido expresada después de realizar varias series de 1-3 repeticiones durante la prueba progresiva. Los 2 modelos resultantes fueron capaces de estimar la carga relativa con una precisión de 79 y 86% para el AV (carga relativa [% 1 repetición máxima, RM] = $120.15 - 83.54 [AV]$) y el esfuerzo (carga relativa [% 1RM] = $5.07 + 9.63 [tasa\ de\ esfuerzo\ percibido]$), respectivamente. La fuerte asociación entre la carga relativa con AV y la tasa de esfuerzo percibido respalda el uso de ambas variables predictivas para estimar el rendimiento de la fuerza en sentadilla paralela.

En otro trabajo realizado por Naclerio y Larumbe-Zabala (2018) analizaron la idoneidad de predecir la carga relativa levantada en el ejercicio de cargada de potencia a partir de la velocidad máxima de movimiento y el esfuerzo percibido. Para determinar la velocidad a plena carga y las



relaciones de esfuerzo percibidas por la carga, 154 atletas varones jóvenes entrenados en resistencia realizaron una prueba progresiva de 4 a 6 series hasta el máximo de una repetición. Se utilizaron modelos de regresión longitudinal para predecir la carga relativa a partir de la velocidad máxima y la escala OMNI-RES 0-10, tomando conjuntos como la variable relacionada con el tiempo. La carga asociada con la velocidad máxima y con los valores percibidos de la escala de esfuerzo expresados después de realizar 1 o 2 repeticiones, se utilizaron para construir dos ecuaciones predictivas ajustadas: $\text{Carga relativa} = 128.85 - 25.86 \times \text{velocidad máxima}$; y $\text{Carga relativa} = 31.10 + 7.26 \times \text{OMNI-RES } 0-10$ valor de escala. Aunque ambos modelos proporcionaron estimaciones efectivas de la carga relativa, el coeficiente de determinación (r^2) de la escala de esfuerzo percibido OMNI-RES fue mayor que cuando se usó el modelo de velocidad de movimiento pico (88% frente a 46%). Estos hallazgos resaltan la importancia del esfuerzo percibido para estimar el rendimiento de la fuerza en una cargada de potencia.

No se hallaron trabajos de investigación que puedan tener relación con el problema planteado en el presente trabajo.



1.4. **Problema de Investigación**

¿Qué comportamiento tiene la RPE o PSE medida con la escala de Borg CR10 con relación a los porcentajes de 1RM en una Sentadilla 90° barra libre (BL) solicitada con el mayor impulso posible para cada carga?

¿Qué diferencias existen al asociar valores porcentuales de 1RM a la escala de Borg CR10, con y sin la inclusión del Peso corporal?

¿Existen diferencias entre los valores porcentuales encontrados de 1RM asociados a un valor de la escala de Borg CR10, tomados por primera vez con dicha escala, comparados cuando se evaluó por segunda vez?

1.5. **Relevancia**

1.5.1. **Relevancia Social**

Referido a este punto Samaja (1993) habla de “problema real”, que se define como “el punto de conflicto, de anomalía, de desequilibrio que se ha gestado en la praxis social. Desde esta perspectiva el punto de mayor relación con el presente trabajo de investigación está dado por la posibilidad de extraer datos y criterios para el control y la individualización de las cargas en personas sedentarias de distintas edades. Izquierdo, (2007) recalca la importancia del entrenamiento de fuerza para toda la población, sea o no deportiva, para la mantención de la salud y la calidad de vida, es decir que el hecho de realizar actividades, donde exista como objetivo el desarrollo de la fuerza, hay que asociarlo claramente con la prevención, y no pensar solamente en el rendimiento. Es tan así, que en la actualidad los planes de rehabilitación cardiovascular incluyen planes de entrenamiento de fuerza.



Sin duda que esta problemática planteada para quienes tienen que convivir con la toma de decisiones diarias termina siendo un factor determinante para la obtención de las adaptaciones buscadas. La posibilidad de monitorear la sesión con tecnología no siempre es viable o accesible y no obstante la problemática hay que resolverla.

En la mayoría de los gimnasios del país no controlan las cargas individuales, generando en muchos casos inconformidad y malestar en las personas que practican una actividad pensando en su salud como meta primaria. Como consecuencia de esto sobreviene el abandono y el descuido de la persona.

Pensado en lo antes descrito, la Escala de Percepción Subjetiva del Esfuerzo, es una herramienta válida para controlar los entrenamientos de fuerza, consiguiendo de esta manera la individualización de sobrecargas sin la necesidad de test inviables para este tipo de población, permitiendo a las personas plantearse actividades alcanzables, corregibles durante el desarrollo de estas. De esta forma se reduce el riesgo de incurrir en errores en la administración de las cargas, que puedan generar dolores agudos o incluso lesiones y peor aún la deserción. Sin duda esta individualización permitirá un mayor desarrollo de los sujetos como así también un mayor interés y compromiso por la actividad. Es importante aclarar que el beneficio no está dado por la escala en sí misma, sino por la posibilidad de poder realizar un control y que este mejore la calidad de vida de las personas.

1.5.2. Relevancia Cognitiva

Un problema que enfrentan atletas, entrenadores de la fuerza e investigadores, es cómo monitorear la intensidad del entrenamiento (Foster, et al. 2004). El monitoreo de la carga e intensidad del ejercicio durante el entrenamiento con sobrecarga es una parte integral de cualquier



plan de ejercicio periodizado que pueda ser exitoso, ya que la cuidadosa manipulación de la intensidad, el volumen y los períodos de recuperación, es vital para obtener resultados óptimos (Foster, et al. (1996) y (2001), Foster, et al. 2004).

Se han propuesto diversos métodos que implican el cálculo de la intensidad y el volumen. Sin embargo, si bien se considera que la intensidad es una medida de cuán duro es un ejercicio o cuán dura es una sesión de entrenamiento, es decir que en un entrenamiento de fuerza la intensidad estará dada por la velocidad de ejecución y sobrecarga a vencer. Con respecto a la sesión de entrenamiento cuando se habla de volumen en el caso del entrenamiento de fuerza se lo expresa en tonelaje. Es necesario a la vez considerar otros factores tales como los períodos de recuperación entre series o el número de repeticiones completados por serie. La combinación de todos estos factores impactará en la percepción de los atletas respecto de cuán duro resulta el ejercicio (Foster, et al. 2004). Basándose en esta necesidad y pensando en soluciones prácticas la escala de PSE o RPE toma un valor casi esencial para cualquier entrenador, sin referirse exclusivamente al alto rendimiento. El subestimar todas las variables explicadas en el párrafo anterior, lo cual es una situación común en la actualidad, conlleva a incurrir en el error más importante que se puede cometer en una sesión de entrenamiento, que es el no controlar (o intentar controlar) la *carga interna* (respuestas fisiológicas respecto a la carga impuesta).

Dentro de los aspectos descritos, la escala de PSE o RPE, permite estimar el porcentaje de fuerza máxima a la cual el sujeto está trabajando, en diferentes tipos de ejercicios y direcciones de fuerza, como así también controlar el impacto de la sesión de entrenamiento. Por lo tanto, la idea principal de este trabajo de investigación es poder generar conocimiento aplicable en el control del entrenamiento de fuerza orientada al fútbol para poder así optimizar la eficiencia de los mismos.



1.6. Propósitos

- El objetivo de este proyecto de investigación ha sido tratar de aportar una variante sobre el uso de la escala de PSE o RPE.
- Asociar la percepción subjetiva del esfuerzo con el porcentaje teórico de 1RM que corresponde para esa sobrecarga en sentadilla 90° solicitada con el mayor impulso posible para cada carga.
- Determinar la importancia de la inclusión del peso corporal total al cálculo de 1RM para luego calcular los porcentajes de trabajo.



1.7. Marco Teórico.

1.7.1. Capítulo I Fundamentos Básicos: Percepción del esfuerzo

1.7.1.1. ¿Qué es una escala de Percepción Subjetiva?

En relación a las cargas de entrenamiento, de manera general, estas se dividen en carga externa e interna. La externa hace referencia a las tareas realizadas y la interna al impacto que ha generado la carga externa sobre cada sujeto.

Para diversos autores la carga de entrenamiento interna se define como todos los factores estresantes biológicos relativos (tanto fisiológicos como psicológicos) que son impuestos al deportista durante el entrenamiento o la competencia, y que representan la respuesta, efecto producido o impacto fisiológico (grado de fatiga, alteración homeostática) provocado en el organismo por la aplicación de la carga externa o estímulo de entrenamiento. Medidas como la frecuencia cardíaca (FC), el lactato sanguíneo (LA), el consumo de oxígeno (VO₂), y las calificaciones de esfuerzo percibido (RPE) son comúnmente utilizadas para evaluar la carga interna. (Bourdon, Cardinale, Murray, Gastin, Kellmann, Varley, Gabbett, Coutts, Burgess, Gregson, y Cable 2017, como se citó en Moyano, et al. 2020, pp 4).

La definición previa muestra a la calificación del esfuerzo percibido (RPE rate of perceived exertion por sus siglas en inglés) o percepción subjetiva del esfuerzo (PSE), como una herramienta comúnmente usada para el control de la carga interna, mostrando cómo esta herramienta es aceptada y puesta a la par de otras, como el lactato sanguíneo o la frecuencia

cardiaca, que en primera instancia parecerían de mayor importancia ya que requieren de medios tecnológicos para poder obtener el dato.

La RPE o PSE se define como un instrumento de medición de características psicofísicas, de un concepto subjetivo, que Gunnar Borg, Psicólogo y creador de la primera escala, explica como "grado de pesadez y tensión experimentados durante el trabajo físico, y dice que "percepción de esfuerzo es la sensación de cuán duro y extenuante es una tarea física".

Otros autores han dado otro análisis, pero con similares bases, que es un instrumento que permite interpretar la intensidad subjetiva, estrés, disconformidad, fatiga percibida al realizar un esfuerzo físico (Robertson, et al. 2003 como se citó en Naclerio, 2005)

Escalas Originales																																																																						
<p>Table 1. The 15-grade scale for ratings of perceived exertion, the RPE Scale.</p> <table border="1"> <tr><td>6</td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td>Very, very light</td></tr> <tr><td>8</td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td>Very light</td></tr> <tr><td>10</td><td></td></tr> <tr><td>11</td><td>Fairly light</td></tr> <tr><td>12</td><td></td></tr> <tr><td>13</td><td>Somewhat hard</td></tr> <tr><td>14</td><td></td></tr> <tr><td>15</td><td>Hard</td></tr> <tr><td>16</td><td></td></tr> <tr><td>17</td><td>Very hard</td></tr> <tr><td>18</td><td></td></tr> <tr><td>19</td><td>Very, very hard</td></tr> <tr><td>20</td><td></td></tr> </table>	6		7	Very, very light	8		9	Very light	10		11	Fairly light	12		13	Somewhat hard	14		15	Hard	16		17	Very hard	18		19	Very, very hard	20		<p>Table 2. The new rating scale constructed as a category scale with ratio properties. (5)</p> <table border="1"> <tr><td>0</td><td>Nothing at all</td><td></td></tr> <tr><td>0.5</td><td>Very, very weak</td><td>(just noticeable)</td></tr> <tr><td>1</td><td>Very weak</td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>Weak</td><td>(light)</td></tr> <tr><td>3</td><td>Moderate</td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td>Somewhat strong</td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td>Strong</td><td>(heavy)</td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td>Very strong</td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td>Very, very strong</td><td>(almost max)</td></tr> <tr><td>•</td><td>Maximal</td><td></td></tr> </table>	0	Nothing at all		0.5	Very, very weak	(just noticeable)	1	Very weak		2	Weak	(light)	3	Moderate		4	Somewhat strong		5	Strong	(heavy)	6			7	Very strong		8			9			10	Very, very strong	(almost max)	•	Maximal	
6																																																																						
7	Very, very light																																																																					
8																																																																						
9	Very light																																																																					
10																																																																						
11	Fairly light																																																																					
12																																																																						
13	Somewhat hard																																																																					
14																																																																						
15	Hard																																																																					
16																																																																						
17	Very hard																																																																					
18																																																																						
19	Very, very hard																																																																					
20																																																																						
0	Nothing at all																																																																					
0.5	Very, very weak	(just noticeable)																																																																				
1	Very weak																																																																					
2	Weak	(light)																																																																				
3	Moderate																																																																					
4	Somewhat strong																																																																					
5	Strong	(heavy)																																																																				
6																																																																						
7	Very strong																																																																					
8																																																																						
9																																																																						
10	Very, very strong	(almost max)																																																																				
•	Maximal																																																																					

Figura 1.1 Escalas originales de Borg: a la izquierda escala de 6-20 (1970) y a la derecha escala CR 10 (1980). Borg (1982)

Gunnar Borg comenzó sus trabajos en los años 40, la primera escala constaba de 21 puntos, pero luego la fue modificando. La primera publicación fue en el año 1959 llamado "Psykofysisk undersökning av arbete pa cykelergometer" que significa en español examen psicofísico del trabajo en bicicleta ergométrica. En el año 1970 publica la escala de 6-20 (15 puntos) (Figura 1.1



izquierda), el origen de esta escala fue asociada y pensada para ejercicios aeróbicos, de hecho, uno de los argumentos que sostenía la escala de 6-20 es que al multiplicar el valor o valores por 10 este resultado se podría relacionar con la frecuencia cardiaca de trabajo (F.C./min). Sin duda esta intención de relacionar el valor de la escala a la frecuencia cardiaca está muy condicionada por el perfil del sujeto, es decir, edad, sexo, historia de entrenamiento, tipo de deportista si lo fuera, etc.

En 1982 desde el departamento de Psicología de la Universidad de Estocolmo, se presentó la nueva escala con un total de 12 puntos (Figura 1.1 derecha) se desarrolló la escala Borg CR10 (categoría (C) relación (R)). Fue la primera escala que proporcionó calificaciones de esfuerzo del 1 al 10. La escala CR10 de Borg modificada, se utiliza con mayor frecuencia en los entrenamientos contra resistencias, (Buckley, Borg, 2011; Pincivero, et al. 2002, McGuigan, et al. 2004; Li KW, 2011; Andersen, 2010; como se citó en Morishita, 2013).

Con el correr de los años, surgen nuevas propuestas como ser la incorporación de imágenes en la construcción de la escala. Investigadores como Robertson, et al. (2003), usa una escala RPE o PSE 1-10 visualmente asistida conocida como la escala OMNI (Figura 1.2), la cual ha podido validar la incorporación al valor verbal de dibujos en los cuales se manifiestan el grado de incomodidad o esfuerzo que realizan. Aunque esta escala fue validada en niños, ha sido aceptada en el ámbito del entrenamiento de fuerza, esto llevó a que otros investigadores validen la escala en diferentes poblaciones. (Naclerio, et al. 2011; Colado, et al. 2012; como se citó en Morishita, 2013).

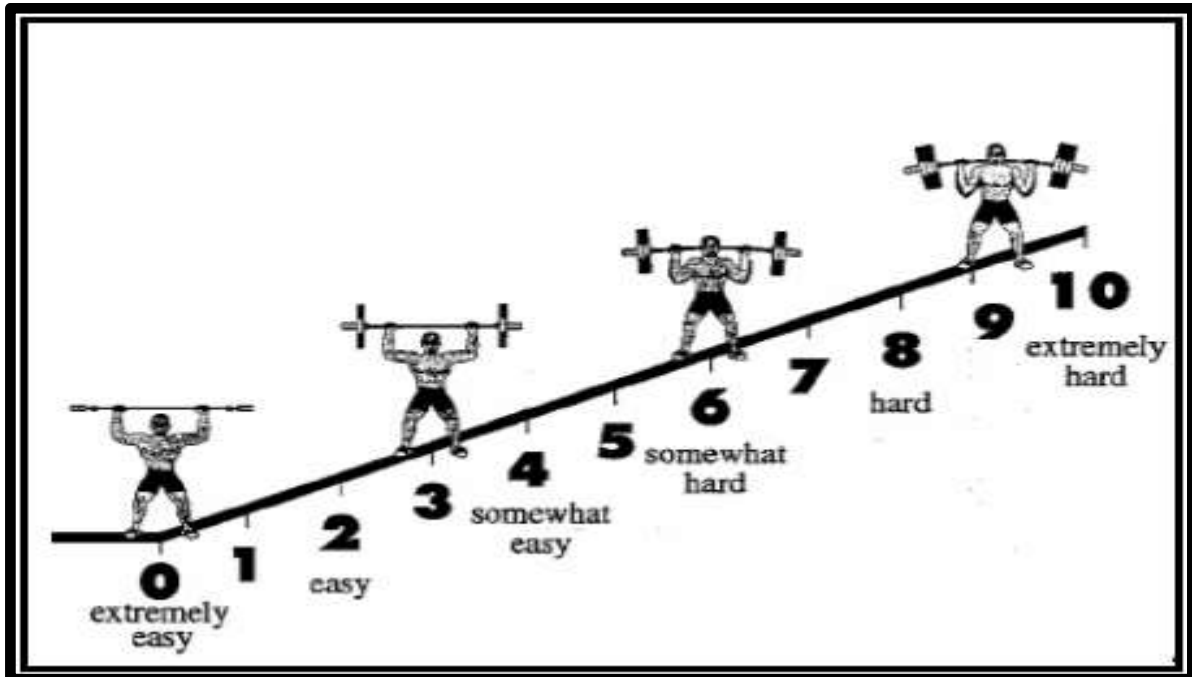


Figura 1.2. Escala OMNI (figuras) RES (resistencias) Robertson (2002).

Aunque existen ligeras diferencias en la nomenclatura y los rangos numéricos de estas escalas, todos han sido determinados métodos válidos para cuantificar el esfuerzo percibido (Eston, et al. 2008 como se citó en Schoenfeld, 2016).

Las Escalas de percepción utilizan un valor verbal llamado “anclaje” que permite valorar subjetivamente el número al cual representa, también puede usar imágenes para simbolizar lo que el anclaje verbal intenta representar. El tipo de “anclaje” que se use es determinante para el tipo de respuesta que se obtenga. En este sentido toma mucho valor el utilizar escalas que estén validadas, ya que cambiar una palabra puede cambiar la percepción del sujeto y por ende el valor de la respuesta obtenida.

Para poder analizar realmente el peso del “anclaje” y teniendo en cuenta que estas son escalas de “Esfuerzos” es muy importante definir el concepto de intensidad, como "el esfuerzo realizado en la realización de una actividad física" (Diccionario Oxford de Ciencias del Deporte



y Medicina), esta definición se refiere al “Esfuerzo”, y entendiendo que la escala busca que el sujeto pueda interpretar la carga interna de manera subjetiva, es muy importante que la definición de esfuerzo quede representada en los anclajes y/o imágenes utilizadas.

Esta lógica se manifiesta desde los inicios en la elección de Borg, al elegir descriptores verbales para su escala RPE o PSE como ("pesado / duro" y "ligero / fácil") en lugar de las calificaciones de hedonicidad ("agradable / desagradable", "sentirse bien / sentirse mal", "cómodo / incómodo") (Robertson, 1996; Champaign, 2006; como se citó en Marcora, 2009), que llevarían a una mala interpretación y posibles malos resultados, ya que dicho esfuerzo percibido resulta de la compleja integración de diferentes entradas al sistema nervioso central (SNC) (Marcora, 2009), que tendrían una muy diferente representación si los “anclajes” fueran si le gusto o no la tarea.

Se ha planteado diferenciar el término “Exertion” y “Effort” (al traducirlo su significado es el mismo) definiendo este último como “la cantidad de energía mental o física que se le da a una tarea” (Abbiss, et al. 2015), y que esto podía llegar a interpretaciones diferentes.

Esa diferenciación no tuvo mucho impacto ya que a los efectos aplicativos no se marcaron diferencias. Si se ha marcado como un criterio muy importante diferenciar la percepción del esfuerzo de la percepción de fuerza, definida como “sensación de tensión muscular experimentada durante una acción física”, y no de esfuerzo. Esto si es un error ya que genera confusión a la hora de percibir porque el deportista evalúa su posibilidad de hacer la tarea solicitada y no el costo de la misma. (Pageaux, 2016, como se citó en Naclerio, 2018)

Es real que tiene ciertas limitaciones, pero como todo instrumento tiene que ser validado, y en este sentido las escalas de esfuerzo percibido han demostrado ser una herramienta que permite monitorear/cuantificar diferentes tareas, estructuras temporales y realizar comparativas entre la carga impuesta al deportista en diferentes momentos de la temporada. Esta herramienta está siendo



aplicada en multitud de deportes debido principalmente a que no presenta ningún costo económico, es sencilla de manejar, la inversión temporal necesaria es mínima y presenta valores de fiabilidad y validez que refuerzan su utilización. La utilización de esta herramienta permite, además de controlar cada sesión, llevar un control y seguimiento sobre la periodización del entrenamiento y valorar en qué medida se está cumpliendo, para así poder tomar decisiones sobre los ajustes de las cargas de trabajo. Entre las limitaciones se pueden destacar que quizás sea poco sensible para detectar pequeños cambios en cuanto a actividades realizadas a alta velocidad de ejecución y, además, requiere un abordaje metodológicamente bien estructurado para obtener información válida. Es por ello que la utilización de la escala de PSE o RPE, a falta de otros medios o como complemento, puede ser de gran utilidad para hacer una planificación, y seguimiento del entrenamiento (Casamichana y Castellano, 2013).

En el transcurso de los años se han traducido estas escalas por diversos autores (Figura 1.3) y esto llevó a que sean muchas las escalas que han circulado por la literatura, generando diferentes posibles interpretaciones/respuestas. También existen intentos por simplificar estas escalas reduciendo la cantidad de valores en los cuales se subdividen los niveles de percepción y no en todos los casos cuidando el tipo de “anclaje” utilizado.

Traducciones "interpretaciones"

Clasificación	Escala A 15 puntos	Escala B 15 puntos
6		Ningún esfuerzo en absoluto
7	Muy, muy leve	Extremadamente leve
8		
9	Muy leve	Muy leve
10		
11	Bastante leve	Leve
12		
13	Un poco duro	Un poco duro
14		
15	Duro	Duro (pesado)
16		
17	Muy duro	Muy duro
18		
19	Muy, muy duro	Extremadamente duro
20		Esfuerzo máximo

Adaptado de Borg (1982), y Pollock y Wilmore (1990).

Escala de percepción del esfuerzo o escala de Borg			
A. Categoría de percepción		B. Escala revisada	
6	Sin esfuerzo	0	Nulo
7	Extremadamente ligero	0.5	Apenas perceptible
8		1	Muy ligero
9	Muy ligero	2	Ligero
10		3	Moderado
11	Ligero	4	Algo pesado
12		5	Pesado (duro)
13	Algo duro	6	
14		7	Muy duro
15	Duro (pesado)	8	
16		9	
17	Muy pesado	10	Extremadamente duro
18		*	Máximo
19	Extremadamente duro		
20	Máximo ejercicio		

Figura 1.3. Wilmore (2004) y Soto (2005).

Con la intención de mejorar el dato obtenido en función del tipo de población y medio se han ido creando y validando otras escalas (Figura 1.4 y 1.5).

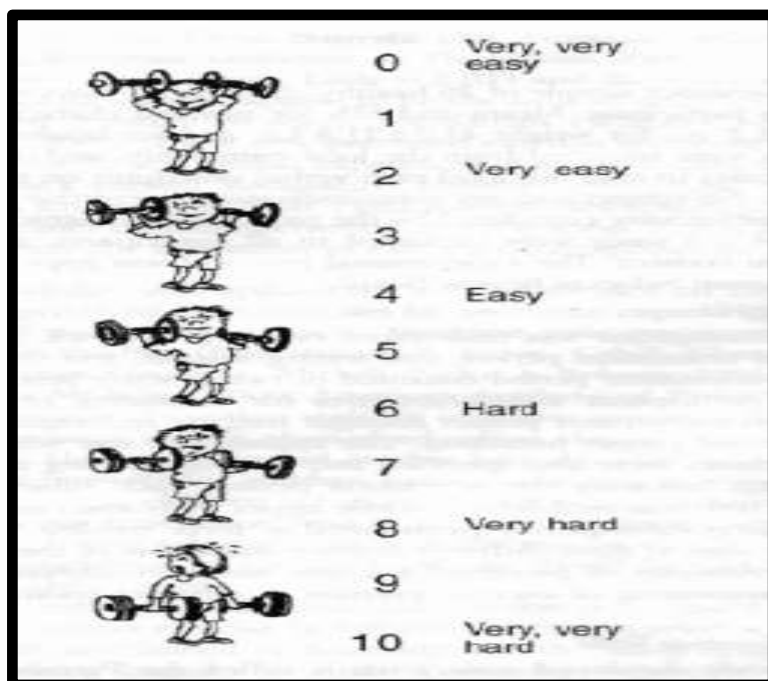


Figura 1.4 Escala de entrenamiento de fuerza para niños. Faigenbaum et al. (2004) como se citó en Naclerio, (2018).

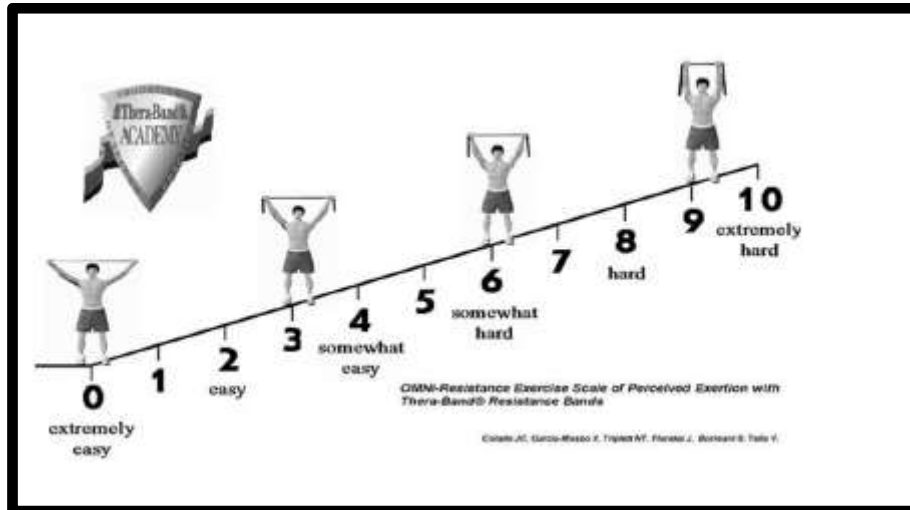


Figura 1.5 OMNI Resistance Exercise Scale of Perceived Exertion with TheraBand Resistance Bands. (Colado et al. 2012; como se citó en Naclerio, 2018).

En relación con la validación de las escalas, existen diversos estudios realizados sobre la validez de la tabla de Borg y su confiabilidad en sus diferentes evaluaciones. La siguiente investigación fue seleccionada de manera simbólica para mostrar que a pesar del tiempo y ser una escala que no se ha usado mucho, hay investigadores que muchos años después siguen profundizando los primeros pasos de Borg.

Castellanos y Pulido, (2009) encontraron que los coeficientes de correlación entre los puntajes de la escala y la tasa cardiaca, tanto en la prueba como en la post prueba, están entre $r=0.71$ y $r=0.94$ para todos los sujetos y en ambos casos estadísticamente significativos.

El estudio constó de 16 sujetos sanos entre 23 y 54 años (12 hombres y 4 mujeres) con un peso entre 47 y 72 kg. Dichos sujetos fueron sometidos a dos pruebas de esfuerzo máximo (progresivas y variables, protocolo y variante de Bruce) separadas con un día de recuperación en banda sin fin. Donde se registraban simultáneamente los valores de escala y de frecuencia cardiaca. La idea del monitoreo simultáneo fue la de correlacionar los dos indicadores, para así determinar la validez concurrente de la escala y para la confiabilidad se repitió la prueba con intensidades



variables (test -retest). Por lo tanto, los resultados sugieren que la escala posee validez y confiabilidad aceptables.

La investigación anterior hace referencia al trabajo preponderante a nivel cardiovascular, también, diversos investigadores, han validado la aplicación de la escala original (Figura 1.1 lado izquierdo), en entrenamiento contra resistencias. (Skogsberg, et al. 2012; Tiggemann, 2010; como se citó en Morishita, 2013).

1.7.2 Capítulo II Fundamentos Básicos sobre la fuerza

1.7.2.1 Concepto de fuerza en el entrenamiento

Desde el punto de vista mecánico, la fuerza que es el producto de la masa por la aceleración según Newton se manifiesta como una acción capaz de inducir cambios en el comportamiento de un cuerpo, modificando el estado del mismo pudiendo detenerlo o alterar su desplazamiento si está en movimiento, desplazar si está quieto o deformarlo si esta fijo (González Badillo & Ribas, 2002; Naclerio, 2005).

Teniendo en cuenta que la fuerza ocupa un lugar esencial para cualquier ser humano, ya sea como capacidad física fundamental, limitante del rendimiento, o bien para garantizar la realización de cualquier acción motora (Siff y Verkhoshansky, 2000). La posibilidad de producir movimiento estará condicionada por la disponibilidad de energía que permita a la musculatura generar los niveles de fuerza necesarios para ejecutar la acción deseada (Kuznetsov, 1989). Esto depende de un complejo mecanismo controlado por el sistema nervioso central, que adecúa su función para realizar las acciones requeridas con la mayor eficiencia posible. Por lo tanto, el sistema nervioso central desarrolla un control superior que permite a cada sujeto generar los niveles de fuerza más adecuados en cada circunstancia específica (Siff y Verkhoshansky, 2000).



Más allá de que el concepto, mecánico y fisiológico, de la fuerza continúa siendo el mismo, en la actualidad, ha adquirido una mira más global. En este sentido y ya desde la neurofisiología se plantea el concepto de *Programación Motora*, y gracias a los estudios en el córtex premotor y motor en monos, se ha descubierto que todas las neuronas de las áreas premotoras codifican la dirección del movimiento independientemente de los músculos involucrados (Chéron G. 2018). Al entender y aceptar que, el sistema nervioso central es el que tiene que programar y que al producirse el movimiento debe tener un *Patrón Motor* saludable y eficiente, se pueden cambiar los objetivos cuando se diseñan los entrenamientos para mejorar la fuerza.

Unos de los conceptos más importantes que conecta la *Programación Motora* con el *Patrón Motor*, considerando a este último como el resultado final de todo el proceso neuromotor, es el *Control Motor*. Este, está definido como la capacidad de regular y/o dirigir mecanismos esenciales de su propio cuerpo. Esto lo logra gracias a la interacción del sistema nervioso central con el resto del cuerpo y el medio ambiente para producir movimientos coordinados y útiles. En resumen, si pensamos que el AXIOMA de Beavor dice que “el sistema nervioso central no reconoce las acciones musculares de modo analítico, es decir, que “razona” por esquemas de movimientos (Voss, 1999 como se citó en Diéguez, 2007), queda claro que el objetivo es entrenar la fuerza para que pueda tener calidad de movimiento en las situaciones específicas y no para mejorar el ejercicio que se está evaluando. Tomando a Chena (2018) dice que los ejercicios por sí solos no entrenan, entonces el resultado no es simplemente tener un mejor test, sino que el entrenamiento sirva para poder transferir a las situaciones específicas del rendimiento deportivo todo lo que se ha entrenado, mejorar la producción de fuerza fuera del ámbito competitivo es solo un medio para todos los deportes de situación y/o conjunto.

Según Boyle (2017) en su aplicación más básica, un programa de entrenamiento funcional prepara a un atleta para practicar su deporte, es decir mejora su función. Durante muchos años se



ha usado el término de entrenar la fuerza, y no la función, más allá del nombre en sí, el problema era o es, la concepción. Como el mundo se mueve a través de paradigmas, esto no significa dejar de entrenar con cargas altas, en lo absoluto, sino en valorar la capacidad funcional del sujeto y el impacto que este percibe de lo que está realizando, poniendo como prioridad evitar añadir fuerza a la disfunción (Boyle, 2017; Cook, Burton, & Hoogenboom, 2006, como se citó en Chena, 2018) y la calidad del movimiento. Sin duda es tan importante la capacidad de producir fuerza para un deportista, que todo está direccionado a que lo haga de la manera más eficiente cuando lo necesite.

González-Badillo (2007), utiliza el concepto de fuerza aplicada, el cual hace referencia a que la magnitud de la tensión generada en los músculos no se corresponde con la magnitud de la fuerza medida. La mayoría de los dispositivos utilizados para estimar o medir la fuerza, la velocidad y la potencia producida en un ejercicio, controlan los efectos inducidos sobre los objetos externos y no los cambios determinados a nivel muscular. (Palarino y Rapela 2018), sin duda queda manifiesta la necesidad de valorar la carga interna en mayor medida de lo que se hace en la actualidad, ya que la percepción del sujeto podrá dar información que todo lo que se mida asociado a la carga externa no podrá realizarlo.

1.7.2.2 Reclutamiento de unidades motoras y Velocidad de ejecución

Comprender el patrón de la activación de las fibras musculares, brinda una herramienta para poder diseñar las tareas de los entrenamientos en general y los de fuerza principalmente. Durante el paso del tiempo fue evolucionando el criterio para clasificar el tipo de fibra muscular, pasando por tinción histoquímica (función enzimática), a la clasificación de fibras basadas en la distribución de las isoformas de MHC y las isoformas de las proteínas como respuesta al cambio



en la transición de las fibras (Pette y Staron 1997, como se citó en Grandys, 2013). Como se puede observar, ya data de muchos años. Ya más en la actualidad se habla de polimorfismo, lo que aumenta el tipo de clasificación tradicional. En un estudio documentaron que una misma fibra muscular puede tener tres tipos de isoformas de meromiosina, y que el modelo de transición secuencial no siempre se respeta habiendo fibras musculares que pueden manifestar tanto isoformas I como IIX (Caiozzo, et al. 2003, como se citó en Metral, 2019), lo cual reduciría la posibilidad de determinar un tipo de fibra exclusiva.

El desarrollo de la neurofisiología ha crecido mucho en la actualidad, y esto ha cambiado el foco de atención de la célula muscular, al comportamiento del cerebro (principalmente corteza motora). Gracias a la posibilidad de investigar con resonadores magnéticos, aparecen, entre otros, “el concepto de neuronas en espejo”, que hace referencia a que cada vez que un individuo observa a otro individuo realizar una acción, se activa, en el sistema motor cortical del observador, un conjunto de neuronas (las neuronas espejo) que codifican esa acción. En cierto modo, se puede decir que este mecanismo unifica la percepción y la acción, transformando una representación sensorial de la conducta de los demás en el seno de la representación motora de la misma conducta en el cerebro del observador. (Chéron, 2018). Otro concepto es el de plasticidad del sistema nervioso, hay diversos estudios realizados en seres humanos durante el aprendizaje de diversos actos motores (malabarismos, tocar la guitarra, etc.) han permitido mostrar cambios morfológicos, duraderos y específicamente localizados de la masa de materia gris relacionados con estas modificaciones plásticas y que implican la maquinaria genética de las neuronas. (Filippi, 2010. como se citó en Chéron, 2018). Estos avances han generado una mirada diferente del movimiento, e incluso del entrenamiento.



Más allá del avance y el desarrollo de muchas investigaciones y tecnología, siguen siendo los mismos fundamentos y criterios, los usados para fundamentar el patrón de activación de las unidades motoras. Con la intención de poder interpretar como la velocidad de ejecución puede modificar el patrón de activación, es conveniente desarrollar desde las bases estos mecanismos.

Sherrington fue el 1º investigador que descubrió que las contracciones musculares eran producidas por la excitación de las motoneuronas de la médula espinal (Noth, 1992).

La unidad motora se define como la unión del nervio motor y “todas” las fibras musculares que esta inerva, diferenciándose de la Unión neuromuscular ya que esta se refiere a la comunicación de “una” fibra nerviosa con “una” fibra muscular. Los terminales del axón se expanden formando discos planos que son las “placas terminales motoras”. (González Badillo y Gorostiaga Ayestaran, 1997); (J. Wilmore y D. Costill, 2004).

1.7.2.2.1 Relación de la activación de las unidades motoras (UM) y la velocidad de ejecución

- Cada moto neurona produce una fuerza de contracción de sus fibras musculares que varía según la frecuencia (Hz) con la que se estimule su nervio motor. (Sale, 1992) (González Badillo y Gorostiaga Ayestaran, 1997), también llamado Reclutamiento temporal “sumación” (Cometti, G.1999).

- Principio de Hennemann (1965) (Figura 2.1): Cuando se realiza una contracción Isométrica submáxima de un músculo, no se activan (reclutan) todas las unidades motoras, sino que siguen el principio de talla (UM más pequeñas ST) y, más adelante, cuando se necesita producir más fuerza (se incrementa la carga) se van activando las UM de mayor talla FT.

(González Badillo y Gorostiaga Ayestaran, 1997); (Martin D, 2001), Paillard (1982) se refiere como “espacial de rampa” como se citó en Cometti, G. (1999).

- En los movimientos explosivos, realizados a Máxima velocidad, pero produciendo una fuerza muy inferior a la Fuerza Máxima Isométrica (FMI), la frecuencia de estimulación (Hz) del nervio es muy superior a la frecuencia necesaria para obtener la máxima tensión (fuerza) de las fibras musculares inervadas por su nervio motor. “Además, es muy posible que, en este caso, el reclutamiento de UM no siga exactamente el principio de talla”. (Paillard, 1982) se refiere como “espacial balístico”.; (como se citó en Cometti, G. 1999; González Badillo y Gorostiaga Ayestaran, 1997).

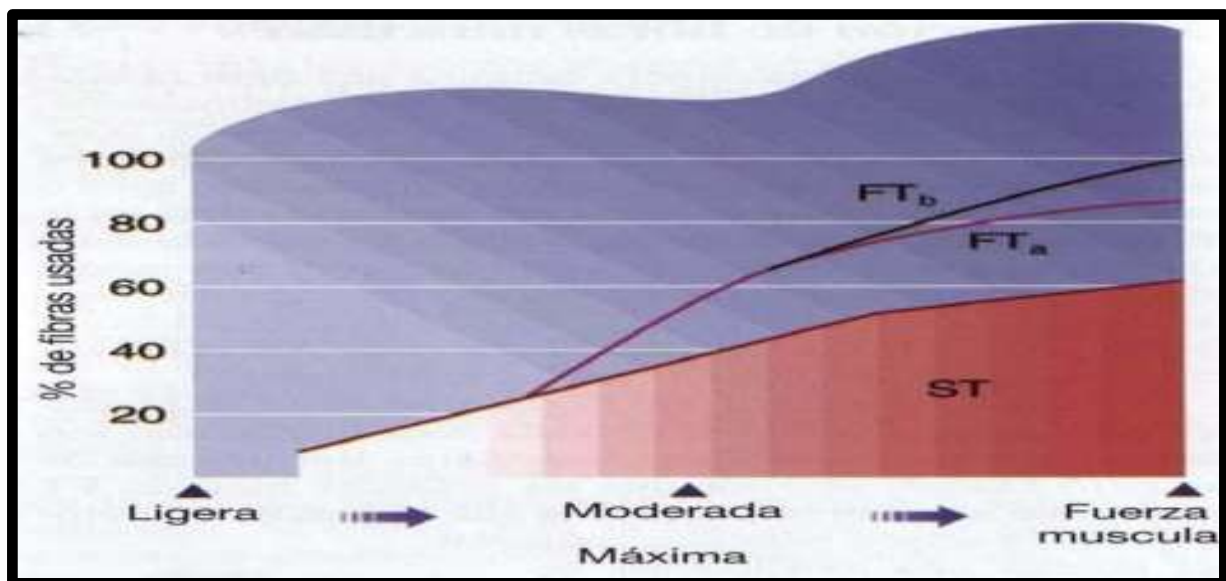


Figura 2.1. Principio de talla.

Entonces, el mecanismo de reclutamiento y de frecuencia de impulso de las unidades motoras es distinto según se trate de contracciones submáximas graduales a velocidades submáximas o contracciones a máxima velocidad (con diferentes cargas). (Adaptado de González Badillo y Gorostiaga Ayestaran, 1997); (Bosco, 2000) ;(Siff y Verkoshasky, 2000).

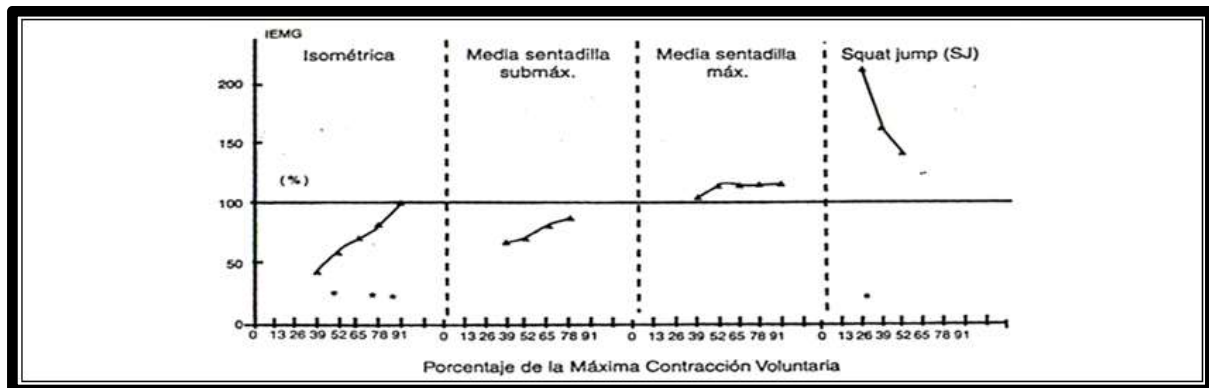


Figura 2.2. La mayor actividad electromiográfica, registrada durante el (SJ) deriva del hecho de que la UM Fásicas (FT) presenta una activación de potencial mucho más elevado que las Tónicas (ST) En gesto balísticos la Frecuencia de estímulo puede alcanzar (60-120Hz) (Desmedt, Godaux, 1977; Bosco y Komi, 1979 en Bosco, 2000).

La Figura 2.2 explica a través de un electromiograma (actividad eléctrica muscular) de superficie como cambia la actividad eléctrica y, por ende, se asume, que las fibras musculares participantes, al modificar voluntariamente la velocidad de ejecución, sin depender exclusivamente del aumento de la carga. En los 2 trabajos de Sentadilla a diferentes porcentajes de la máxima contracción voluntaria, se observa como cuando se ejecuta a máxima velocidad, la actividad eléctrica aumentó, permitiendo inferir una mayor participación de las fibras FT. También en el salto (SJ) se observa cómo se altera el principio de talla, ya que la cantidad de actividad es muy superior, con una carga (resistencia a vencer) menor. No obstante, hay que contextualizar estos datos, ya que solo se está activando una porción chica del músculo y no su totalidad.

Para simplificar lo descrito anteriormente cuando se habla de patrón de activación, en primera instancia, hay que analizarlo desde 2 perspectivas que son: por resistencia a vencer y por velocidad de ejecución, es decir si no se contemplan las 2 en la misma situación estaría mal interpretando el posible patrón de activación de unidades motoras. Entonces si una contracción voluntaria puede inducir un aumento en el reclutamiento de motoneuronas de primer orden en humanos, este efecto podría teóricamente aumentar la contracción muscular, y por lo tanto mejorar el rendimiento en la actividad explosiva subsiguiente. (Bishop, David; Tillin Neale Anthony, 2009).

Entonces, la tercer perspectiva, además de, por resistencia a vencer y por velocidad de ejecución, se le agrega una tercera que es por fatiga, en las Figuras 2.3 y 2.4 se observan claramente cómo se manifiesta.

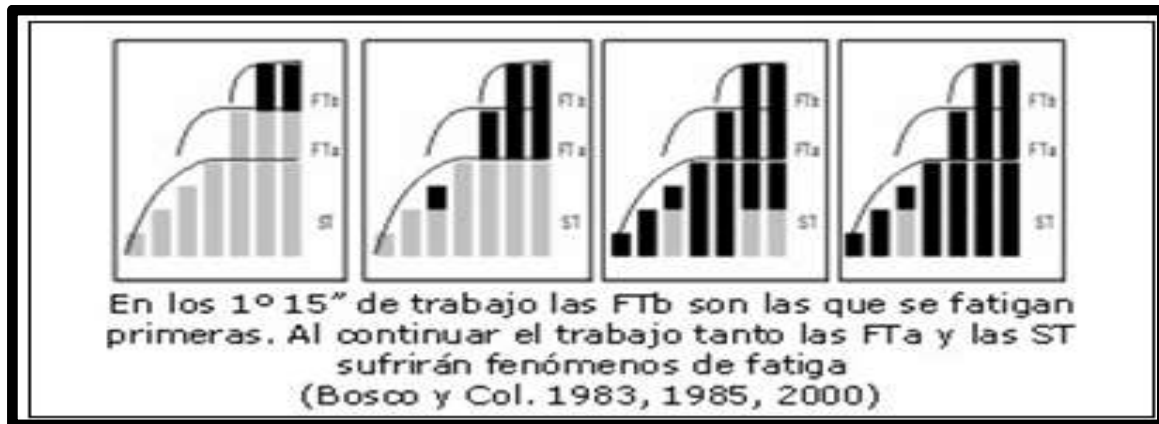


Figura 2.3. Orden de reclutamiento y tiempo de trabajo en saltos continuos máximos.



Figura 2.4. Orden de reclutamiento en trabajos submáximos (Velocidad Media) en una serie hasta el fallo muscular.

La figura 2.3 muestra como en saltos máximos continuos al aumentar el tiempo de trabajo comienza a reclutar fibras FTa y ST, esto indica un parámetro de tiempo, en el cual a medida que progresa el ejercicio (tratando siempre de sostener la máxima velocidad) se necesitan más fibras para intentar sostener la actividad. En la figura 2.4 se observa cómo al trabajar en forma submáxima (no indica porcentaje de carga) el orden de reclutamiento se invierte con respecto al anterior, en una serie hasta el Fallo, es decir, se comienzan con fibras ST y se terminan por las FTb, pero a una velocidad muy baja.



Al final de los 2 trabajos se reclutaron todas las fibras, pero con un orden diferente y con trabajos muy distintos. Cuando se analiza la activación de unidades motoras, en cualquier gesto, se propone según Vaccarini (2012) hacerlo desde 3 perspectivas integradas:

- Resistencia a vencer.
- Velocidad de ejecución.
- Duración de la carga (fatiga).

Es decir, si se está trabajando con cargas bajas (Resistencia a vencer) entre el 30%-40% de 1RM, y no se conocen más datos, no podemos estimar que tipos de fibras están trabajando prioritariamente. Si este ejercicio es lento (Velocidad de ejecución) en primera instancia estaría activando las ST, si este ejercicio es prolongado se comenzarán a activar el resto de las fibras desde las FTa a las FTb (También llamadas FTx) (Morán Bermejo como se citó en J. López Chicharro; A. Fernández Vaquero, 2006) mientras transcurre la serie (Duración de la carga (fatiga)) figura 2.4. Ante la misma carga si la velocidad de ejecución es máxima, las que se estarían activando son las FTx y al progresar la serie se activarán el resto de las fibras en el orden inverso a la situación anterior.

Ya determinado lo que puede generar el solo hecho de decir o solicitar el mayor impulso posible al desplazarse, ahora esto debe observarse en el terreno práctico, la intensidad durante el entrenamiento de fuerza es algo más que la magnitud de la carga empleada (porcentaje de 1RM) (Sánchez-Medina 2014), es la relación de dicha carga, con la velocidad de ejecución o impulso que se aplique. La velocidad a la que se desplazan las cargas tiene una importante influencia en los efectos obtenidos con el entrenamiento. Por tanto, la velocidad de ejecución debería



considerarse como un componente fundamental a tener en cuenta en la prescripción. (Sánchez-Medina, 2014).

Ahora bien, la velocidad máxima de ejecución o el impulso máximo (Naclerio, 2018), es la intención de realizar un movimiento, pero los deslizamientos humanos sean verticales u horizontales, siempre producen potencia ya que hay una masa (peso al actuar la gravedad) desplazada. La posibilidad de poder controlar a través de diferentes dispositivos no debe confundir lo que se mide con lo que se produce, ya que de la magnitud que sea, pero siempre producimos potencia. Desde este lugar la decisión de qué medir, cuando controlamos los ejercicios, es solo un medio para conseguir un objetivo, y no corresponde a este trabajo debatir la postura de cual y porque es mejor variable para controlar. Sin duda que los aportes del grupo de investigación de González-Badillo son muy importantes, pero también hay otras posturas con fuertes argumentos por el grupo de investigación de Naclerio. De todas maneras, en cualquier caso, sigue siendo un medio, y en este sentido las escalas de percepción también pueden ser un medio para monitorear un ejercicio, cuando el impulso es máximo, sabiendo que representa la herramienta más eficiente para el control de carga interna.

En este sentido un trabajo publicado por Naclerio y Larumbe Zabala (2016) realizaron, sobre 209 sujetos en sentadilla paralela, una comparación para la predicción de cargas relativas usando la velocidad de ejecución y la RPE con la escala OMNI-RES. Los resultados encontrados muestran que ambas herramientas fueron capaces de estimar la carga relativa con una precisión de 79 y 86% para el AV (carga relativa [% 1 repetición máxima, RM] = 120.15–83.54 [AV] Figura 2.6) y el esfuerzo (carga relativa [% 1RM] = 5.07 + 9.63 [tasa de esfuerzo percibido] Figura 2.5), respectivamente y ambas significativas. La fuerte asociación entre la carga relativa con AV y la

tasa de esfuerzo percibido apoya el uso de ambos predictores para estimar el rendimiento de la fuerza en Sentadilla paralela.

Lo importante de este estudio es que se realizó una gran muestra y durante la cual se valoraba tanto la velocidad, como la RPE o PSE, los cuales monitorean distintos aspectos de la carga.

TABLE 1. Mean and 95% CI of % 1RM corresponding to each RPE score for male ($n = 209$), female ($n = 81$), and total ($n = 290$).^a

RPE	Male			Female			Total sample		
	<i>n</i>	Mean	95% CI	<i>n</i>	Mean	95% CI	<i>n</i>	Mean	95% CI
0	100	13.30	12.2–14.4	7	16.31	14.9–17.7	107	13.49	12.4–14.6
1	95	21.06	18.6–23.5	29	18.36	16.2–20.5	124	20.43	18.5–22.4
2	141	25.29	22.8–27.8	46	23.45	20.9–26.0	187	24.84	22.9–26.8
3	161	34.60	32.4–36.8	67	30.28	27.9–32.7	228	33.33	31.6–35.1
4	123	42.74	40.1–45.4	60	40.47	37.5–43.5	183	41.99	40.0–44.0
5	135	50.80	48.5–53.1	61	54.32	51.6–57.0	196	51.88	50.1–53.7
6	152	61.92	59.8–64.0	58	63.68	60.9–66.4	210	62.41	60.7–64.1
7	155	71.25	69.4–73.1	58	73.13	70.4–75.9	213	71.76	70.2–73.3
8	153	82.66	80.9–84.4	54	84.16	82.2–86.1	207	83.05	81.7–84.4
9	129	88.67	86.9–90.4	35	87.80	85.8–89.8	164	88.49	87.1–89.9
10	221	98.43	97.3–99.6	88	98.58	97.7–99.4	309	98.47	97.6–99.3

^aCI = confidence interval; RM = repetition maximum; RPE = rate of perceived exertion with OMNI-RES 0–10 scale.

Figura 2.5 Naclerio, et al. 2016.

TABLE 2. Mean and 95% CI of AV (meter per second) corresponding to each RPE score for male ($n = 209$), female ($n = 81$), and total ($n = 290$).*

RPE	Male			Female			Total		
	n	Mean	95% CI	n	Mean	95% CI	n	Mean	95% CI
0	100	1.24	1.19–1.29	7	1.18	1.06–1.30	107	1.24	1.19–1.28
1	95	1.12	1.08–1.17	29	1.20	1.14–1.26	124	1.14	1.10–1.18
2	141	1.06	1.02–1.10	46	1.24	1.17–1.31	187	1.11	1.07–1.14
3	161	0.98	0.95–1.01	67	1.11	1.06–1.15	228	1.01	0.99–1.04
4	123	0.88	0.84–0.91	60	0.99	0.94–1.03	183	0.91	0.88–0.94
5	135	0.80	0.77–0.83	61	0.84	0.79–0.89	196	0.81	0.79–0.84
6	152	0.69	0.66–0.73	58	0.74	0.69–0.79	210	0.71	0.68–0.73
7	155	0.60	0.57–0.63	58	0.65	0.60–0.69	213	0.61	0.59–0.64
8	153	0.48	0.45–0.50	54	0.53	0.48–0.58	207	0.49	0.47–0.51
9	129	0.40	0.38–0.42	35	0.48	0.43–0.52	164	0.42	0.40–0.44
10	221	0.25	0.24–0.26	88	0.30	0.28–0.32	309	0.26	0.25–0.27

*CI = confidence interval; AV = average velocity (meter per second); RPE = rate of perceived exertion with OMNI-RES 0–10 scale.

Figura 2.6 Naclerio, et al. 2016.

1.7.2.3 Manifestaciones aplicadas para el diseño de los entrenamientos de la fuerza.

A la hora del entrenamiento contra resistencia, sin duda que la velocidad de ejecución juega un papel muy importante. Desde una mirada amplia las direcciones de fuerza se reducen solamente a tres, direccionado a la fuerza máxima, a la fuerza resistencia y a la fuerza velocidad. Relacionando estas direcciones con valores porcentuales de 1RM, la fuerza máxima se ubica entre el 85% y 100%, la fuerza resistencia entre el 30% y el 80% y la fuerza velocidad entre el 30% y el 80%. Ahora bien, la diferencia entre la fuerza resistencia y la fuerza velocidad es el impulso con el que se intenta desplazar la carga.

Naclerio (2018) explica 5 zonas de manifestaciones de la fuerza.

-Máxima.

-Máxima fuerza con pesos ligeros (impulso máximo, rango entre 30% y 55%/60% de 1RM).

-Máxima fuerza con pesos altos (impulso máximo, rango entre 60% y 80%/85% de 1RM).

-Resistencia con pesos ligeros (impulso submáximo, rango entre 30% y 55%/60% de 1RM).

-Resistencia con pesos altos (impulso submáximo, rango entre 60% y 80%/85% de 1RM).



Dichas manifestaciones permiten conceptualizar el objetivo sobre el impacto interno de posibles adaptaciones, porque el objetivo principal, siempre será mejorar las acciones específicas del deporte y estas manifestaciones como también los ejercicios serán solo un medio.

El considerar el valor porcentual del 30% de 1RM como mínimo, da cuenta del límite inferior para que el grado de tensión pueda producir una adaptación. Atendiendo este concepto, el ser humano posee un peso determinado y al desplazarse lo traslada, con lo cual como un criterio general, si para un ejercicio de la cadena anterior en el cual el objetivo es empujar, como puede ser la sentadilla tras nuca, si el peso corporal representa más de un 30% del 1RM ya desplazarse requiere un grado de tensión que le puede generar un costo al momento de realizar ejercicios específicos y más aún cuando la tasa de aplicación de fuerza es elevada (tasa de desarrollo de fuerza RDF). Para explicar brevemente este concepto, RDF es la capacidad del sistema neuromuscular para aumentar la fuerza contráctil desde niveles de reposo al intentar desarrollar la activación muscular lo más rápido posible. Está directamente relacionado con manifestaciones de la fuerza velocidad bajo tiempos de intervención cortos, tanto en acciones isométricas, como dinámicas. Este aspecto parece ser diferenciado del concepto de fuerza explosiva, asociada ésta a movimientos dinámicos de alta velocidad (Rodríguez Rossell, et al. 2018).

Sabiendo lo que puede representar el valor del peso corporal y sin duda que al calcular el valor de la potencia en un ejercicio de salto la masa ingresada sería el valor del peso corporal, surja la pregunta de porque el peso corporal no está incluido, como criterio normal, al cálculo de 1RM en los ejercicios donde se desplaza. Planteado por Naclerio (2004), explica que en la sentadilla el valor del peso corporal debe incluirse entre el 86% y 93% de su valor total, ya que la tibia no se desplaza. Igualmente propone que ingresar el valor total, del peso corporal, es un error mínimo aceptable, ya que calcular el valor real del peso de la tibia es más complejo. El problema

no es simplemente conceptual, principalmente está planteado en el impacto que va a recibir el sujeto, si la resistencia a vencer representa un valor diferente al que se cree que va a desplazar.

Test directo 1 RM																	
F.Rel.	2,69																
KG	PC	RM	95%	90%	85%	80%	75%	70%	65%	60%	55%	50%	45%	40%	35%	30%	
147	87	234	135	124	112	100	88,5	76,8	65,1	53,4	41,7	30	18,3	6,6	-5,1	-16,8	
Dif en Kg			4,35	8,7	13,1	17,4	21,8	26,1	30,5	34,8	39,1	43,5	47,8	52,2	56,5	60,9	
F.Rel.	1,69																
KG	PC	RM	95%	90%	85%	80%	75%	70%	65%	60%	55%	50%	45%	40%	35%	30%	
147		147	140	132	125	118	110	103	95,6	88,2	80,9	73,5	66,2	58,8	51,5	44,1	

Figura 2.7.

La figura 2.7, se puede observar claramente la diferencia en kilos y porcentaje, que existe al calcular los valores con o sin inclusión del peso corporal. Si el valor seleccionado para entrenar fuese al 30% y 50% de 1RM sin la inclusión del peso corporal (Figura 2.7 abajo), en realidad estaría próximo al 55% y 70% de 1RM respectivamente, con la inclusión del peso corporal (Figura 2.7 arriba), lo que estaría pasando en realidad al entrenar, es que la zona de manifestación sería diferente, y lo más importante la carga interna no sería la misma.

1.7.2.4 Control del desplazamiento con Encoder Rotatorio.

Sin ser un tema netamente relacionado con el trabajo, se considera importante explicar el alcance de un Encoder Rotatorio y sus variables, para así comprender, la aplicación que tuvo dentro del trabajo.

En 1973, Verjovskiy y Trofirmov, diseñaron un ingenioso aparato electromecánico para medir el tiempo, la trayectoria y la aceleración durante el recorrido de elevación de la barra en los ejercicios de halterofilia (González Badillo, 2017). Este punto de inicio muestra la intención de querer medir lo que pasaba mientras se desplazaba la barra muchos años atrás.



Uno de los dispositivos usados en la actualidad son los Encoders rotatorios, estos son dispositivos compuestos por un cable que se desenrolla y enrolla alrededor de un eje al que hace girar. Este envía una cantidad de impulsos para cada vuelta que realiza el eje, de modo que al conocer el tamaño del mismo y el espacio recorrido por cada giro, es posible calcular el desplazamiento realizado por cada vuelta que efectúa el eje del encoder. Los impulsos son transmitidos hacia una interface conectada a un ordenador, en donde por medio de un software específico que determina la posición y el tiempo en que se produce, se estima el desplazamiento realizado con una altísima resolución.

Los datos de posición, tiempo y desplazamiento permiten al software calcular los valores medios y picos de fuerza, potencia y velocidad (Baker 2001; Bosco, 2000; como se citó en Naclerio, 2018); entregando una tabla de datos por cada fase de movimientos (Excéntrico-Concéntrico),

- Detecta la posición, y desplazamiento del cable en función del tiempo cada tanto milisegundo (ms.) según la cantidad de Hz.
- Controla la amplitud del movimiento (ROM).
- Permite un máximo control del Rendimiento y el Entrenamiento en todas las direcciones de Fuerza. (Naclerio, 2004).

El encoder sirve para “Medir” la “Posición” en desplazamientos lineales (con un rango de tolerancias fiables y no necesariamente verticales). La necesidad de la verticalidad tiene que ver con la posibilidad de valorar la potencia y fuerza mecánica, ya que estas se calculan con una constante gravitatoria ($9,81 \text{ m/s}^2$). Entendiendo que la fuerza que actúa sobre un sistema puede calcularse sumando la aceleración de la gravedad ($9,81 \text{ m/s}^2$) a la determinada instantáneamente por el sistema formado por la resistencia y el cuerpo del sujeto, para luego multiplicar este valor por la masa total del sistema (Enoka, 2002 como se citó en Vaccarini, et al. 2016).



En cualquier otro movimiento el valor es referencial, no pudiéndose extrapolar, pero si utilizarse de forma altamente confiable en dicho gesto.

Con respecto a la estructura y funcionamiento de los dispositivos, cabe aclarar que el mismo cuenta con un cable de acero, el cual tiene una longitud aproximada de entre 3.30 y 3.60 mts. (pudiendo variar según la marca o el fabricante) el cual por medio de un gancho se puede fijar a un cinturón para la evaluación por ejemplo de un salto, a una barra, a discos en alguna máquina isoinercial, a un segmento corporal, entre otras opciones.

El encoder se encarga de medir con precisión la velocidad del desplazamiento, para luego, como primera derivada, calcular la aceleración, y por consiguiente la fuerza y la potencia producida en cada una de las repeticiones del gesto evaluado con una altísima precisión. Estos dispositivos cuentan con un software, en el cual se debe ingresar manualmente la masa a movilizar para poder calcular los valores de fuerza y de esta la de potencia, con cada una de sus variables (Valor pico, media total, media impulsiva, etc.)

Es muy importante tener en cuenta que al momento que el operador accione el sistema, dándole inicio a la evaluación, el software toma como cero (pudiendo ser momento de inicio de fase) la posición actual del cable, es decir, no importa que tan desenrollado o no este el cable del encoder, cuando se inicia la prueba esa posición en la que esta es 0 de desplazamiento para el equipo y a partir de esta comienza a medir y estimar los datos (Vaccharini, et al. 2016).

1.7.2.4.1 **Descripción de las variables posibles.**

Para comenzar a describir cada una de las variables que puede arrojar esta herramienta para la evaluación o control del entrenamiento, antes que nada, se debe interpretar como se determina cada fase y que representa cada una de las variables en las gráficas en relación al gesto medido.



Cada fase tiene un comienzo y un final, cuando se invierte el movimiento, es decir, se deja de bajar para empezar a subir (generalmente Fase concéntrica o Positiva), o cuando se deja de subir para empezar a bajar (generalmente Fase Excéntrica o negativa), se detecta el valor medio de velocidad 0, siendo este punto el indicador para demarcar el Inicio de Fase o el final de Fase.

- Tiempo de Fase: Es el valor de la duración de la fase expresado en unidad de tiempo.
- Distancia de Fase: Es el valor de la duración de la fase expresado en unidad de longitud.
- Pico: El pico se considera el valor más alto encontrado dentro de la fase según la velocidad de muestreo (cada 2 ms, si es de 500 Hz, o cada 1 ms si es de 1000 Hz). Gráficamente se observa como el punto más alto de la curva, dentro de cada fase concéntrica o el más bajo en la fase excéntrica.
- Media Total: Es el valor promedio de todos los valores registrados, desde el inicio de la fase hasta el final de la fase.
- Media Impulsiva (0 m/s²): Es el valor promedio de todos los valores registrados desde el inicio de la fase hasta que se alcanza el último valor 0 m/s² de aceleración, dentro de la fase.
- Media Propulsiva (-9,81m/s²): Es el valor promedio de todos los valores registrados desde el inicio de la fase hasta que se alcanza el último valor -9,81m/s² de aceleración o el final de la fase, sino se alcanza dicho valor, coincidiendo entonces con la Media Total.
- Pico/Tiempo: Momento en el cual se encuentra el valor Pico dentro de la fase, expresado en ms y tomando como 0 inicio de la fase.
- Pico/Distancia: Momento en el cual se encuentra el valor Pico dentro de la fase, expresado en metros y tomando como 0 inicio de la fase de cada repetición.
- Fase Impulsiva (%): Porcentaje del tiempo de la fase en el cual se alcanzó el último valor 0 m/s² de aceleración, dentro de la fase.

El poder interpretar el alcance de todas las variables, es determinante para poder seleccionar la más conveniente y entonces realizar una correcta aplicación (Vacarini, et al. 2016).



Figura 2.8. Curva de desplazamiento y aceleración en Sentadilla barra tras nuca a máxima impulso de ejecución, realizado al 38,9% de 1RM. La fase impulsiva representa el 45,08% del total de la fase.

A partir del trabajo publicado por L. Sanchez-Medina 1, C. E. Pérez, J. J. González-Badillo, (2010), llamado “Importance of the Propulsive Phase in Strength Assessment”, las diferentes empresas que fabrican encoders comienzan a incorporar criterios a las variables observadas, la fase acelerativa o impulsiva, y la propulsiva. En esta investigación se manifiesta la importancia de la fase propulsiva, que representa la parte acelerativa + la inercia del movimiento, sin la parte de frenado, si es que lo tuviera. Los autores definen lo propulsivo como todo el periodo por encima de 0 de fuerza. En dicho trabajo, se observa tanto la fase impulsiva figura 2.9 (imágenes B y D), que llama acelerativa (Accelerating), como la propulsiva (imágenes A y C), pero en ella la curva es de potencia y no de aceleración.

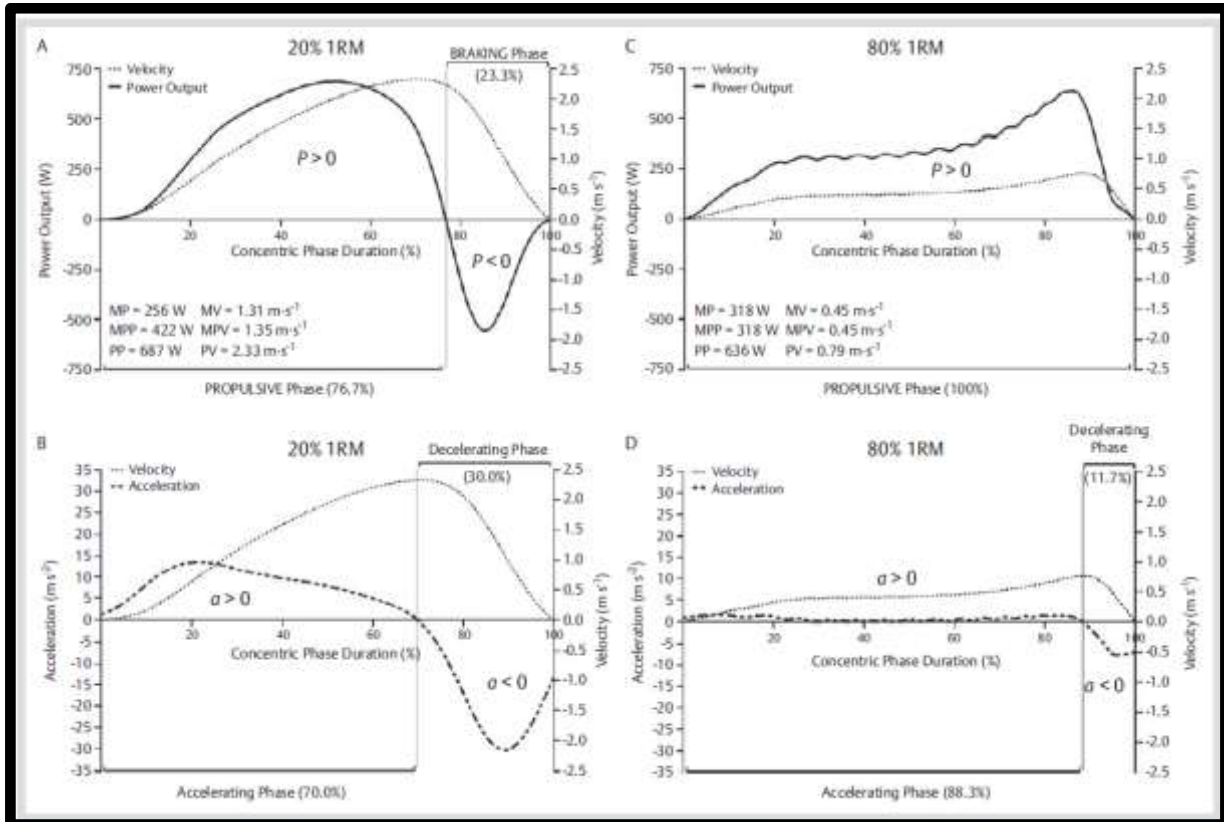


Figura 2.9 Badillo, 2010.

Para dimensionar este criterio hay que interpretar las limitaciones de un Encoder o el medio que se use, ya que, si el mismo análisis se hiciese en una plataforma de fuerza, para una sentadilla con el máximo impulso y elevación de talones, cuando se despega de la plataforma de fuerza ya no puede medir y el encoder lo sigue haciendo, lo cual agrega un valor si se mira la fase propulsiva y no lo hará si comparo la fase impulsiva.

Sin duda que habría mucho más para desarrollar, pero no corresponde al objetivo del presente trabajo, ya que la necesidad solo radica en una descripción general de los Encoders Rotatorios y su alcance para la aplicación del presente trabajo.



1.7.3 Capítulo III Fundamentos Específicos: Enfoque Psicológico y Fisiológico

1.7.3.1 Enfoque Psicológico

Como toda herramienta de control de carga interna, manifiesta un comportamiento y una respuesta biológica, que en este caso tiene un impacto Psico-Fisiológico, dando una amplitud mayor de respuesta en comparación a otros medios de control de carga interna, a pesar de ser una herramienta subjetiva.

Al preguntar el valor de la escala al sujeto, la emisión de esa respuesta es subjetiva a un estímulo de entrenamiento y sin duda está influenciado por factores psicológicos y por factores situacionales de la prueba (Eston, 2012; como se citó en Herrera Díaz, 2013), esta situación ha generado algunas críticas, pero realmente esto demuestra su fortaleza de poder adaptarse al contexto y responder según ellas hayan influenciado al sujeto. El valor radica en poder observar los cambios que manifiesta el sujeto en función al impacto que genera todo su contexto, incluida la carga externa.

En respuesta a diferentes sugerencias de su inconsistencia, algunos autores argumentan que el modelo de Borg mide un rango de intensidad, que es el mismo en cada sujeto (del mínimo al máximo posible) y por tanto no afecta a las comparaciones intrasujeto. (Impellizzeri; Borg; Coutts, 2011; como se citó en Herrera, 2013)

Retomando a Marcora (2009), qué tan diferente podría ser para un individuo que tanto los “anclajes” verbales y/o imágenes, tuvieran una orientación diferente, es decir, que en vez de relacionarlo al esfuerzo tuviera una orientación hacia calificaciones de hedonicidad (agradable/desagradable, cómodo/incómodo), la representación emocional sería totalmente diferente, ya que se involucran otros aspectos de su psiquis, y por lo cual los resultados podrían



ser muy distintos.

Entonces, es muy importante para su funcionamiento que los “anclajes” verbales y/o imágenes que utiliza, estén asignados a valores numéricos concretos, para permitir determinar niveles de (RPE o PSE) (Gutiérrez López, 2000). Habiendo dejado en claro que todos los conceptos de los “anclajes” tratan de expresar el esfuerzo, también es trascendental a la hora de la interpretación de la escala por los sujetos que la utilizan, qué posición ocupa dentro de la escala, ya que si a un mismo número, por ejemplo: 4 (en la escala CR 10), si en vez de decir algo pesado indicaría algo fácil, como lo hacen algunas otras escalas el análisis sería muy distinto (Figura 3.1). Esto no significa un juicio de valor sobre cada escala, sino simplemente el hecho de tener muy en cuenta que el valor numérico asociado “anclaje” a un concepto es lo que determina su utilización. ya que desde el aspecto psicológico la interpretación del esfuerzo del sujeto y su representación serán totalmente diferentes, con lo cual comparar al utilizar 2 escalas diferentes es muy poco recomendable.

Relación teórica-aproximada entre porcentajes de 1RM y los valores de la escala de PSE				
Valor	Percepción	~ % RM	Valor	Percepción de Esfuerzo
0	Extremadamente fácil	Hasta 30 %	0	Nada
1			0,5	Extremadamente Leve
2	Fácil	40%	1	Muy Leve
3	Fácil	50%	2	Leve
4	Algo Fácil	60	3	Moderado
5	Algo Fácil	65	4	Algo Pesado
6	Algo Duro	70	5	Pesado
7	Algo Duro	85% -90%	6	
8	Duro	91 -95%	7	Muy pesado
9	Duro	96-98%	8	
10	Extremadamente Duro	100	9	
			10	Extremadamente Pesado

Figura 3.1. En el margen izquierdo vemos la relación entre PSE tras la realización de la 1er. a 3er. repetición y el porcentaje de 1RM (escala OMNI-RES) (Day y Col.2004; Pincivero, et al. 2003 y datos Naclerio 2005 no publicados) y del lado derecho escala original.

Ya abordado el valor del “anclaje”, el siguiente punto, y no menor, es que tipo de instrucciones se dan a los participantes, o la precisión de las preguntas formuladas al implementar una escala RPE o PSE, estos puntos podrían influir en la respuesta dada y, como resultado, pueden tener considerables implicaciones en la comprensión del estrés psicofisiológico durante una tarea (Abbiss, et al. 2015). En este sentido, la creación de un protocolo para la explicación de la escala y el tipo de pregunta a realizar, para la recolección de los datos, es muy importante para reducir las interpretaciones de los sujetos o las modificaciones que puedan surgir si la recolección la realiza más de una persona.

El valor de la escala que puede expresar el sujeto también puede estar afectado por el contexto social, es decir, la influencia de los estímulos presentes en el entorno, como por ejemplo la presencia o no de otros participantes en la tarea y/o al momento de registrar el valor. Un ejemplo claro de este último planteo sería el hecho de pedir el valor de escala en forma grupal sabiendo



que su respuesta puede estar condicionada por las respuestas de sus compañeros (contexto social). Este es un simple ejemplo de las limitaciones que puede tener en este sentido, pero también es de una simple solución al pedir que cada uno señale la escala sin decir nada y sin que los compañeros vean cuál fue el valor elegido, o en la actualidad realizar por una aplicación o formulario que lo hagan de manera individual.

Sin duda que algunos tipos de síntomas relacionados con el esfuerzo percibido no están específicamente relacionados con procesos fisiológicos, algo que se viene poniendo de manifiesto en investigaciones diferentes Borg (1998) y Noble y Robertson (1996) (como se citó en Díaz Ocejo, et al. 2009).

En futuros estudios sobre los mecanismos que determinan el rendimiento del ejercicio se debe investigar no sólo la fatiga muscular periférica, sino también los complejos vínculos entre la "psique" (Conjunto de actos y funciones de la mente) y la activación neuromuscular Marcora (2009). La respuesta a este pedido del investigador realizada varios años atrás puede responderse por la enorme cantidad de investigaciones que se han realizado utilizando RPE o PSE, y sin duda reafirma lo planteado en relación a su potencialidad para realizar el control de carga interna de una manera más amplia que solo un control netamente fisiológico. Entendiendo correctamente sus criterios para un buen funcionamiento, (Tipo de anclaje, protocolo de explicación y pregunta para la recolección, contexto en el que se recolecta el dato), se reducirán los sesgos y las posibles interferencias que pongan en duda su validez o confiabilidad.



1.7.3.2 Enfoque Fisiológico

Retomando el concepto de carga interna y entendiendo que la escala de percepción es una herramienta para su control, en este caso la mirada está orientada netamente a la respuesta orgánica. Esto se refiere entonces al impacto fisiológico total que experimenta la persona, es decir la respuesta perceptiva a la carga externa que fue diseñada por el entrenador, series, repeticiones, porcentaje de 1RM, velocidad de ejecución, etc. Comprender cómo funciona la percepción de dicha carga interna, es determinante para entender la importancia y el funcionamiento que posee la utilización de la escala Gutiérrez López J. (2000).

Observar los factores que influyen en el RPE o PSE de manera aislada durante el ejercicio, es extremadamente complicado, ya que se cree que el RPE o PSE está influenciado por numerosos factores, incluidos el esfuerzo, la tensión, el dolor, las molestias y/o la fatiga. De hecho, numerosos estudios han demostrado que las perturbaciones fisiológicas significativas, como un aumento de la frecuencia cardíaca, la ventilación, el consumo de oxígeno y la acidosis metabólica (disminución del pH), producen un mayor RPE o PSE. En consecuencia, la asociación entre los cambios en el RPE y el estado fisiológico se han utilizado como evidencia de la fuerte validez de la escala RPE, (Abbiss, et al. 2015). Las altas correlaciones entre los marcadores de estrés metabólico (p. ej. Concentración de lactato en sangre, % VO₂max, etc) con RPE o PSE durante el ejercicio incremental dan muestra de esta importante relación (Robertson, (1996) como se citó en Marcora, 2009).

Un RPE más alto se asocia típicamente con un aumento del estrés fisiológico y de la fatiga, entonces desde una mirada aplicativa se puede decir que la tensión o carga fisiológica crece linealmente con respecto a la intensidad del ejercicio y que la percepción del esfuerzo debería seguir el mismo incremento lineal o similar Gutiérrez López J. (2000), explicando de esta manera



su relación directa con el incremento de la carga, y sin descuidar la fatiga que puede estar influenciada por la duración de la actividad y no solamente por la intensidad.

Robertson, et al. (2003), encontraron que el aumento de la concentración de lactato sanguíneo se manifestaba con incrementos proporcionales entre la cantidad de Mm/L medido y el valor de escala registrado, por ende, a más Lactato mayor valor se registraba en la escala de RPE. De igual manera encontraron la respuesta mioeléctrica del músculo (medido en milivolts y no en Hz) es decir, cuán grande es el cambio de la carga eléctrica en el músculo, no la cantidad de Hz que envía el sistema nervioso, aunque existe relación se miden con instrumentos diferentes.

Otros investigadores también analizaron la respuesta metabólica y la neurofisiológica confirmando una asociación estadísticamente significativa entre RPE (escala), con la concentración de lactato sanguíneo, y la actividad eléctrica muscular (medido con electromiograma de superficie) (Pincivero, et al. 2004) y (Lagally, et al.; 2002; Suminiski, 1997 como se citó en Naclerio, 2005).

Queda muy claro que existe una alta correlación entre los estímulos metabólicos propuestos y el esfuerzo percibido, este último relacionado con todo lo que significa la maquinaria sensorial. No obstante, esto no significa necesariamente que los dos estén causalmente relacionados (Marcora, 2009).

Se cree que las percepciones de esfuerzo y ejercitar están estrechamente relacionadas con la actividad dentro de varias áreas de la corteza motora, incluidas las áreas premotoras y motora primaria (Marcora, et al. 2012, como se citó en Abbiss, et al. 2015). Dichas percepciones pueden reflejar cómo el cerebro se integra y clasifica las señales de entrada resultantes de varios estímulos diferentes. (Abiss, et al. 2015)

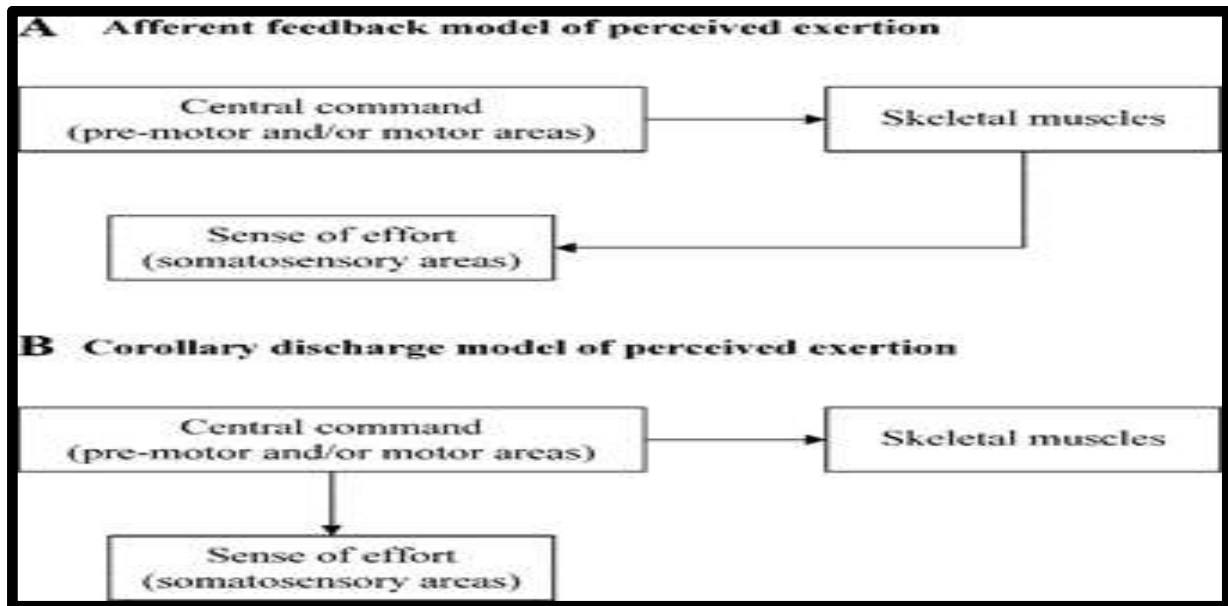


Figura 3.2. Retroalimentación aferente simplificada (UNA) y descarga del corolario (SI) modelos de esfuerzo percibido (Marcora, 2009)

Lo descrito anteriormente respalda la hipótesis sugerida hace más de 150 años de que la percepción del esfuerzo es una "sensación de inervación" (Proske, 2005, como se citó en Marcora, 2009). La falta de un mecanismo neurobiológico y el descubrimiento de la función del receptor muscular por Sherrington hizo que la mayoría de las personas creyeran que estos receptores eran responsables de todas las sensaciones relacionadas con la contracción muscular (Marcora, 2009). La figura 3.2 en la parte superior (A), grafica la creencia que se fue construyendo a partir de la información aferente exclusivamente. Sin embargo, el estado del conocimiento con el correr del tiempo fue justificando la propuesta original, a la figura 3.2 en la parte inferior (B).

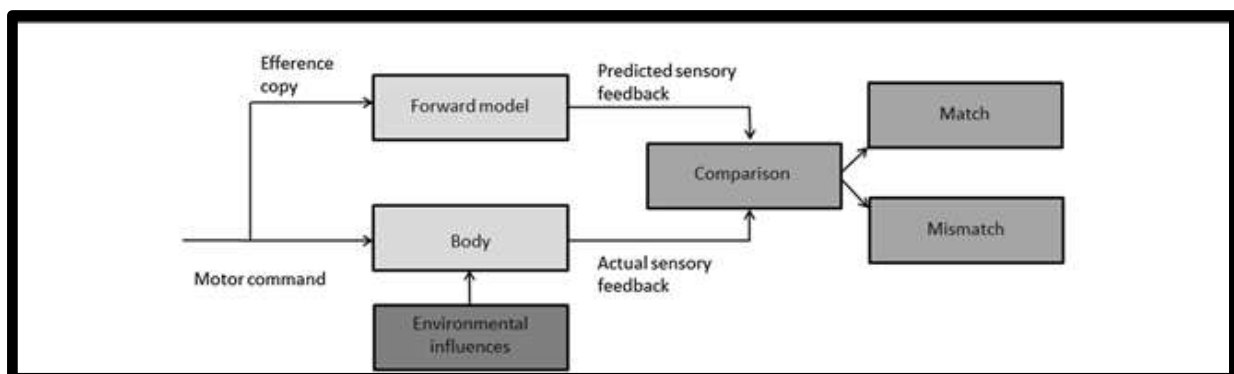


Figura 3.3 Neural regulation of perceptions associated with motor drive. An efference copy of the neural drive is sent from the motor to sensory regions of the brain in order to develop a forward model of predicted sensory feedback. This predicted sensory feedback is compared with actual sensory feedback, resulting in a match or mismatch, which alters the development of perceptions. Reproduced from Bubic et al. with permission (Abbiss, et al. 2015)



La figura 3.3 muestra el esquema de la “teoría de descarga corolaria”, la cual está muy bien aceptada en el ámbito científico. Esta teoría postula que se envía una copia de la eferencia del comando motor central (información saliente) directamente desde las áreas motoras a las áreas sensoriales del cerebro. De esta manera ayuda en la generación de percepciones asociadas con el aumento de la frecuencia de salida motora, es decir, que el número de copias eferentes recibidas por las regiones sensoriales dentro del cerebro también aumenta (Marcora, et al, 2012; Duncan, 2006, como se citó en Abbiss, et al. 2015)

Desde un análisis neurofisiológico, sus fundamentos explican claramente cómo responde el sujeto en función de la actividad. Las señales principales de la corteza motora son captadas por la corteza sensorial, que regula la percepción del esfuerzo. Es decir, cuando se incrementa la propagación de estímulos desde el área motora produciendo un determinado Reclutamiento de Unidades Motoras, y una Frecuencia de “*disparos*” desde el sistema nervioso central (medidos en Hz, ciclos por segundo), las señales principales también se derivan al área sensorial que responde aumentando e intensificando la respuesta subjetiva. (Lagally, et al. 2004 como se citó en Naclerio, 2004)

En la figura 3.3 también se observa, una etapa de comparación, es decir que luego que se ejecuta el mecanismo propuesto por la teoría del corolario, se produce una comparación entre la información recibida previa por el área sensorial y la que llega por las aferencias.

Se cree que la experiencia previa y la memoria son importantes en la integración compleja de los diversos factores que son responsables en última instancia de la percepción del esfuerzo y



el ejercitar. Por lo tanto, el nivel de experiencia de un individuo podría influir significativamente en la sensibilidad de tales medidas por (Gibson, et al. 2006. como se citó en Abbiss, et al. 2015)

Las interacciones de estos sistemas (regulación de las sensaciones) pueden caracterizarse por los diferentes neurotransmisores que dictan y crean la comunicación entre las neuronas en diferentes regiones del cerebro y las vías neuronales. De hecho, el esfuerzo percibido generalmente no está influenciado por ciertos tratamientos farmacológicos, lo que indica que los sujetos mantienen el mismo nivel de esfuerzo, independientemente de la potencia de salida producida o la temperatura interna alcanzada (Abbiss, et al. 2015)

¿Entonces la información aferente de los músculos Esquelético, Corazón y Pulmones es determinante?

En un trabajo de revisión, Marcora (2009) explica de manera muy contundente estos puntos:

A) Músculo Esquelético

Podemos observar que cuando la debilidad del músculo esquelético es inducida por una pequeña dosis de curare (un medicamento que bloquea la transmisión en la unión neuromuscular sin afectar las vías aferentes), se produce un aumento significativo de la RPE durante el ejercicio en bicicleta (Gallagher, et al. 2001). En teoría, el reclutamiento de fibras glucolíticas debido al efecto selectivo del curare sobre las fibras oxidativas puede aumentar los estímulos metabólicos y la percepción del esfuerzo. Sin embargo, el pequeño aumento en la concentración de lactato en sangre (0.36 mM) en comparación con el



aumento desproporcionado en el esfuerzo percibido (4.8 puntos en la escala RPE de 15 puntos de Borg) argumenta en contra de esta hipótesis.

Finalmente, la evidencia convincente contra la suposición generalizada de que el esfuerzo percibido surge de la retroalimentación muscular aferente es proporcionada por experimentos usando anestesia epidural. De hecho, a pesar de una marcada reducción en las entradas sensoriales de las extremidades inferiores, el RPE o PSE durante el ejercicio de ciclismo no cambia o aumenta con el bloqueo espinal (Kjaer, et al.1999; Smith, et al. 2003). El último efecto se debe a la debilidad muscular inducida por la anestesia epidural utilizada en estos estudios y al aumento compensatorio en el impulso neural central a las motoneuronas que inervan los músculos locomotores. Incluso cuando esta reducción en la fuerza muscular se tiene en cuenta al hacer ejercicio a la misma intensidad relativa, RPE no se reduce mediante el bloqueo de las entradas sensoriales de las extremidades inferiores (McCloskey, 1989 por Marcora, 2009).

B) Corazón

Al parecer los sujetos normales no prestan atención a las señales cardíacas aferentes cuando califican el esfuerzo percibido. Además, los pacientes con trasplante cardíaco (que tienen un corazón desnervado) informan una percepción normal del esfuerzo durante una prueba de ejercicio incremental. (Myers, 1987, por Marcora, 2009)

A) Pulmones:

Los pacientes con trasplante doble de pulmón pueden estimar la magnitud de las cargas resistivas inspiratorias en relación de un sentido normal del esfuerzo. Se han obtenido resultados similares



en sujetos sanos con vías respiratorias anestesiadas (Martin, et al. 2003; Burki, et al.1983, como se citó en Marcora, 2009).

La respuesta que se obtiene de una persona al pedirle que registre la percepción, incluye mecanismos muchos más complejos de los que se asumen desde la observación. La teoría del corolario y los argumentos presentados con relación al comportamiento de la percepción al reducir la información aferente, ponen de manifiesto la importancia del mecanismo central a nivel cortical que determinan el valor de la respuesta que se va a registrar y por ende el nivel de precisión que puede tener dicha respuesta. Más allá de ser subjetiva y que esto haya generado muchas críticas, todo el respaldo científico e investigaciones que posee la RPE o PSE, la colocan como una de las herramientas más abarcativas y de mayor precisión para realizar el control de la carga interna.

1.7.4. Capítulo IV Utilización: Beneficios y Alcances

1.7.4.1 Beneficios

El concepto de auto regulación data de muchos años atrás, Mann (2011) en su tesis de Doctor en Filosofía, lo desarrolla. En ella explica cómo este tipo de criterio ya fue abordado por Delorme por el año 1945, también manifiesta que es un concepto muy abordado por Siff, en el cual desarrolla en el libro superentrenamiento del año 2000. La autorregulación es una forma de periodización que se ajusta a las adaptaciones de los atletas individuales día a día o semana a semana. Mann, et al. (2010) en su trabajo de investigación compara, un programa específico de autorregulación derivado del sistema original, descrito previamente, de resistencia progresiva autorreguladores (APRE, de sus siglas en inglés autoregulating progressive resistance exercise), para compararlo con un trabajo lineal de periodización de carga. Demostraron que cuando la



carga de entrenamiento se ajustó semanalmente en función del rendimiento de la semana anterior, los resultados de fuerza fueron significativamente mayores que cuando la carga se asignó previamente a % 1RM sin tener en cuenta el rendimiento reciente. Los resultados indican que el APRE fue más efectivo que los medios de programación periodización lineal para aumentar la fuerza en el press de banca y la sentadilla durante un período de 6 semanas. Regular el volumen en función de la preparación y la fatiga sesión por sesión para garantizar que el estímulo apropiado genere la mejor adaptación, parece ser una propuesta muy válida (Helms, et al. 2017).

Como se describió previamente la escala de Borg data de los años 40, más allá que se publica en el año 1959, dejando en claro que muchos conceptos que parecen actuales están contruidos muchos años atrás, tal es así, que el concepto de la escala permite al deportista autorregularse, más allá de solo poder indicar un valor.

Las evaluaciones de Fuerza Máxima a través de tests directos e indirectos para detectar o estimar 1RM han sido ampliamente usados en todo el mundo durante una gran cantidad de años, las cuales son aceptadas. Sin embargo, la validez del porcentaje de prescripción 1RM depende de los niveles diarios de fuerza del atleta en comparación con la prueba 1RM previa al entrenamiento. Un atleta sin una amplia experiencia de entrenamiento de fuerza puede experimentar cambios en su 1RM después de sólo unas pocas sesiones de entrenamiento y el 1RM obtenido puede no representar con precisión la verdadera capacidad del atleta debido a las fluctuaciones diarias en la preparación y recuperación biológica (González-Badillo, et al. 2010, Jovanovic y Flanagan, 2014. como se citó en Zourdos, 2016).

Si una prueba de 1RM o RM es reflejo de un desempeño anormal, positivo o negativo, las cargas de entrenamiento posteriores serían más livianas o pesadas de lo previsto. Del mismo



modo, incluso si una prueba refleja con precisión la intensidad actual, el porcentaje de carga de 1RM subsiguiente no tiene en cuenta las fluctuaciones diarias en el rendimiento.

No hay ninguna duda que existen variaciones interindividuales en la cantidad de repeticiones que se pueden realizar con el mismo porcentaje de 1RM (Richens, 2014 como se citó en Schoenfeld, 2016), como así también en la comparación con el tipo de ejercicio y deporte que se practique. Sin embargo, durante años se ha intentado estandarizar las posibilidades de las repeticiones en relación a 1RM, descuidando desde los usuarios de dicho material, el valor individual y las adaptaciones posibles según cada perfil.

Se ha propuesto que el RPE o PSE puede ser una forma práctica “Método” de monitorear la intensidad del entrenamiento con sobrecarga Foster (1996), (1998), (2001) como se citó en Foster, et al. (2004). Tiene validez la RPE o PSE en novicios y en entrenados, porque su respuesta es similar ante un porcentaje de 1RM, ajeno del tipo de ejercicio y el nivel de entrenamiento Lagally, et al. (2004), como se citó en Naclerio (2005), dando un gran espectro para los diversos campos en los cuales se pueda utilizar no solamente pensando en alto rendimiento, es más, también es tan importante en sedentarios como entrenados, un correcto control de la carga.

En resumen, las escalas de esfuerzo percibido son un método válido para estimar la intensidad de un ejercicio o sesión de entrenamiento contra resistencia (Schoenfeld, 2016).

El análisis realizado no intenta poner en duda ni los protocolos ni las fórmulas utilizadas para estimar el 1RM, solo muestra las limitaciones que posee y la necesidad de tener un control permanente donde las escalas de percepción se tornan muy importantes para el control continuo y mejor aún para la autorregulación.



El regular la intensidad del trabajo es importante debido a los riesgos de lesiones y trastornos musculoesqueléticos que surgen de un desajuste entre la capacidad del trabajador y las demandas físicas de su trabajo (Oxford University, Occupational Medicine 2017), por ende, la necesidad de control diario e individual se hace muy importante.

En este sentido, las escalas de percepción permiten ajustar la magnitud de la resistencia a las condiciones físicas actuales del sujeto sin necesidad de test control (Robertson, et al. 2003; Lagally, 2004; Day, 2004; como se citó en Naclerio, 2005), teniendo presente que la capacidad de rendimiento actual puede variar cada día, al estar influenciada por diferentes factores. En la práctica diaria, sin tecnología, solo dependeremos de la intuición y la experiencia del entrenador, las cuales son válidas, pero con mucho margen de error, sobre todo cuando hay que dosificar cargas para varios deportistas.

La utilización de la RPE o PSE para controlar el entrenamiento de fuerza requiere de un periodo de adaptación y aprendizaje, con adecuadas instrucciones sobre su aplicación Noble y Robertson, (1996); Glasset, et al. (2004), como se citó en Naclerio (2005). Si una persona no tiene experiencia en el uso de escala se recomiendan sesiones (de 8 a 12) de adaptación al manejo de la escala para saber que el dato es valedero, para que lo desarrollado anteriormente sea lo más fiable posible es importante que el sujeto responda libremente con números, de acuerdo con las sensaciones que percibe ante un estímulo (esfuerzo físico)” Gutiérrez López. (2000). Sin embargo, con adecuadas instrucciones se pueden encontrar buenos resultados en deportistas (Futbolistas) sin adaptación previa en comparación con datos de otros deportistas con experiencia en la utilización de la PSE o RPE. La conclusión a la que se llegó es que depende más de haber tenido experiencia



en el entrenamiento de fuerza que experiencia en la utilización de la escala perceptiva, siempre y cuando la utilización y las instrucciones sean correctas.

Sin duda que en la actualidad el control de la velocidad en los entrenamientos contra resistencia es muy aceptados, utilizando diferentes medios, como acelerómetros, aplicaciones, sistemas optoelectrónicos y transductores de posición (Encoders rotatorios). Una limitación clara es la disponibilidad de dichos equipos como así también el control de manera grupal, adicionalmente, también se sabe, que aparece un perfil de velocidad individualizado, que depende de múltiples factores (es decir, la longitud de las extremidades y la edad de entrenamiento) determinado para prescribir con éxito cargas de entrenamiento basadas exclusivamente en la velocidad (Jovanovic, como se citó en Zourdos, 2016), lo cual limita la posibilidad de extrapolar cargas a diferentes sujetos, a pesar de tener 1RM similar. Es posible que un enfoque combinado de usar el porcentaje 1RM con un rango de referencia RPE o PSE podría ser una alternativa práctica y precisa para desarrollar un perfil individual de velocidad-carga si la tecnología para hacerlo no está disponible (Zourdos, 2016).

Los siguientes puntos intentan resumir los beneficios que poseen el utilizar las escalas de percepción:

- Es muy fácil de entender y utilizar.
- Permite comparaciones de RPE o PSE entre ejercicios.
- Permite otorgar una calificación al ejercicio.
- Permite calificar niveles de esfuerzo de forma relevante para cada sujeto.
- Utiliza un lenguaje consistente y común.



- Emplea expresiones sencillas que denotan grados de intensidad, con elevado acuerdo entre sujetos Gutiérrez López. (2000).

-Permite la autorregulación del sujeto.

-Es de fácil acceso para cualquier sujeto (impresa o de forma digital).

1.7.4.2 **Alcances**

El uso de las diferentes escalas, con el correr del tiempo, se han instalado en el ámbito del deporte y la actividad física. En lo referido al entrenamiento de fuerza y su validez en relación al incremento proporcional de la RPE o PSE y el porcentaje de 1RM, existen múltiples trabajos que confirman no sólo su validez, sino también su confiabilidad. Trabajos como Gearhart, et al. (2002); Alison Egan (2004); Legally y Robertson (2006); Robertson, et al. (2008); Naclerio, et al. (2011); Naclerio y Larumbe-Zabala (2016); Naclerio y Larumbe-Zabala (2018), por solo nombrar algunos dan cuenta de esto.

Durante los procesos de investigación se fueron intentando establecer ciertos límites que permiten especificar más su aplicación. En ese sentido según McGuigan, et al. (2004) se puede marcar que no se hallaron diferencias significativas entre los valores promedios entre sexos. Revisiones posteriores han estudiado las diferencias entre hombres y mujeres, los cuales muestran resultados confusos sin poder mostrar un patrón determinado de comportamiento o un criterio común por aplicar. (Morishita, 2013). También, varios estudios han investigado las diferencias en los efectos de la contracción muscular concéntrica y excéntrica en el RPE. Estos estudios han demostrado que el ejercicio concéntrico provoca una mayor respuesta perceptual (mayor RPE) que el ejercicio excéntrico con la misma carga de trabajo absoluta (Hollander, et al. 2003), (2008 como se citó en Morishita, 2013), cuestión que se explica al saber que el valor de la fuerza máxima



excéntrico es mayor que la concéntrica dinámica, manifestando de esta manera la sensibilidad de la RPE o PSE.

1.7.4.2.1 **Como control de ejercicio**

La mayoría de los trabajos han analizado la respuesta en la fase positiva del movimiento, es decir, la fase concéntrica y muchos trabajos han utilizado de manera indiferente hombres y mujeres.

Una de las limitaciones que presenta la escala está asociada al número de repeticiones con el cual se asocia el porcentaje de 1RM, varios investigadores han utilizado la primera repetición de cada carga desplazada y otros al final de la serie, pero siempre realizando muy pocas repeticiones ajeno al valor porcentual de la carga.

1.7.4.2.1.1. **Repeticiones y RPE**

En el trabajo realizado por Naclerio, et al. (2011), compara en un ejercicio de press de banco, el comportamiento de la escala OMNI-RES, en 4 momentos diferentes: 1° repetición; en la 3° repetición; al caer un 10% la potencia media en relación con la primera y al fallo muscular. La figura 4.1, muestra cómo al aumentar las repeticiones a un mismo valor de carga externa la RPE o PSE aumenta, con lo cual es muy importante asociar el valor de RPE-% de 1RM a un rango de repeticiones.

TABLE 4. Mean \pm SD of the variables related to the RPE determined in each evaluated range.*

Variables	1 RM ranges						
	30-40%	>40-50%	>50-60%	>60-70%	>70-80%	>80-90%	>90%
RPE I	2.2 \pm 1.2	2.3 \pm 1.2	2.1 \pm 1.7	2.8 \pm 2.2	6.4 \pm 1.1	7.0 \pm 1.1	8.0 \pm 0.1
RPE 1_3 rep	2.2 \pm 1.2	2.4 \pm 1.4	2.2 \pm 1.6	3.2 \pm 2.2	6.8 \pm 1.0	7.7 \pm 1.1	8.6 \pm 0.2
RPE_10%	4.4 \pm 1.7	5.5 \pm 1.7	4.4 \pm 1.3	6.0 \pm 1.8	7.8 \pm 1.0	8.4 \pm 1.2	9.3 \pm 0.3
RPE F	9.8 \pm 0.4	9.8 \pm 0.3	9.9 \pm 0.3	9.7 \pm 0.7	9.8 \pm 0.6	10.0 \pm 0.2	10.0 \pm 0.1

*RPE I = OMNI-RES scale value determined after doing the first repetition of each corresponding set; RPE 1_3 rep = OMNI-RES scale value of the first 3 repetitions of each corresponding set; RPE_10% = OMNI-RES scale value produced when a 10% decrease in average power was determined along each corresponding set; RPE F = OMNI-RES scale value produced immediately after the end of each corresponding set.

Figura 4.1 Naclerio, et al. (2011).

1.7.4.2.1.2. Repeticiones en reserva

Como una propuesta de solución a lo planteado recientemente, surge el concepto de repeticiones en reserva (RIR repetitions in reserve), hace referencia a poder asociar la percepción a una carga determinada cuantas repeticiones más podría haber realizado.

En la literatura se han publicado diferentes rangos de repeticiones posibles asociados a un % de 1RM (Baechle y Earle), como se citó en Zourdos, et al. (2016) presentan una tabla que indica el número de repeticiones permitidas dentro de una serie dada para un porcentaje dado de 1RM. Como ya fue mencionado, es muy importante aclarar la necesidad de contextualizar datos como el mencionado recientemente, los valores de repeticiones para un determinado porcentaje de 1RM están muy condicionados por el tipo de ejercicios, tipo de deportista, sexo, medio para evaluar, etc. ejercicios realizados en máquinas guiadas pueden tener un comportamiento diferente al realizarlo con pesos libres.

Por otro lado, ya mucho más estudiado, poder monitorear la fatiga, con la RPE o PSE relacionada a diferentes porcentajes conocidos de 1RM, permite a los individuos poder relacionar con un valor porcentual de 1RM y usar esta escala como un método práctico y objetivo de AR

(Autorregulación), sin embargo, una escala RPE o PSE basada en RIR (es decir, una escala combinada) es una aplicación más abarcativa en el ámbito científico. Aunque (Zourdos, et al. (2016) introdujo una escala basada en RIR en la literatura científica, una escala de este tipo se creó originalmente en el "Manual de sistemas de entrenamiento reactivo" en 2008 para ser utilizada en el entrenamiento de tipo powerlifting (Tuchscherer, 2008; como se citó en Schoenfeld, 2016).

RESISTANCE EXERCISE-SPECIFIC RATING OF PERCEIVED EXERTION (RPE)	
Rating	Description of Perceived Exertion
10	Maximum effort
9.5	No further repetitions but could increase load
9	1 repetition remaining
8.5	1-2 repetitions remaining
8	2 repetitions remaining
7.5	2-3 repetitions remaining
7	3 repetitions remaining
5-6	4-6 repetitions remaining
3-4	Light effort
1-2	Little to no effort

Figura 4.2. Escala experimental Zourdos, et al. (2016).

En uno de los estudios realizados por (Zourdos, et al. (2016), que tuvo como objetivo principal comparar las clasificaciones de RPE basadas en RIR, por lo que un RPE 10 es igual a 0 RIR, un RPE 9 es igual a 1 RIR, y así sucesivamente al 100% (Test de 1RM y luego 1 repetición a 60%, 70%, 75 % y 90% de 1RM, para luego realizar una serie de 8 el 70% de 1RM, se preguntó la escala al final de cada serie y en la repetición 1 y 8 de la serie al 70%. La muestra fue dividida en 2 grupos: experimentados, 2 años o más y una frecuencia mínima de entrenamiento en

sentadillas de una vez por semana, estos fueron clasificados como ES ($n = 15$, 12 hombres y 3 mujeres) y los novatos, de menos de 1 año de experiencia en entrenamiento y que habían realizado la sentadilla al menos una vez cada 2 semanas se clasificaron como NS ($n = 14$, 11 hombres y 3 mujeres) todos en edad universitaria. El estudio se realizó sobre sentadillas tras nuca hasta muslo paralelo como mínimo.

Otro objetivo era determinar si efectivamente había una relación inversa entre RPE / RIR y la velocidad promedio, lo que indicaría si RPE / RIR era o no una medida válida de intensidad del entrenamiento contra resistencia.

TABLE 2. 95% confidence intervals, median, and interquartile range for RPE at 100%, 90%, 75%, and 60% of 1 repetition maximum for experienced and novice experimental groups.*

	Mean \pm 95% confidence interval		Median (interquartile range)	
	ES ($n = 15$)	NS ($n = 14$)	ES ($n = 15$)	NS ($n = 14$)
RPE at 1RM†	9.80 \pm 0.18	8.96 \pm 0.43	10 (9.5–10)	9 (8.125–9.5)
RPE at 90% 1RM	7.87 \pm 0.51	7.46 \pm 0.70	8 (7.25–8.25)	7.75 (7–8)
RPE at 75% 1RM	5.18 \pm 0.54	4.89 \pm 0.70	5 (4.625–5.5)	5 (4–5.75)
RPE at 60% 1RM	3.54 \pm 0.65	3.73 \pm 0.56	4 (3–4)	4 (3–4)

*RPE = rating of perceived exertion; ES = experienced squatter group; NS = novice squatter group; RM = repetition maximum.
†Data not normally distributed.

Figura 4.3. Zourdos, et al. (2016).

La figura 4.3 muestra la relación porcentual y el valor de RPE o PSE registrado durante la investigación, claramente se observa la relación lineal entre el aumento de carga y el aumento de percepción, para ambos grupos.

TABLE 3. Percent 1RM and repetitions allowed relationship: traditional vs. proposed relationships.*

%1RM	Traditional relationship Repetitions allowed	Proposed relationship			
		Experienced squatters, $n = 15$		Novice squatters, $n = 14$	
		95% CL RPE	Repetitions allowed	95% CL RPE	Repetitions allowed
100	1	9.6–10.0	1	8.5–9.4	2–3
90	4	7.4–8.4	3–4	6.8–8.2	3–4
75	10	4.6–5.7	5–7+	4.2–5.6	5–7+
60		2.9–4.2	8+	3.2–4.3	8+

*RM = repetition maximum; CL = confidence limit; RPE = rating of perceived exertion.

Figura 4.4. Zourdos, et al. (2016).



En la figura 4.4 se observan las repeticiones en reserva registradas para cada grupo (Experimentados y novatos) y la relación con el porcentaje de 1RM. Se muestra en tres grupos diferentes, tradicionales y los 2 pertenecientes a la investigación.

El estudio también comparó las velocidades medias entre cada grupo para cada serie de trabajo, mostrando solo diferencias significativas en los porcentajes del 90% y 100% de 1RM.

Se concluyó que es un medio válido para la autorregulación, que es útil para asegurar que se aplique la tensión fisiológica adecuada al músculo; por lo tanto, la escala RPE o PSE basada en RIR es una herramienta valiosa para estresar adecuadamente al músculo dentro de un macrociclo anual (Zourdos, et al. 2016), principalmente cuando se utilizan valores porcentuales elevados (<75% de 1RM).

En las discusiones planteadas por el autor, indica la posibilidad de realizar más repeticiones para poder reconocer con mayor precisión las repeticiones realizables posibles (RIR) principalmente a cargas bajas, de igual manera para ver el impacto en el registro de la RPE o PSE. Volcado a un contexto en el que se entrena con grupos grandes y/o diferentes ejercicios, los cuales se realizaron por debajo del 75% de 1RM su aplicación sería muy limitada. Adicionalmente, la investigación no reporta si incluye o no el peso corporal al cálculo del RM, con lo cual restringiría más aún el rango de trabajo válido, y que, si no se lo incluye, que sería lo esperable al no informarlo, el 75% de 1RM sin peso corporal, representa un porcentaje mayor del 1RM cuando se incluye en la fórmula el peso corporal.

Por lo tanto, para los ejercicios más comunes (sentadillas, press de banca, etc.) principalmente realizar series dentro del rango de RPE o PSE de 6–8 (es decir, 2–4 RIR) puede ser una estrategia apropiada para evitar daños musculares excesivos y reducciones en la intensidad (Schoenfeld, 2016), como medio para la autorregulación.



1.7.4.2.1.3 Escala de Velocidad

Como otra estrategia de Escala de percepción, surge la escala de percepción de la velocidad. Apoyado en los trabajos del grupo de investigación de González Badillo, el uso del control en el entrenamiento contra resistencias a través de la velocidad de ejecución y su relación con los diferentes porcentajes de 1RM ha crecido mucho en los últimos 10 años.

En la Tesis Doctoral Iker Bautista González (2012), se válida para el press de banca, la nueva escala de percepción de la velocidad. Los resultados obtenidos muestran que la nueva escala de percepción de la velocidad es válida para correlacionar el valor de la velocidad media obtenida y el valor subjetivo de la velocidad, con lo cual, utilizando dicha escala en nuestro entrenamiento habitual, podemos cuantificar la intensidad del ejercicio sin necesidad de utilizar un dispositivo de desplazamiento lineal para tal fin. A partir de la propuesta de investigaciones futuras, en la Tesis Doctoral Miguel Herrera (2013), realiza una propuesta de validación sobre dicha escala en Sentadilla máquina Smith, como una de sus 3 investigaciones, la cual muestra una correlación inversa en el incremento del valor de escala y el descenso de la velocidad media para cada carga dada $r=0,899$ $p<0.01$.

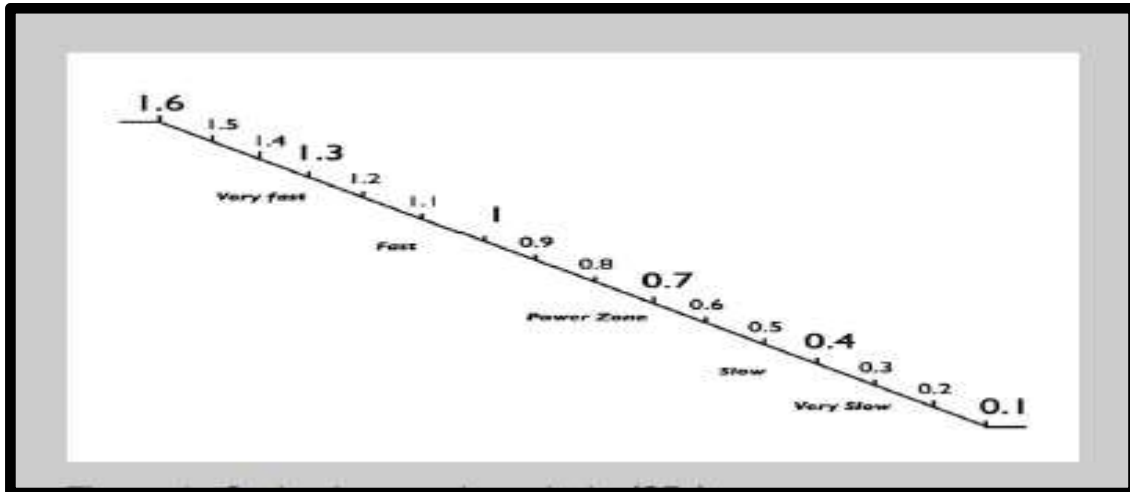


Figura 4.5. Bautista, et al. (2012). Escala perceptiva de velocidad

Uno de los directores de dicha Tesis Doctoral fue el Doctor Iker Bautista González (2012), que años después publica una de las líneas de investigación de la tesis que realizaron juntamente con Herrera. Entonces Bautista, et al. (2016), realiza una investigación con la intención de encontrar si la velocidad real de ejecución (Velreal) está relacionada positiva y linealmente con la velocidad percibida (Velscale), pero esta vez en sentadilla profunda en máquina smith. La muestra fueron 11 jóvenes esquiadores de nivel internacional ($n = 8$ niños y 3 niñas) de edad, peso, altura y la relación 1RMest / peso corporal fueron 15.4 ± 1.12 años, 63.6 ± 11.56 kg, 166.8 ± 8.83 cm, y 1.61 ± 0.40 , respectivamente. Todos los participantes tenían al menos 1 año de experiencia en entrenamiento de fuerza que involucra la sentadilla tras nuca profunda.

Se realizaron 3 sesiones, 2 fueron de validación y una de familiarización, para las 3 hubo un tiempo mínimo de 72hs de separación entre cada una. En la primera sesión, los sujetos se familiarizaron con el SPV y se realizó una prueba de carga incremental para determinar 1RMest. Se usó un sistema de velocidad lineal (T-Force System; Ergotech) para registrar la velocidad media alcanzada usando cada carga y las variables 1RMest para las 2 sesiones de validación, los sujetos realizaron el calentamiento general y específico del ejercicio, y luego realizaron series 20, 30, 40, 50, 60 y 70% de 1RMest en orden aleatorio.

Todos los participantes realizaron un total de 4 repeticiones en cada serie evaluada de las cuales se registró el valor promedio de las repeticiones de la velocidad media (Velreal) y el valor de la SPV al finalizar la serie marcando en una escala impresa respondiendo a la pregunta de a qué velocidad sentían que la carga había sido desplazada (Velscale). Se permitieron tres minutos de descanso entre series, a excepción de las últimas 2 intensidades cuando el período de descanso fue de 5 minutos.

Para evitar que el atleta identifique cada resistencia a vencer, se usó un sombrero y anteojos de esquí para evitar la visión lateral.

Coefficientes de correlación de Pearson entre la velocidad real y la velocidad percibida en ambas ocasiones de prueba y en todas las intensidades analizadas. *

	20% 1RMest		30% 1RMest		40% 1RMest		50% 1RMest		60% 1RMest		70% 1RMest	
	r	R ²	r	R ²	r	R ²	r	R ²	r	R ²	r	R ²
Sesión 1	0,92 †	0,85	0,96 †	0,82	0,90 †	0,81	0,81 †	0,66	0,89 †	0,79	0,93 †	0,86
Sesión 2	0,96 †	0,92	0,91 †	0,83	0,93 †	0,86	0,90 †	0,81	0,58	0,33	0,96 †	0,92

* 1RMest = una repetición máxima estimada. † p = 0.01.

Figura 4.6. Bautista et al. (2016) Escala perceptiva de velocidad.

Análisis estadístico descriptivo y de confiabilidad de las variables de resultado (velocidad real [Velreal] y percepción velocidad [Velscale]) en todas las intensidades medidas. *

% 1RMest	M ± SD	95% CI M	CV (IC 95%)	SEM	ICC2.1 (IC 95%)	p	
20	Vel _{real}	1.39 ± 0.20	1.25–1.52	3,1 (2,2–5,6)	0,04	0,95 (0,82 a 0,99)	0,136
	Vel _{escala}	1.37 ± 0.20	1.24–1.51	4,3 (3,0–7,7)	0,05	0,91 (0,71 a 0,98)	0,130
30	Vel _{real}	1.26 ± 0.11	1.20–1.34	2,8 (2,0–5,0)	0,03	0,92 (0,72 a 0,98)	0,480
	Vel _{escala}	1.26 ± 0.13	1.16–1.35	4,0 (2,8–7,1)	0,05	0,83 (0,49 a 0,95)	0,402
40	Vel _{real}	1.15 ± 0.10	1.08–1.22	3,3 (2,3–5,9)	0,04	0,81 (0,43 a 0,94)	0,210
	Vel _{escala}	1.16 ± 0.08	1.08–1.26	5,2 (3,6–9,2)	0,06	0,70 (0,20 a 0,91)	0,864
50	Vel _{real}	1.06 ± 0.07	1.01–1.11	4,6 (3,2–8,3)	0,05	0,58 (0,01 a 0,87)	0,748
	Vel _{escala}	1.06 ± 0.11	0.99–1.14	7,2 (5,0–13,1)	0,07	0,66 (0,27 a 0,91)	0,687
60	Vel _{real}	0.87 ± 0.03	0.86–0.89	3,9 (2,7–6,9)	0,03	0,13 (0,48 a 0,66)	0,299
	Vel _{escala}	0.85 ± 0.03	0.83–0.87	6,7 (4,6–12,0)	0,05	0,14 (0,66 a 0,48)	0,215
70	Vel _{real}	0.76 ± 0.09	0.70–0.82	8,3 (5,7–15,0)	0,12	0,08 (0,63 a 0,52)	0,670
	Vel _{escala}	0.70 ± 0.12	0.61–0.78	12,8 (8,8–23,5)	0,13	0,12 (0,65 a 0,49)	0,937

* % 1RMest = porcentaje de una repetición máxima estimada; M = media; IC = media del intervalo de confianza; CV = coeficiente de variación; ICC2.1 = índice coeficiente de correlación modelo 2.1; Vel_{real} = velocidad real; Velscale = velocidad de escala.

Figura 4.7. Bautista et al. (2016). Escala perceptiva de velocidad.



Los resultados obtenidos aquí indican que los puntajes de velocidad percibidos se correlacionan lineal y positivamente con la velocidad real para cada uno de un amplio rango de intensidades, mostrando excelentes coeficientes de correlación de Pearson. (Figura 4.7). La correlación entre VelReal y Velscale en función del incremento del % de 1RMest fue de $r= 0.978$ y $r= 0.979$ para cada sesión de validación ambas significativos $p<0.01$.

Es importante aclarar 2 puntos con relación a la velocidad real y la percibida:

-El primero se refiere a las diferencias entre 20% o 30% del 1RMest no se produjeron diferencias significativas entre las velocidades percibidas.

-El segundo describe que cuando la intensidad relativa era aproximadamente 40% de 1RMest la velocidad de ejecución percibida tendía a sobreestimarse. En contraste, para las intensidades relativas más altas (es decir, 60% y 70% 1RMest), la velocidad percibida se subestimó.

El investigador manifiesta que los resultados son consistentes con la investigación realizada para press de banca.

Entendiendo que no todos pueden acceder a un dispositivo que controle la velocidad, dicha escala puede ser una herramienta viable, ya que es válida y de muy bajo costo.

1.7.4.2.2. **Controlar efecto global de una sesión**

Registrando el valor al final de la sesión, lo que logramos es valorar subjetivamente el impacto global de la sesión, no focalizando la atención sobre un determinado momento del entrenamiento, sino que se busca cuantificar el total del entrenamiento.

Las puntuaciones se entregan después de la terminación de una sesión de ejercicio o entrenamiento para los fines del monitoreo de atletas. Schoenfeld (2016), cuando se realiza un control global se recomienda registrar 30' después de finalizada la sesión, para evitar la influencia



de elementos específicos, que afecten la percepción global (Day 2004), como se citó en Naclerio, 2005), es decir que al permitir una recuperación el valor no estará condicionado por la última actividad, que puede haber sido de mayor o menor intensidad-densidad que las anteriores, con lo cual si la pregunta fuese inmediata esta última actividad sería la reflejada en el valor y no la totalidad de la sesión. Aunque Fanchini, et al. (2015), en su investigación plantea no haber diferencias significativas entre tomar el registro al final de la sesión o 30 minutos después de terminar.

El uso de la RPE o PSE para controlar la intensidad y los efectos globales de la sesión de entrenamiento se recomienda especialmente para FM (Fuerza Máxima), FR (Fuerza Resistencia con sus diferentes direcciones), en deportistas y para mejorar la condición física en la población general (Lagally, et al. 2004), como se citó en Naclerio, 2005).

Esta escala podría ser una herramienta de mucha utilidad para los investigadores, entrenadores de fuerza, levantadores de fuerza recreacionales y atletas debido a la necesidad de valorar la intensidad de una sesión de entrenamiento de sobrecarga. concluyendo que el método RPE o PSE para calificar la intensidad de la sesión es un *método confiable* en el ejercicio de sobrecarga (Foster, et al. 2004).

En este sentido, el uso de la escala como control global de sesión, se ha ido instalando en diferentes deportes, ya que permite que los sujetos que provean una estimación global respecto de cuán dura fue la sesión de ejercicio, en lugar de reportar una serie de valores de RPE o PSE a través de la sesión (Foster, et al. 2004). Luego este mismo autor propone multiplicar este valor por la duración de la sesión: minutos, repeticiones o series, dando lugar a una tabla semanal que permitirá controlar la relación entre las diferentes cargas, no solo a lo largo de una semana, sino que también en un periodo de entrenamiento.

Día	Actividad de Entrenamiento	RPE de la Sesión	Duración (min o repeticiones)	Carga
Lunes	Práctica	6	120	720
	Pesas	6	64	384
Martes	Práctica	5	120	600
Miércoles	Partido	7	180	1260
Jueves	Práctica	3	60	180
	Carrera	3	40	120
Viernes	Práctica	5	120	600
	Pesas	7	72	504
Sábado	Práctica	6	120	720
Domingo	Carrera	2	25	50
Carga Semanal				5138
Monotonía (x DE)				1.43
Impacto (carga x monotonía)				3200

A) Carga de Entrenamiento: PSE x Duración (Tiempo real x series)

B) Carga Semanal: Prom. o Suma A)

C) Índice de monotonía: Carga Semanal /DS

D) Impacto: Carga "Semanal" x Índice de Monotonía

Figura 4.8. Adaptado: Foster, et al. (2004); Coutts y Barbero (2001).

Para la realización de las cuentas basta con seguir los pasos planteados en la figura 4.8, lo más importante es definir a que indican cada punto, sobre todo el C) y el D). El índice de monotonía se define como la variabilidad del entrenamiento para un período de tiempo dado (Foster, et al. 2004); (Coutts y Barbero, 2001). Con lo cual si al terminar la semana de entrenamiento todas las Cargas de entrenamiento (figura 4.8 punto A) son muy similares, el Desvío Estándar será muy bajo. Al dividir el promedio de la carga semanal sobre el Desvío Estándar el resultado será más elevado que si el desvío hubiese sido más elevado. Mientras más varíe la carga menor será el índice de monotonía.

El impacto representa el estrés global impuesto sobre el atleta. (Foster, et al. 2004); (Coutts y Barbero, 2001). Ajenamente a las cuentas que pueden causar algún tipo de confusión, lo más importante es su significado y lo que pueden prevenir. Estos factores son importantes debido a que la investigación ha mostrado que las estrategias diseñadas para minimizar la monotonía y el impacto de entrenamiento son efectivas para evitar el sobreentrenamiento (Foster, 1998), como se citó en Foster, 2004); (Coutts y Barbero, 2001).

Con el correr del tiempo la REP-Sesión fue tomando un rol más importante en un control de la carga interna en los deportes de conjunto y con una mirada total de la carga de entrenamiento. En un trabajo publicado por Gabbet (2010 como se citó en Gabbett 2016), durante un período de



2 años, utilizó el RPE o PSE de sesión para modelar la relación entre las cargas de entrenamiento y la probabilidad de lesiones en jugadores de élite de la liga de rugby. La carga de entrenamiento y los datos de lesiones se registraron prospectivamente durante otras dos temporadas competitivas en esos jugadores.

Se desarrolló un modelo en el que se podía ver que los jugadores tenían 50-80% de probabilidades de sufrir una lesión de pretemporada dentro del rango de carga de entrenamiento semanal de 3000 a 5000 minutos arbitrarios ($RPE \times \text{minutos}$), estos "umbrales" de carga de entrenamiento para lesiones fueron considerablemente más bajos (1700-3000 unidades de RPE o PSE de sesión / semana) en la fase competitiva de la temporada. El porcentaje de predicciones positivas verdaderas fue 62% ($N = 121$) y las predicciones falsas positivas y falsas negativas fueron 13% ($N = 20$) y 11% ($N = 18$), respectivamente. Relacionado a esta propuesta el autor propone la utilización de una ratio llamado ACWR que hace referencia a valorar de la carga de trabajo actual (En este caso unidades arbitrarias, Microciclo normalmente, Carga Aguda), el cual se divide por el promedio de las últimas 4 semanas (4 Microciclos normalmente, siendo de esta manera acoplada, ya que el último microciclo se incluye al promedio). El autor aclara tener cuidado de extrapolar los datos a otros contextos y/o deportes. Recientemente publicado por Impellizzeri, et al. (2020), argumenta fuertes críticas a dicho modelo y su característica predictor. Este tema es mucho más complejo y necesitaría más profundidad en el análisis, pero lo más trascendente es el alcance que ha tomado la RPE-Sesión. Por otro lado, es muy valiosa la intención de crear herramientas para el control de la carga, y las críticas deberían estar basadas en la posibilidad de mejorar principalmente.



1.7.4.2.3. Como herramienta de periodización

Se ha propuesto la utilización de la escala basada en RIR como un medio de utilización para el control de la carga global. (Helms, et al. 2017). Plantearon el objetivo general de modular el volumen de entrenamiento usando porcentajes de parada “stop” (2%; 4%; 6%, porcentaje a restar para el inicio de la primera carga) de RPE o PSE, para luego continuar según criterio del valor de RPE o PSE y repeticiones solicitadas. Este sistema de autorregulación de volumen podría usarse para permitir que el volumen de entrenamiento y estrés puedan coincidir con el enfoque deseado de un bloque de entrenamiento específico dentro de un macrociclo periodizado.

Aunque este sistema es importante porque tiene una utilidad potencial en la autorregulación del volumen dentro de un plan de entrenamiento contra resistencia, se desconoce cómo este tipo de sistema de carga autorregulada se compararía con un modelo tradicional que usa una prescripción de volumen predeterminada.

Otro punto importante de la investigación realizada por Helms, et al. (2017) es la muestra reducida, solo 12 sujetos completaron el estudio y todos con un mismo perfil de deportistas (Powerlifters). Los mismos autores marcan la necesidad de tener precaución antes de aplicar estos resultados a diferentes poblaciones y particularmente con levantadores menos experimentados, marcando una limitante incluso dentro del mismo deporte.

Sin embargo, tal como está, este sistema proporciona un enfoque práctico para la regulación del volumen. Por lo tanto, es un método que puede ser usado (o iteraciones del mismo; por ejemplo, diferentes porcentajes de parada de RPE) como una forma de autorregular el volumen dentro de los protocolos de entrenamiento periodizados.



1.7.5 Utilización Capítulo V: Como herramienta en la práctica diaria

1.7.5.1 Aplicación

Dentro de este capítulo, hay que tener presente que este texto está orientado hacia el entrenamiento de la fuerza, pero respetando los conceptos se pueden extrapolar los criterios para otro tipo de orientación del entrenamiento.

Ya en un terreno práctico, donde la aplicación es el objetivo central, se puede decir que hay diferentes momentos de usar los puntajes de RPE o PSE en el entrenamiento contra resistencia. Los puntajes se pueden obtener del deportista después de cada ejercicio o grupo de ejercicios, o alternativamente usando el método RPE o PSE de sesión, después de que se completa una sesión se obtiene un puntaje RPE o PSE para todo el entrenamiento (Ferreira, 2014), como se citó en Schoenfeld, 2016).

Teniendo en claro los momentos, también es importante conocer sobre qué objetivos pueden estar orientadas las preguntas al deportista en el momento de la recolección del dato. En líneas generales se podrán dividir en 3 los aspectos sobre los cuales puede orientarse la pregunta de la percepción del esfuerzo al sujeto:

- Central: La apreciación subjetiva del esfuerzo es obtenida de las sensaciones provenientes del corazón y pulmones.
- Local RPE-AM (activación muscular): Estimación del esfuerzo a través de las sensaciones provenientes de músculos y articulaciones (usada para fuerza).
- Total, RPE-O (overall): Se conjugarían ambas y que además integren otros factores como el psicológico (usada para fuerza no se tiene en cuenta lo Central) (Robertson, et al. 2002); (Feriche, 2000), como se citó en Núñez Sánchez, et al. 2004).

Los 3 puntos, ya descritos, hablan sobre qué aspectos fisiológicos, Anatómicos y Psicológicos se pueden orientar la valoración de la percepción subjetiva.

En resumen, se puede dividir en;

-Momentos: En los cuales se va a registrar (series, ejercicios, grupos de ejercicios, final del entrenamiento, etc)

-Orientación: sobre qué puede orientarse la pregunta de la RPE o PSE: Central, Local (AM), o Total (O).

En una investigación realizada por Robertson, et al. (2005), se analiza el comportamiento de la escala 1-10 OMNI-RES, cuando la pregunta tuvo diferentes orientaciones.

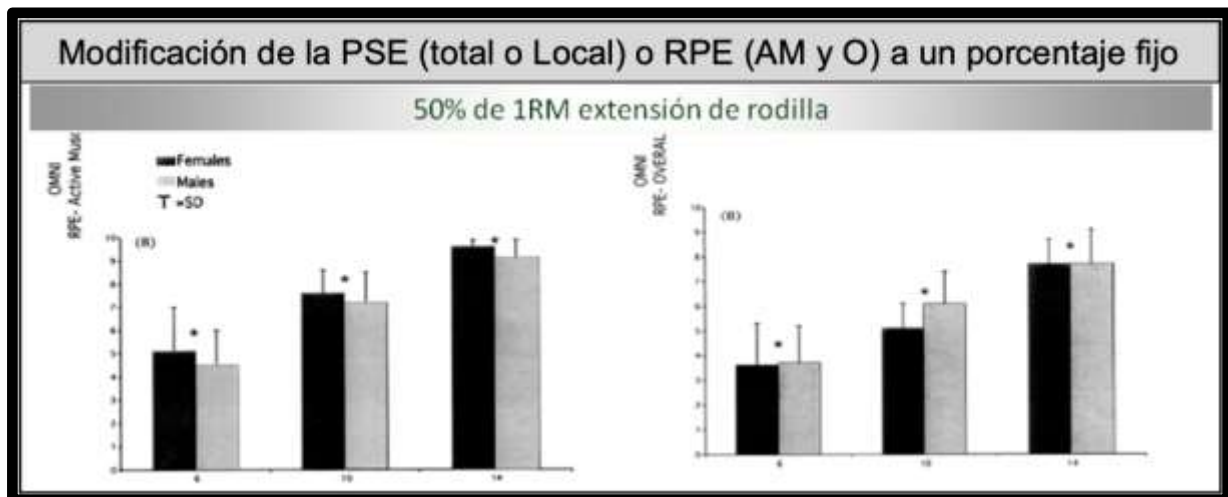


Figura 5.1. Robertson, et al. (2005) 25 niñas y 25 niños (10-14 años).

En la figura 5.1, muestra cómo se comporta la escala de RPE o PSE a un porcentaje fijo (50% de 1RM) realizando 6, 10 y 14 repeticiones. Se puede observar cómo a medida que las repeticiones aumentan el valor de escala también lo hace, tanto para los niños como para las niñas, y registrando de forma Total y Local un incremento significativo para ambas orientaciones. Sin embargo, la RPE Local (AM), tiene un valor mayor promedio que la RPE Total (O) de manera significativa $p < 0,01$. Otros trabajos también confirman que existen diferencias entre el RPE AM (activación muscular) y RPE-O (overall), encontrando también, que el RPE del músculo activo es



mayor que el RPE general durante el ejercicio contra resistencia. (Colado, 2012); (Duncan, 2006); como se citó en Morishita, 2013).

También los estudios muestran que tanto la RPE (sesión) RPE (“promedio” de los registros por serie) se incrementaron con el aumento del porcentaje de 1RM a pesar de la reducción en el número de repeticiones y en la carga total de trabajo (Foster, et al. 2004). Dando validez a ambos momentos para el registro.

Como ya fue tratado anteriormente y en la investigación recientemente mencionada, otros trabajos han usado diseños de estudio similares en los que se preguntó a los sujetos sobre su esfuerzo percibido después de diferentes números de repeticiones de ejercicios contra resistencia y encontraron que el RPE o PSE aumentó con el número de repeticiones. (Robertson, et al. 2003; O'Connor, et al. 2002; Testa, et al. 2012; como se citó en Morishita, 2013). Esto da cuenta de la importancia, de asociar un número de repeticiones determinado o una repetición única, al valor de la escala, junto con el momento y/u orientación.

Analizando más detalladamente el comportamiento de la escala con respecto al porcentaje del RM y las repeticiones, varias investigaciones aclaran estas relaciones. Los resultados de diferentes estudios han mostrado que realizar unas pocas repeticiones con una carga alta es percibido como “más difícil” que realizar un mayor número de repeticiones con cargas bajas (Foster, et al. 2004) con lo cual la sensibilidad de la Percepción aumenta a medida que los pesos se acercan al máximo. (Pincivero, et al. 2004) como se citó en Naclerio, 2004).

En resumen, todas las “orientaciones” y “momentos” que se seleccionaron tienen el mismo comportamiento en relación a incrementarse en función del aumento de la intensidad y/o volumen. Sin embargo, es muy importante comprender que no se puede extrapolar ni comparar valores cuando tienen un criterio diferente (momento y orientación), a la hora de recolectar el dato.

Otro punto importante, además de lo mencionado, es asociarlo a una dirección de fuerza y tipo de organización (Método) determinada para poder comparar a lo largo del tiempo. En este sentido, en un trabajo realizado por (Nasser, et al. 2019), muestra la comparación entre 4 maneras diferentes de organizar la ejecución de los ejercicios, donde la duración de los mismos eran iguales, los 12 sujetos (28.1 ± 4.8 años, 1.72 ± 0.6 cm, 72.2 ± 5.5 kg, 24.4 ± 1.4 índice de masa corporal),

Trabajo total (TW) en número de repeticiones y carga de volumen (VL) en kilogramos del método tradicional (TM), método de conjunto emparejado agonista-antagonista (APS), emparejado alternando por método de extremidad (PAL) y método de circuito CM. Resultados expresados en media (desviación estándar).

	Curl de bíceps	Prensa de tríceps	Leg Curl	Extensión de pierna
Volumen de carga (kilogramos)				
TM	993,7 (290)	825,9 (158,9)	1860,5 (621,1)	2415,5 (732)
APS	1104,3 (235)	963,3 (180,6) *	2069,8 (613,3)	2773,1 (759,8) *
PAL	1149,1 (265,9) *	919 (136,6)	2336,2 (612,1) *	2835,0 (906,2) *
CM	1221,6 (256,1) * #	1074,1 (185,1) * y	2256,0 (722,3) *	2957,4 (847,6) *
Trabajo total (repetición)				
TM	34,7 (7,6)	34,2 (5,5)	35,2 (7,3)	33,8 (5,3)
APS	38,7 (5,8) *	40,5 (5,2) *	39,2 (7,4)	38,7 (4,4) *
PAL	40,1 (5,8) *	38,3 (6,7)	44,6 (8,4) *	39,3 (5,9) *
CM	42,8 (5,9) * #	44,4 (6,4) * y	42,6 (8,8) *	41,2 (4,5) *

*Diferencia significativa para el protocolo TM ($p \leq 0.05$); # diferencia significativa para el protocolo APS ($p \leq 0.05$); y diferencia significativa para el protocolo PAL ($p \leq 0.05$).

Figura 5.2. Nasser, et al. 2019

realizaron Curl de Bíceps, Tríceps en extensiones en polea, Flexión de piernas sentado y extensiones de piernas sentado. Al tener métodos (organizaciones) diferentes, los 4 ejercicios, esto permite que la pausa para volver a realizar el mismo ejercicio sea diferente, en este sentido, el método TM tenía 1 minuto, APS 2 minutos, PAL 2 minutos y CM 4 minutos. La percepción subjetiva del esfuerzo se preguntó al finalizar la sesión. Los resultados de RPE o PSE, en mediana (mínimo - máximo) para cada protocolo fueron: TM = 7.5 (5 - 10); APS = 8.0 (5 - 10); PAL = 8 (6-10); CM = 8,5. No se observaron diferencias significativas entre los protocolos ($p = 0.072$). A pesar de que el método CM, posee el valor más alto de RPE o PSE y el mayor volumen de carga en Kilos para la suma de los 4 ejercicios, siendo esto esperable entre el comportamiento de más kilos totales movilizados y más percepción, no muestra diferencias significativas con los otros



métodos. La diferencia central radica en la pausa de cada método, dejando en claro que una menor pausa para una misma estructura de entrenamiento impacta en el registro de la percepción subjetiva del esfuerzo a pesar de haber movilizado menos volumen total en kilos.

En relación a la dirección de fuerza seleccionada, utilizar la escala cuando entrenamos con diferentes tipos de impulsos, máximo o submáximo, la RPE o PSE pueden modificarse, aunque todas las condiciones, momentos y orientaciones sean las mismas. Como ya fue abordado en los capítulos II y III, el reclutamiento de unidades motoras se ve afectado por la velocidad de ejecución. Ya la literatura y los trabajos de investigación de muchos años atrás muestran como la velocidad de ejecución altera el patrón de reclutamiento (Bosco y Komi, 1979) como se citó en Bosco, 2000) y que no solo dependen del principio de Talla de Hennemann (1965) explicado entre otros tantos libros (González Badillo y Gorostiaga Ayestaran (1997) que luego este mismo autor se encarga de profundizar y ampliar perfectamente. En definitiva, la RPE o PSE puede modificarse ante una misma resistencia a vencer según sea su velocidad de ejecución.

1.7.5.2. **Recomendaciones**

En función de lo desarrollado hasta aquí y a modo de resumen, se detallan los criterios más importantes para una correcta aplicación, además de lo ya explicado en relación al “*momento*” y “*orientación*”, para poder registrar los valores tanto de carga como de PSE o RPE, y de esta manera realizar comparaciones y/o ajuste.

- Establecer el rango de repeticiones en el cual se toma el registro para un valor de porcentaje de 1RM o PSE.
- Establecer en cuál o cuáles series se tomará el registro. También es posible usarlo de control dentro del grupo de series, es decir, si realizo 8 series, puede tomar en todas, o en la tercera y octava, para ver la modificación del valor de PSE y/o carga.
- Es recomendable asociarlo a un ejercicio determinado con su correspondiente dirección de fuerza.



- Importante: para determinar el valor el ejecutante debe mirar la escala y no simplemente decir el número.

Si la intención es realizar ajuste intrasesión, e intraserie, es recomendable usar el registro al final de la serie (en una serie estipulada con anterioridad, que no es recomendable la primera, y que es muy normal que el valor de la percepción puede ser mayor al trabajar con porcentajes de 1RM por debajo del 60% y más aún con impulso máximo) para poder saber qué está pasando con la carga interna en el momento que se está entrenando y no al final de la sesión cuando ya no esté la posibilidad de realizar correcciones.

Después de lo expuesto se pueden generar diversos conceptos apoyados en la literatura, en los trabajos de investigación y en la práctica diaria de esta herramienta. Claramente el RPE o PSE es una medida válida para monitorear el entrenamiento con sobrecarga, pero es importante que se estandaricen las instrucciones que se le dan a los sujetos (Swank, et al. 2003) como se citó en Foster, et al. 2004).

La respuesta de la escala está condicionada por la explicación (Abbiss, et al. 2015), o por la terminología utilizada al describir cualquier tipo de escala, esto puede influir en la respuesta dada, por ende, es muy importante tener un protocolo al momento de dar la explicación.

Propuesta de Protocolo de explicación para RPE o PSE Local:

El esfuerzo del ejercicio se preguntará a nivel local, los músculos que trabajan principalmente. El número 0 NADA, significa que el ejercicio no tuvo ningún esfuerzo y el número 10 Extremadamente Pesado, significa el mayor esfuerzo que puedo realizar. El resto de los números y anclajes verbales representan las variaciones posibles de esfuerzo.

A modo de propuesta, Schoenfeld (2016), basado en el trabajo de Zourdos, muestra una tabla para usar con el criterio de RIR (repeticiones en reserva).

Relación con porcentaje 1RM, repeticiones realizadas y RPE basado en RIR								
RPE	Repeticiones realizadas							
	1	2	3	4	5	6	7	8
10	100a%	95,0%	91,0%	87,0%	85,0%	83,0%	81,0%	79,0%
9.5	97,0%	93,0%	89,0%	86,0%	84,0%	82,0%	80,0%	77,5%
9	95,0%	91,0%	87,0%	85,0%	83,0%	81,0%	79,0%	76,0%
8.5	93,0%	89,0%	86,0%	84,0%	82,0%	80,0%	77,5%	74,5%
8	91a%	87,0%	85,0%	83,0%	81,0%	79,0%	76,0%	73,0%
7.5	89,0%	86,0%	84,0%	82,0%	80,0%	77,5%	74,5%	71,5%
7	87,0%	85,0%	83,0%	81,0%	79,0%	76,0%	73,0%	70a%

Estos valores en negrita son los valores medios de porcentaje 1RM de los conjuntos realizados en Zourdos

1RM 5 una repetición máxima; Calificación RPE 5 de esfuerzo percibido; RIR 5 repeticiones en reserva.

Figura 5.3. Schoenfeld, 2016.

Si se busca el 83% de 1RM es aproximadamente igual a 6RM, por lo tanto, 6 repeticiones con 0 RIR, 5 repeticiones con 1 RIR, 4 repeticiones con 2 RIR, o 3 repeticiones con 3 RIR, todas serían aproximadamente equivalentes en carga y representativas del extremo inferior del umbral de intensidad para el desarrollo de la fuerza máxima ya que se basa en los valores medios de los levantadores entrenados que realizan la sentadilla tras nuca con barra y, por lo tanto, no debe esperarse una relación perfecta entre el porcentaje 1RM y RIR. (Schoenfeld, 2016).

Estadísticamente, es importante tener en cuenta esto debido a las diferencias individuales en la capacidad de realizar repeticiones a diferentes porcentajes de 1RM. Por ejemplo, la desviación estándar informada, en el trabajo de investigación, en 8 repeticiones al 70% de 1RM fue 1.2. Lo que significa que aproximadamente dos tercios de los levantadores cuando realizan una serie de 8 repeticiones al 70% de 1RM pueden reportar un RIR entre 2 y 4, mientras que algunos levantadores pueden reportar un RIR tan bajo como 1 o tan alto como 5. Por lo tanto, este cuadro debe usarse principalmente para conceptualizar la relación entre las repeticiones realizadas,



el porcentaje de puntajes 1RM y RIR en levantadores entrenados. No debe verse como una herramienta de conversión absoluta debido a las diferencias individuales y las variaciones diarias en la fuerza que se discutieron anteriormente (Schoenfeld, 2016).

La escala es una herramienta válida, confiable y sumamente práctica, pero como toda herramienta de trabajo, su utilización requiere de conocer su comportamiento y respetar criterios que permitan establecer su mejor aplicación para conseguir el mejor rendimiento posible.

1.8. **Objetivos**

1.8.1. **Generales**

- Determinar el comportamiento que tiene la RPE o PSE medida con la escala de Borg CR10 en relación a los porcentajes de 1RM en una Sentadilla 90° barra libre (BL) solicitada con el mayor impulso posible para cada carga.

1.8.2. **Específicos**

- Encontrar si existen diferencias significativas al comparar los valores porcentuales de 1RM con la escala de Borg CR10, con y sin la inclusión del Peso corporal en el cálculo de 1RM.
- Determinar si existen diferencias significativas entre los valores porcentuales encontrados de 1RM asociados a un valor de la escala de Borg CR10, tomados por primera vez con dicha escala, comparados cuando se evaluó por segunda vez.



1.9. Hipótesis

La escala de Borg CR10 es una herramienta válida para estimar con un alto grado de precisión los diferentes valores porcentuales de 1RM en una Sentadilla 90° barra libre (BL) solicitada con el mayor impulso posible para cada carga, con y sin inclusión del peso corporal, independientemente de la experiencia en la utilización de dicha escala.

2. Segunda parte: Materiales y Método. Instancia de Validación Empírica

2.1. Tipo de Diseño y Tipo de Estudio

La investigación que se llevó a cabo es de tipo no experimental, transversal y descriptiva, ya que este trabajo realiza una medición sobre el control del entrenamiento de fuerza en el fútbol en un momento dado. En el mismo se trabaja en la producción de información a fin de llevar un control de la resistencia a vencer en el entrenamiento de fuerza como también de la planificación. Es decir, no hubo intervención por parte del investigador en las variables y no se han estudiado relaciones causa/efecto.

2.2. Matriz de Datos

Unidad de analisis	Variable	Dimensiones	Indicadores	Valores				
Jugadores de futbol Profesional de diferentes categorias del futbol argentino	Escala CR-10 de Borg para Sentadilla a maxima velocidad de desplazamiento posible	Valores en Porcentaje de Fuerza Maxima c/inclusión de P.C	Incremento lineal y/o exponencial entre el valor de la escala y el porcentaje del R.M.	Malas: $r > 0.5$	Regular: entre $r 0.51$ y $r 0.70$	Bueno: entre $r 0.71$ y $r 0.84$	Muy Buena: entre $r 0.85$ y $r 0.95$	Excelente: $r > 0.96$
		Valores en Porcentaje de Fuerza Maxima s/inclusión de P.C	Incremento lineal y/o exponencial entre el valor de la escala y el porcentaje del R.M.	Malas: $r > 0.5$	Regular: entre $r 0.51$ y $r 0.70$	Bueno: entre $r 0.71$ y $r 0.84$	Muy Buena: entre $r 0.85$ y $r 0.95$	Excelente: $r > 0.96$
		Predicción del R.M. c/ inclusión del P.C .a traves de la escala	Obtención de formula a traves del coeficiente de correlación	Malas: $r > 0.5$	Regular: entre $r 0.51$ y $r 0.70$	Bueno: entre $r 0.71$ y $r 0.84$	Muy Buena: entre $r 0.85$ y $r 0.95$	Excelente: $r > 0.96$
		Predicción del R.M. c/ inclusión del P.C .a traves de la escala	Obtención de formula a traves del coeficiente de correlación	Malas: $r > 0.5$	Regular: entre $r 0.51$ y $r 0.70$	Bueno: entre $r 0.71$ y $r 0.84$	Muy Buena: entre $r 0.85$ y $r 0.95$	Excelente: $r > 0.96$

Tabla 2.1 Matriz de Datos.

2.3. Fuente de Datos

La recolección de datos fue llevada a cabo por el investigador en forma personal, la misma se desarrolló durante el transcurso de dos años, sabiendo que la utilización de la escala de PSE o RPE de Borg CR10 es una herramienta válida para controlar los entrenamientos de fuerza, se efectuó la identificación o procesos de selección de las unidades de análisis, eligiendo solamente a jugadores de fútbol profesional de Argentina.

2.4. Universo y Muestra

- La muestra se dividió en 2 grupos: Los que fueron evaluados utilizando escala de Borg CR10 por primera vez: (A): n°56; edad 24,18 con un desvío de 5,14; y un peso corporal de 76,96 con un desvío de 7,95, este grupo no recibió instrucciones previos ni entrenamientos



de adaptación con escala de Borg CR 10 a un test progresivo. Luego para poder ver la fiabilidad se comparó a un grupo de jugadores que realizaban la evaluación por segunda vez con escala de Borg CR 10, (B): n°21; edad 26,53 con un desvío de 5,33; y un peso corporal de 80,0 con un desvío de 6.66, los cuales formaron parte del grupo A en la primer evaluación (A1): n°21; edad 25,90 con un desvío de 5,14; y un peso corporal de 79,57 con un desvío de 7.02.

- Universo: Jugadores de Fútbol Profesional de Argentina (perteneciente a planteles profesionales de diferentes categorías del fútbol argentino).

2.5. **Instrumentos de Recolección de Datos**

La recolección de datos se realizó en el campo utilizando como ejercicio una sentadilla a 90° BL solicitada con el mayor impulso posible para cada carga. Antes de empezar la evaluación se mostraba la escala CR10 de Borg y se les explicaba de la siguiente manera: “El esfuerzo del ejercicio se preguntará a nivel local, los músculos que trabajan principalmente. El número 0 NADA, significa que el ejercicio no tuvo ningún esfuerzo y el número 10 Extremadamente Pesado, significa el mayor esfuerzo que puedo realizar. El resto de los números y anclajes verbales representan las variaciones posibles de esfuerzo. Una vez terminada cada serie se le preguntaba a cada jugador mostrándole la escala CR10 de Borg realizando la siguiente pregunta “¿Qué sensación de esfuerzo tuviste a nivel local?”. A partir de esto en una planilla se registraba la PSE o RPE, la cantidad de repeticiones realizadas y sobrecarga movilizada (solo si era su primera evaluación, de lo contrario el incremento de carga ya figuraba en la planilla). A la vez con un goniómetro externo se determinó los 90° de recorrido, los cuales se forman entre la pierna y el muslo. El ángulo se mide apoyando el goniómetro en la interlínea de la rodilla y proyectando los ejes al maléolo y al trocánter mayor. En el inicio del descenso de la cadera, se solicitaba que se



dirija en diagonal hacia atrás y abajo, para que los 90° se formen principalmente por el descenso de la cadera y no por el adelantamiento de las rodillas.

Los 90° grados medidos se monitoreaban con un encoder rotatorio de la marca Globus, modelo Real Power (velocidad de muestreo 500 Hz), el cual distribuía los centímetros desplazados en grados con un goniómetro interno que posee el dispositivo. Se permitió hasta un 15% menos de medida en centímetros medido con el encoder para todas las series, ya que al aumentar la carga la espalda tiende a buscar una posición más perpendicular en relación al suelo y esto reduce los centímetros de descenso, aunque la cadera se desplaza hasta posiciones similares, ya que el encoder está colocado en la barra. También se utilizó como criterio para validar la serie, que la velocidad media total de la mejor repetición cumpla con las condiciones pedidas previamente, que el valor sea menor o igual que la serie anterior y que la evaluación tenga una línea de tendencia inversa al aumento de carga. En la mayoría de los ejercicios con sobrecarga, la curva de velocidad en relación con el aumento de carga tiene una tendencia de descenso lineal. Se entiende que a medida que aumenta la sobrecarga disminuye la capacidad de aplicación de velocidad sobre la barra, este principio lo plantea Hill (1938) conociéndose este principio como Ley de Hill, más allá que no es exactamente lineal. Cabe aclarar que estos casos se dan mayoritariamente en sujetos no habituados a entrenar a máxima velocidad de ejecución como así también cuando estamos trabajando por lo general con sobrecargas bajas y/o cargas altas cuando no tienen experiencia en utilización de resistencia a vencer cercanas a la máxima.



1 serie de 10 repeticiones a una percepción menor o igual que 2 Leve en la escala de Borg CR10.

Descanso entre 1 a 2 minutos.

1 serie de 8 repeticiones a una percepción entre 3 moderado y 4 algo pesado en la escala de Borg CR10.

Descanso entre 1 a 2 minutos.

1 serie de 4 repeticiones con impulso máximo entre 3 moderado y 4 algo pesado en la escala de Borg CR10.

Descanso entre 1 a 2 minutos.

1 serie de 4 repeticiones con impulso máximo entre 3 moderado y 4 algo pesado en la escala de Borg CR10.

Jugadores primera evaluación:

Serie 1) la carga estaba entre 15 y 30 kilos con un valor próximo al 30% del P.C.

8-10 repeticiones con el máximo impulso posible.

Valor de la Escala esperable igual o menor que 2 Leve

Descanso 1 minuto.

Nota: a menor percepción de la esperable mayor carga de incremento del rango estipulado.

Serie 2) el incremento de carga era entre 20 y 30 kilos

Referencia: con un valor próximo al 55%, del P.C. desvío 6%

8-10 repeticiones con el máximo impulso posible.

Valor de la Escala esperable entre 2 Leve y 4 algo pesado

Nota: a menor percepción de la esperable mayor carga de incremento del rango estipulado.

Descanso 2 minutos.



Serie 3) el incremento de carga era entre 15 y 25 kilos

Referencia: con un valor próximo al 85% del P.C. desvío 10%

6-8 repeticiones con el máximo impulso posible.

Valor de la Escala esperable entre 4 algo pesado y 6

Nota: a menor percepción de la esperable mayor carga de incremento del rango estipulado.

Descanso 2:30 a 3 minutos.

Serie 4) Al jugador se le indicaba la siguiente instrucción y el evaluador tomaba la decisión de indicar si continuaba o no: Si entre la segunda y tercera repetición, se percibe que se superan las 4 repeticiones finalizar inmediatamente, para no generar una fatiga prematura.

El incremento de carga era entre 15 y 25 kilos

Referencia: con un valor próximo al 115% del P.C. desvío 15%

6-8 repeticiones con el máximo impulso posible.

Valor de la Escala esperable entre 5 Pesado y 7 Muy Pesado.

Nota: a menor percepción de la esperable mayor carga de incremento del rango estipulado.

Descanso 4 a 5 minutos.

Serie 5) A partir de esta serie ya se buscaba el fallo, respetando el criterio de la serie anterior. Si entre la segunda y tercera repetición, se percibe que se superan las 4 repeticiones finalizar inmediatamente, para no generar una fatiga prematura. Si se observa una manifiesta caída de la velocidad de ejecución, el evaluador indica continuar hasta un máximo de 4 repeticiones para encontrar el fallo muscular.

El incremento de carga era entre 15 y 25 kilos.

Nota: a menor percepción de la esperable mayor carga de incremento del rango estipulado.

Las series 6 y 7) de ser necesarias, se realizan con el mismo criterio que la serie 5



Para los jugadores de segunda evaluación se respetó el mismo criterio anterior, solamente que los incrementos de carga ya estaban estipulados desde la última evaluación.

La carga se calculó bajo el criterio KIES, Naclerio y Figueroa, (2005) $(MR \text{ directo } K - PI) / (\text{Series totales} - 1) = KIES$ (K a incrementar entre serie) pero respetando las pausas y repeticiones que figuran en la tabla 3.

La serie uno (PI) es = o > que el 30% y luego 4 series más, dando un total de 5 series y dejando 2 series posibles más para encontrar el fallo según protocolo.

2.6.1. Plan de Tratamiento y Análisis de Datos

El ejercicio evaluado fue Sentadilla tras nuca 90°, para cada test indirecto, evaluaciones que finalizan con más de una repetición, se realizó el cálculo de 1RM con la fórmula de O'Conner $1MR = \text{Peso} \cdot (1 + 0,025 \cdot \text{Rep})$, validada para Sentadilla, tanto con inclusión del peso corporal como sin la inclusión. Desde aquí a cada serie, con su correspondiente peso desplazado, se le calculó el % del 1RM. Al tener el registro de Percepción Subjetiva de Esfuerzo (PSE) para cada serie, se asoció el porcentaje al valor registrado de PSE, junto con las repeticiones realizadas en cada serie.

2.6.1.2 Análisis de los datos

Antes de realizar los análisis descriptivos, intervalos de confianza y pruebas de hipótesis se revisan si los datos a analizar poseen valores atípicos o outliers en base a los Rangos Intercuartílicos. En primera instancia se detectaron los valores outliers con 1.5 (mayor al Cuartil3 + 1.5*(Rango Intercuartílico) o menor al Cuartil1 - 1.5*(Rango Intercuartílico)). A estos valores se les denomina outliers leves. Si la cantidad de valores outliers es mayor al 10% de la cantidad de datos, se modifica el criterio a 3 (mayor al Cuartil3 + 3*(Rango Intercuartílico) o menor al Cuartil1 - 3*(Rango Intercuartílico)). A estos últimos valores se les denomina outliers extremos. Moreno Castellanos (2012).



Con los datos sin outliers se procede a realizar las pruebas de normalidad de Kolmogorov-Smirnov y de Shapiro-Wilk para cada conjunto de datos que estén involucradas en alguna prueba de correlación, prueba de hipótesis o intervalo de confianza.

Si los datos se distribuyen normalmente, se trabaja con pruebas paramétricas: Coeficiente de Pearson para la correlación, intervalos de confianza para la media y prueba de t-student con varianza homogénea o heterogénea (de acuerdo con la prueba de hipótesis de homogeneidad de varianzas) para la media. Se revisa si los datos son independientes o relacionados para elegir la prueba estadística paramétrica idónea. Si los datos no se distribuyen normalmente, se trabaja con pruebas no paramétricas: Coeficiente de Spearman para la correlación y prueba de Mann Whitney-Wilcoxon para la mediana. Se revisa si los datos son independientes o relacionados para elegir la prueba estadística no paramétrica idónea. (Flores, et al. 2017).

Para la comprobación de la fiabilidad se realizó el análisis con el cálculo de la correlación intraclase para cuantificar la concordancia entre las mediciones relacionadas en los datos estudiados, teniendo en cuenta la consistencia y el acuerdo absolutos.

Se confirma el análisis con un método gráfico de Bland-Altman para la comparación de las dos mediciones realizadas en la investigación, para determinar los límites de acuerdos. (Gil Martinez, 2017)

Se complementa el análisis con un modelo de regresión lineal simple y posteriormente se evalúa la validez de la regresión con un análisis de los residuales. (Brenes González, 2017).

El nivel de significancia utilizado para las diferentes pruebas y cálculos es de 0.05. El programa estadístico utilizado en la investigación es el software R junto con RStudio.



3. Tercera Parte: Análisis y Conclusiones

3.1. Exposición de Datos

Se eliminan outliers con 1.5 del Rango Intercuartílico. Si la cantidad de datos eliminados son mayores al 10% de la cantidad de datos total, pasamos a revisar los outliers con 3 por el Rango Intercuartílico.

(A) Sólo 1 vez con Peso Corporal (AcP.C.), PSE 7: 1 registro y Sin Peso Corporal (AsP.C.), PSE 10: 3 registros.

(B) Más de 1 vez con Peso Corporal (BcP.C.), PSE 5: 1 registro, PSE 9: 1 registro, PSE 10: 2 registros y Sin Peso Corporal (BsP.C.) PSE 10: 2 registros

3.1.1. Sobre el grupo (AcP.C.) se realizaron las siguientes pruebas

Normalidad: Prueba de Kolmogrov-Smirnov

Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov) normality test

data: datos $D = 0.068627$, $p\text{-value} = 0.000483$

-Prueba de Shapiro-Wilk

Shapiro-Wilk normality test data: datos $W = 0.96919$, $p\text{-value} = 1.034e-06$

A un nivel de significancia de $\alpha=0.05$, se rechaza la hipótesis nula, es decir, no existe suficiente evidencia estadística para aceptar que los porcentajes de la (AcP.C.) con peso corporal se distribuyen normalmente.

Tabla inicial de promedios de Porcentaje y Repeticiones con peso corporal

PSE	Promedio Porcentaje	IC 95% Porcentaje	Promedio Repeticiones	IC 95% Repeticiones
0-0.5-1	44.60	42.39 - 46.80	8.59	8.12 - 9.07
2	51.06	48.96 - 53.17	8.17	7.83 - 8.51
3	58.42	56.45 - 60.39	7.54	6.96 - 8.13
4	63.01	60.76 - 65.26	6.69	6.12 - 7.26
5	69.46	67.17 - 71.75	5.92	5.38 - 6.45
6	74.49	72.31 - 76.67	5.81	5.26 - 6.37
7	78.12	75.37 - 80.87	5.07	4.60 - 5.54
8	81.36	79.00 - 83.72	4.76	4.19 - 5.33
9	86.80	84.90 - 88.69	4.11	3.90 - 4.31
10	93.20	92.08 - 94.33	2.98	2.63 - 3.33

Tabla 3.1: n° 56 sujetos. Tabla referencial sobre de promedios e Intervalos de confianza al 95% para el porcentaje y Repeticiones con peso corporal. El valor 4 y 10 al ser no normales se expresan en Mediana y Rangos intercuartílicos: 64.6 (57.1-68.3) y 91.2 (90.9-95.2)

Correlaciones: Debido a que ambas datas no se distribuyen normalmente, se utilizará una prueba no paramétrica para la correlación:

-Prueba de Spearman

Spearman's rank correlation rho

data: datos [, 1] and datos [, 2] S = 427076, p-value < 2.2e-16

alternative hypothesis: true rho is not equal to 0 sample estimates: rho 0.9381368

El coeficiente de correlación de Spearman es de 0.94. Es una correlación positiva fuerte que indica relación directa entre el porcentaje con peso corporal y el PSE. El coeficiente de determinación es de 0.88. Quiere decir que el 88% de la variación del porcentaje con peso corporal viene siendo explicado por la variable PSE. A un nivel de significancia de 0.05, se rechaza la hipótesis nula, es decir, no existe suficiente evidencia estadística para aceptar que la correlación entre el porcentaje con peso corporal y PSE es igual a cero, mostrando un valor significativo de $p < 0.05$.

Regresión Lineal simple

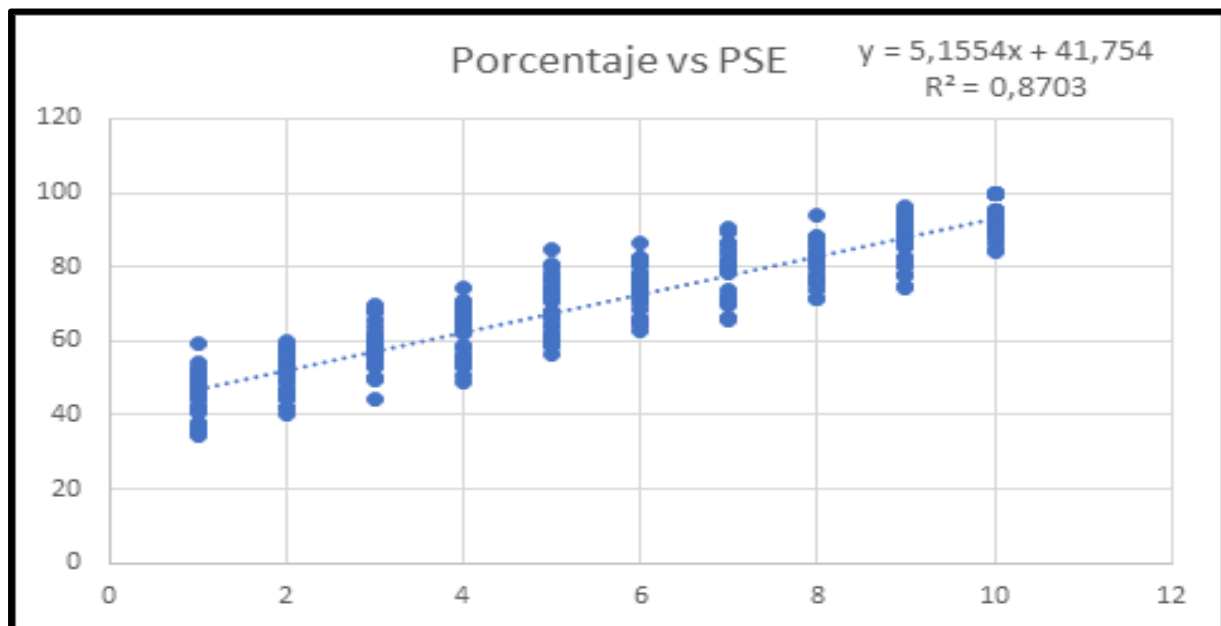


Gráfico 3.1: Gráfico de Regresión Lineal Simple entre el porcentaje con peso corporal y el PSE

PSE	Promedio de Porcentaje	1) Regresión Lineal	Dif	2) Regresión Polinómica 3	Dif
1	44.60	46.91	-2.31	44.12	0.47
2	51.06	52.06	-1.00	51.77	-0.71
3	58.42	57.22	1.20	58.28	0.14
4	63.01	62.38	0.63	63.90	-0.89
5	69.46	67.53	1.93	68.87	0.58
6	74.49	72.69	1.80	73.46	1.03
7	78.12	77.84	0.28	77.91	0.22
8	81.36	83.00	-1.63	82.46	-1.09
9	86.80	88.15	-1.36	87.36	-0.57
10	93.20	93.31	-0.10	92.88	0.33

1) $y = 5.1554x + 41.754$
 $R^2 = 0.8703$

2) $y = 0.0415x^3 - 0.8181x^2 + 9.8094x + 35.092$
 $R^2 = 0.8756$

Gráfico 3.2: n° 56 sujetos. Referencias porcentuales y fórmulas de regresión simple y polinómica grado 3, entre el porcentaje con peso corporal y el PSE.

Normalidad de los residuos

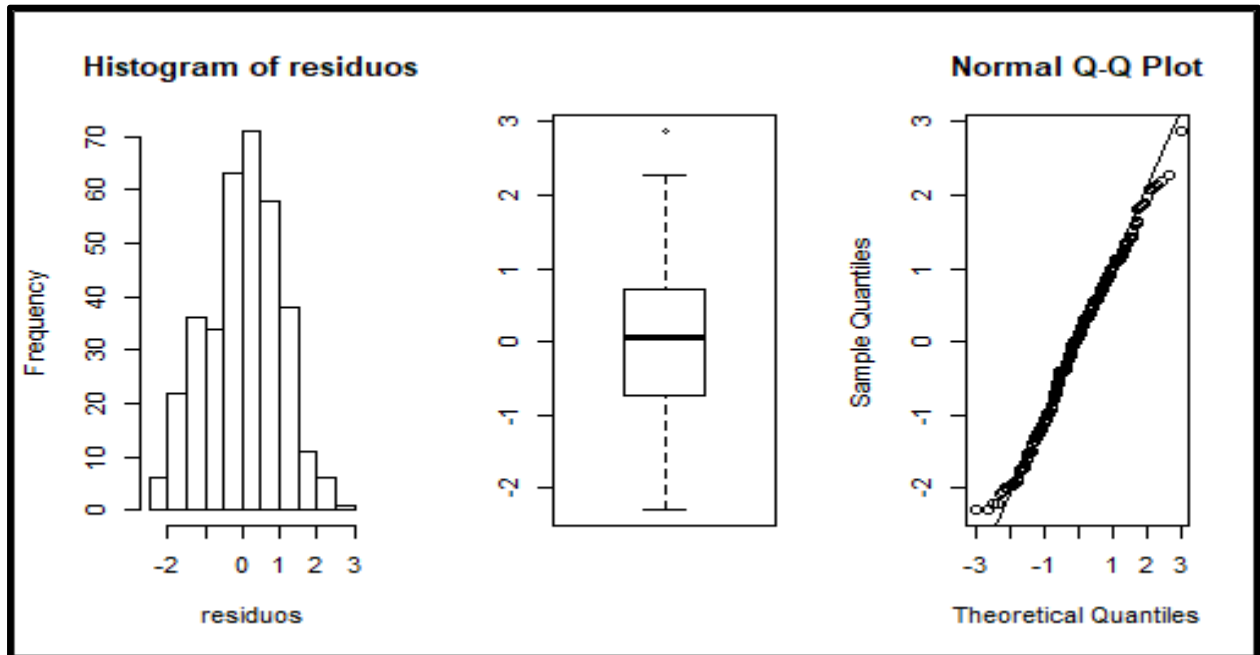


Gráfico 3.3: Análisis gráfico de normalidad de los residuales para la Regresión Lineal Simple entre el porcentaje con peso corporal y el PSE. Los gráficos muestran que los residuales se distribuyen normalmente.

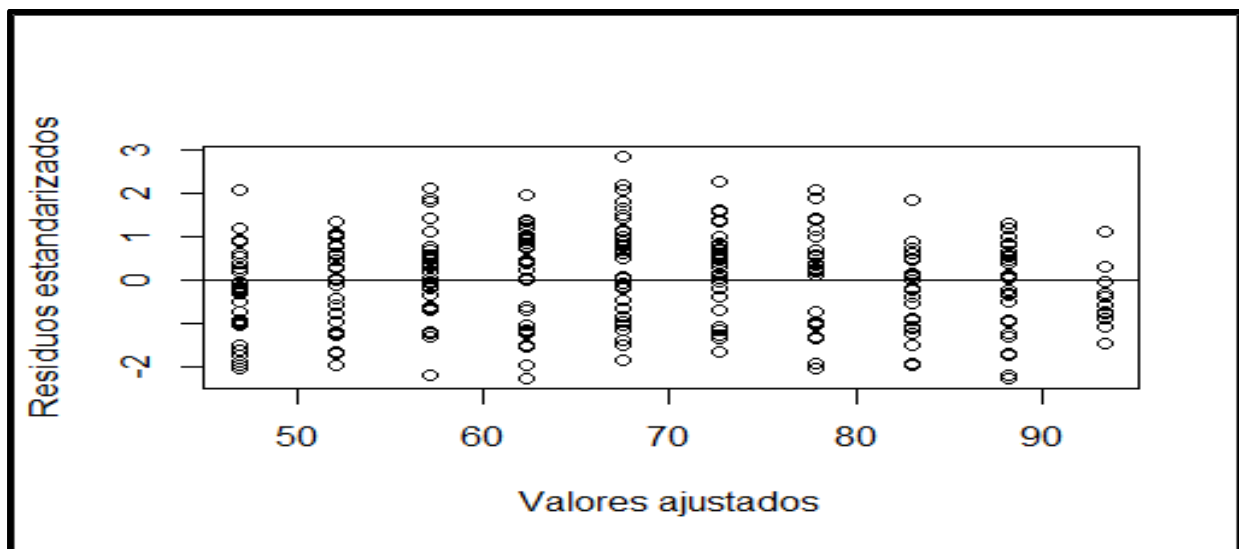


Gráfico 3.4: Análisis gráfico de varianza constante de los residuales para la Regresión Lineal Simple entre el porcentaje con peso corporal y el PSE. Se observa que la varianza de los residuales es constante.

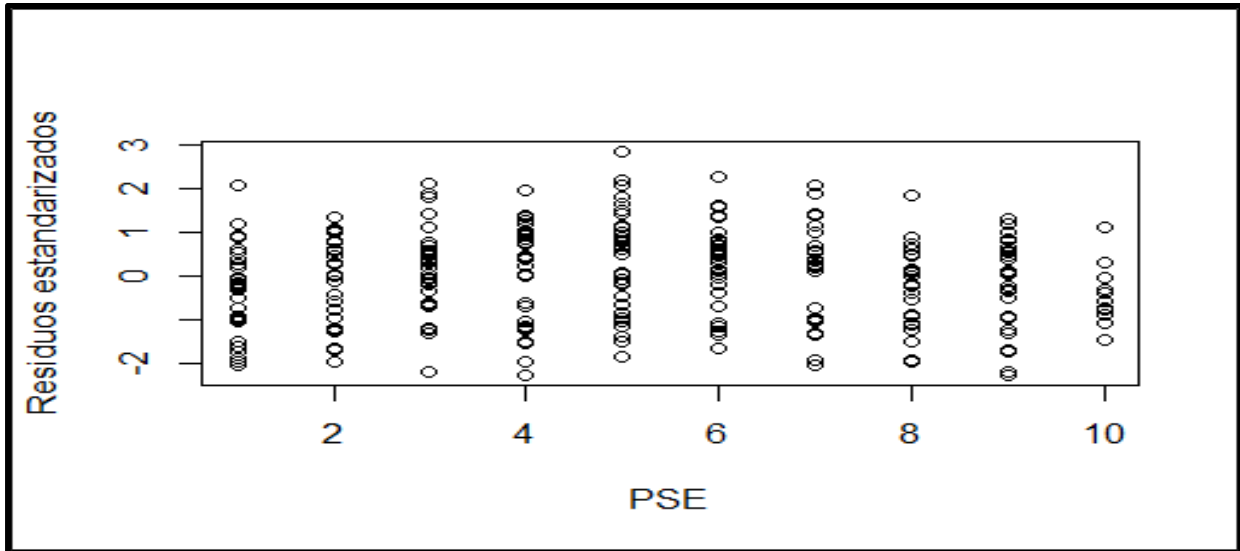


Gráfico 3.5: Análisis gráfico de valores atípicos de los residuales para la Regresión Lineal Simple entre el porcentaje con peso corporal y el PSE. Se que no existen valores atípicos en los residuales.

Call: `lm(formula = datos$porcentaje ~ datos$PSE)`

Residuals:

Min 1Q Median 3Q Max

-13.7105 -4.3163 0.3567 4.2199 17.1720

Coefficients:

Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)

(Intercept) 41.7540 0.6976 59.85 <2e-16 ***

datos\$PSE 5.1554 0.1073 48.05 <2e-16 *** Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 5.984 on 344 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.8703, Adjusted R-squared: 0.8699

F-statistic: 2308 on 1 and 344 DF, p-value: < 2.2e-16



Prueba de Medias o medianas entre los PSE

Ho = Los promedios o medianas son iguales. H1 = Los promedios o medianas son diferentes

Data 1 C/PC	Prueba	P-valor	Decisión
PSE 1 vs PSE 2	t student varianzas iguales	0.0001	Se rechaza Ho
PSE 2 vs PSE 3	t student varianzas iguales	0.0000	Se rechaza Ho
PSE 3 vs PSE 4	Mann Whitney-Wilcoxon	0.0050	Se rechaza Ho
PSE 4 vs PSE 5	Mann Whitney-Wilcoxon	0.0004	Se rechaza Ho
PSE 5 vs PSE 6	t student varianzas iguales	0.0021	Se rechaza Ho
PSE 6 vs PSE 7	t student varianzas iguales	0.0362	Se rechaza Ho
PSE 7 vs PSE 8	t student varianzas iguales	0.0736	No se rechaza Ho
PSE 8 vs PSE 9	t student varianzas iguales	0.0005	Se rechaza Ho
PSE 9 vs PSE 10	Mann Whitney-Wilcoxon	0.0000	Se rechaza Ho

Tabla 3.2: Prueba de hipótesis para la diferencia de promedios o medianas del porcentaje con peso corporal para cada PSE consecutivo.

Existe suficiente evidencia estadística para rechazar la Ho, es decir, todos los promedios o medianas del porcentaje de 1RM para cada valor de PSE con peso corporal difieren entre sí, a excepción de los PSE 7 vs 8.

3.1.2. Sobre el grupo (AsP.C.) se realizaron las siguientes pruebas

Normalidad: Prueba de Kolmogrov-Smirnov

Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov) normality test

data: datos D = 0.072135, p-value = 0.0001877

-Prueba de Shapiro-Wilk

Shapiro-Wilk normality test data: datos W = 0.95747, p-value = 1.959e-08

A un nivel de significancia de $\alpha=0.05$, se rechaza la hipótesis nula, es decir, no existe suficiente evidencia estadística para aceptar que los porcentajes de la (AsP.C.) sin peso corporal se distribuyen normalmente.

Tabla inicial de promedios de Porcentaje y Repeticiones sin peso corporal

PSE	Promedio Porcentaje	IC 95% Porcentaje	Promedio Repeticiones	IC 95% Repeticiones
0-0.5-1	18.11	15.52 - 20.69	8.59	8.12 - 9.07
2	26.44	23.66 - 29.23	8.17	7.83 - 8.51
3	37.96	35.29 - 40.63	7.54	6.96 - 8.13
4	45.51	42.33 - 48.70	6.69	6.12 - 7.26
5	55.68	52.37 - 58.99	5.92	5.38 - 6.45
6	63.55	60.32 - 66.78	5.81	5.26 - 6.37
7	68.08	63.76 - 72.40	5.07	4.60 - 5.54
8	74.43	71.02 - 77.83	4.76	4.19 - 5.33
9	83.13	80.61 - 85.65	4.11	3.90 - 4.31
10	93.36	92.18 - 94.54	2.98	2.63 - 3.33

Tabla 3.3: n° 56 sujetos. Tabla referencial de promedios e Intervalos de confianza al 95% para el porcentaje y repeticiones sin peso corporal el valor 1,2, 9 y 10 al ser no normales se expresan en Mediana y Rangos intercuartílicos: 14.97 (12.9-24.7), 27.1 (23.4-32.7), 85.7 (77.9-87.9) y 93 (90.9-95.2). respectivamente

Correlaciones: Debido a que ambas datas no se distribuyen normalmente, se utilizará una prueba no paramétrica para la correlación:

-Prueba de Spearman

Spearman's rank correlation rho

data: datos [, 1] and datos [, 2] S = 347203, p-value < 2.2e-16

alternative hypothesis: true rho is not equal to 0 sample estimates: rho 0.9488243

El coeficiente de correlación de Spearman es de 0.95. Es una correlación positiva fuerte que indica relación directa entre el porcentaje sin peso corporal y el PSE.

El coeficiente de determinación es de 0.90. Quiere decir que el 90% de la variación del porcentaje sin peso corporal viene siendo explicado por la variable PSE.

A un nivel de significancia de 0.05, se rechaza la hipótesis nula, es decir, no existe suficiente evidencia estadística para aceptar que la correlación entre el porcentaje sin peso corporal y el PSE es igual a cero, mostrando un valor significativo de $p < 0.05$.

Regresión Lineal simple

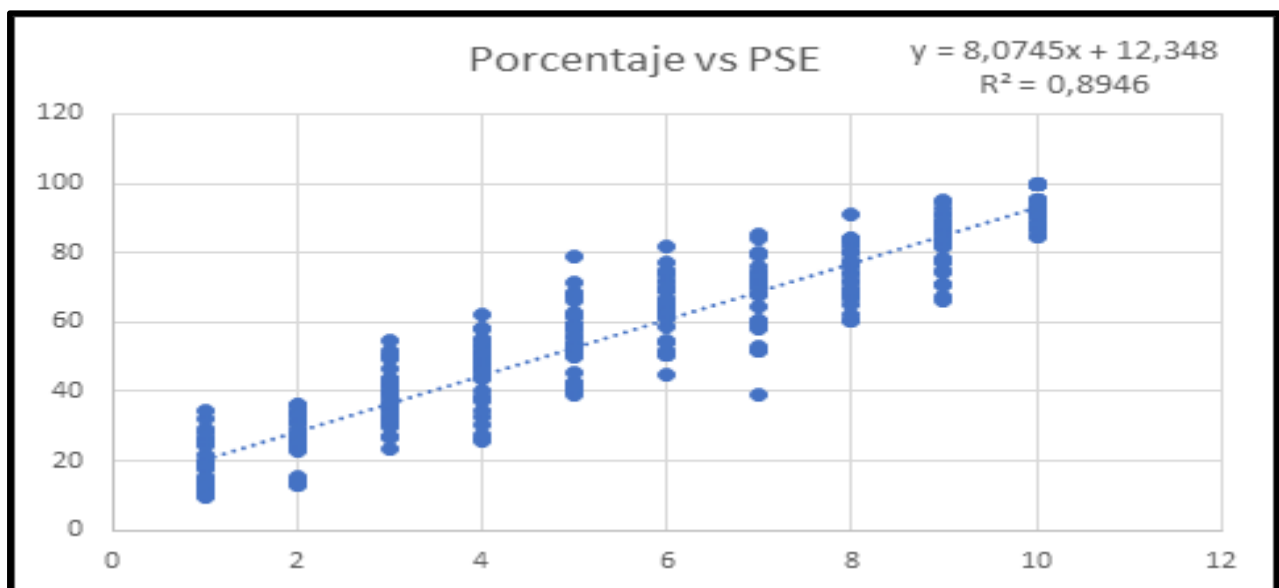


Gráfico 3.6: Gráfico de Regresión Lineal Simple entre el porcentaje sin peso corporal y el PSE

PSE	Promedio de Porcentaje	1) Regresión Lineal	Dif	2) Regresión Polinómica 3	Dif
1	18.11	20.42	-2.32	16.95	1.16
2	26.44	28.50	-2.05	28.25	-1.80
3	37.96	36.57	1.39	38.01	-0.05
4	45.51	44.65	0.87	46.59	-1.07
5	55.68	52.72	2.96	54.33	1.35
6	63.55	60.80	2.75	61.58	1.97
7	68.08	68.87	-0.79	68.70	-0.62
8	74.43	76.94	-2.51	76.03	-1.60
9	83.13	85.02	-1.89	83.93	-0.80
10	93.36	93.09	0.26	92.75	0.61

1) $y = 8.0745x + 12.348$
 $R^2 = 0.8946$

2) $y = 0.0584x^3 - 1.1189x^2 + 14.248x + 3.7589$
 $R^2 = 0.8981$

Gráfico 3.7: n° 56 sujetos. Referencias porcentuales y fórmulas de regresión simple y polinómica grado 3, entre el porcentaje sin peso corporal y el PSE

Normalidad de los residuos

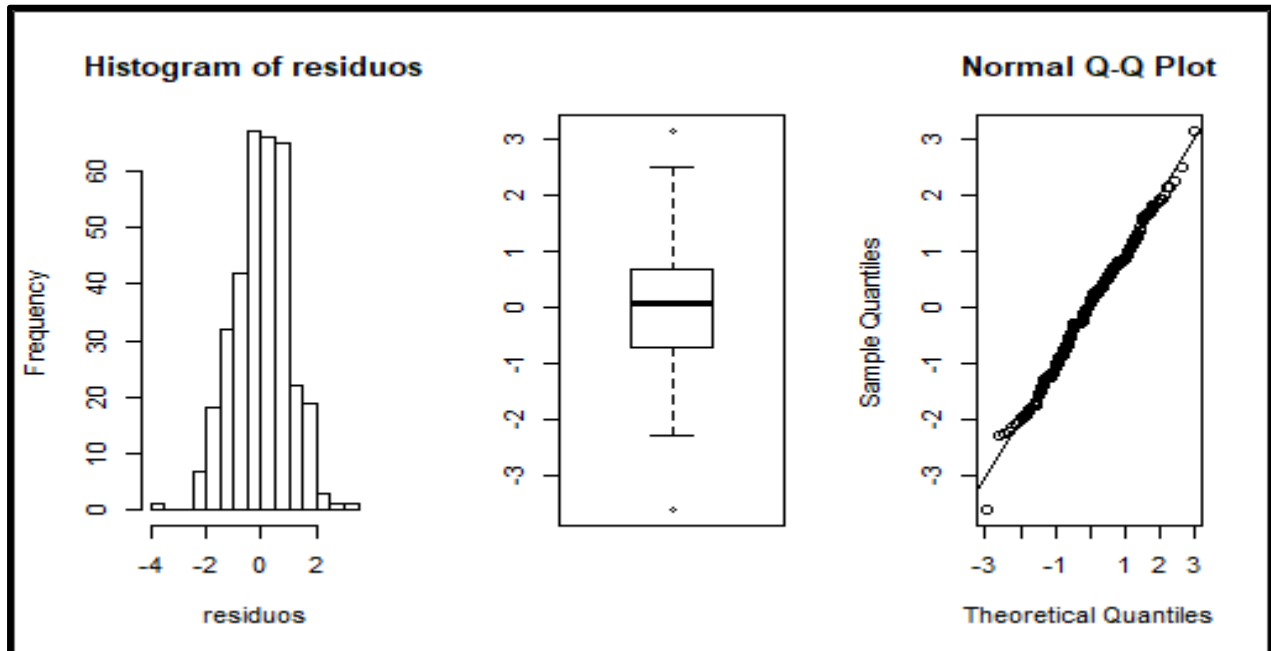


Gráfico 3.8: Análisis gráfico de normalidad de los residuales para la Regresión Lineal Simple entre el porcentaje sin peso corporal y el PSE. Se observa que los residuales se distribuyen normalmente

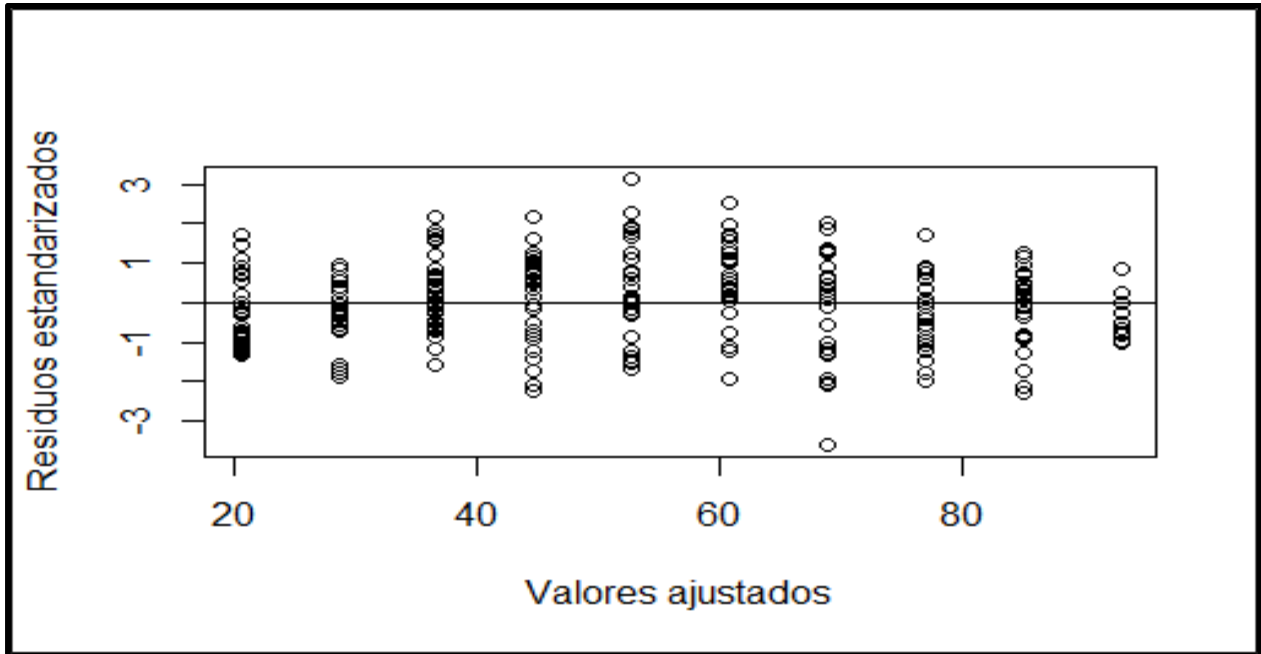


Gráfico 3.9: Análisis gráfico de varianza constante de los residuales para la Regresión Lineal Simple entre el porcentaje sin peso corporal y el PSE. se observa que la varianza de los residuales es constante

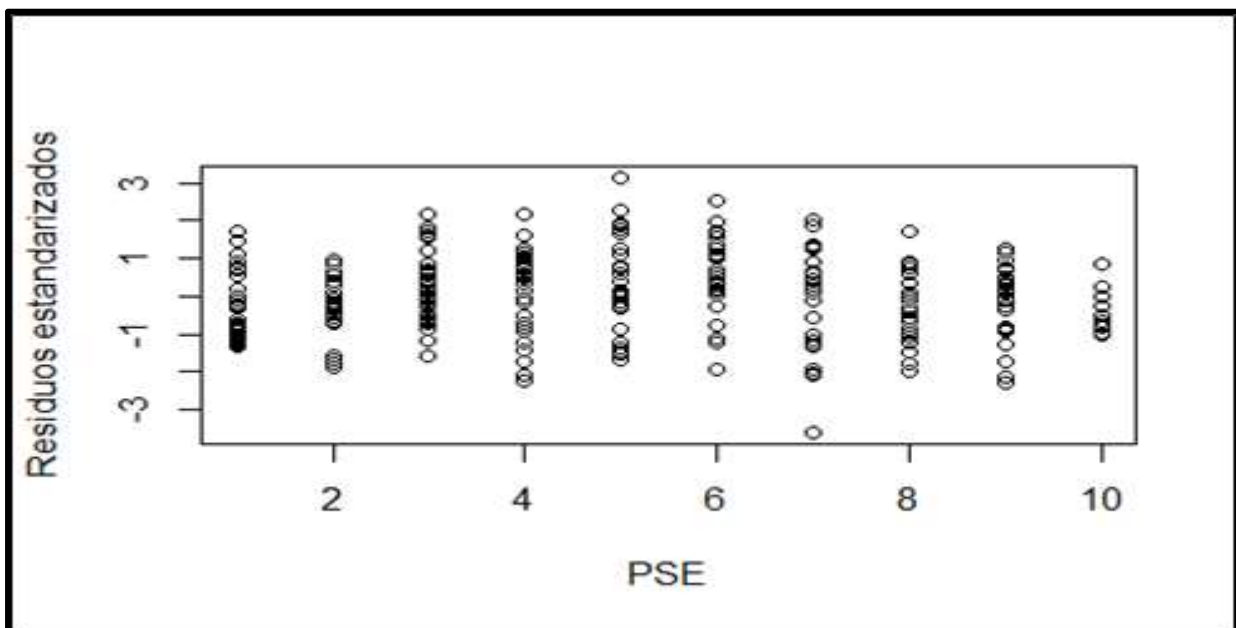


Gráfico 3.10: Análisis gráfico de valores atípicos de los residuales para la Regresión Lineal Simple entre el porcentaje sin peso corporal y el PSE. se observa que no existen valores atípicos en los residuales

Call: $lm(\text{formula} = \text{Porcentaje} \sim \text{PSE}, \text{data} = \text{datos})$

Residuals:



Min 1Q Median 3Q Max
 -29.9086 -5.7303 0.7116 5.5510 26.0970

Coefficients:

Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)

(Intercept) 12.3484 0.9687 12.75 <2e-16 ***

PSE 8.0745 0.1499 53.88 <2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 8.286 on 342 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.8946, Adjusted R-squared: 0.8943

F-statistic: 2903 on 1 and 342 DF, p-value: < 2.2e-16

Prueba de Medias o medianas entre los PSE

Data 1 S/PC	Prueba	P-valor	Decisión
PSE 1 vs PSE 2	Mann Whitney-Wilcoxon	0.0001	Se rechaza Ho
PSE 2 vs PSE 3	Mann Whitney-Wilcoxon	0.0000	Se rechaza Ho
PSE 3 vs PSE 4	t student varianzas iguales	0.0004	Se rechaza Ho
PSE 4 vs PSE 5	t student varianzas iguales	0.0000	Se rechaza Ho
PSE 5 vs PSE 6	t student varianzas iguales	0.0010	Se rechaza Ho
PSE 6 vs PSE 7	t student varianzas iguales	0.0863	No se rechaza Ho
PSE 7 vs PSE 8	t student varianzas iguales	0.0236	Se rechaza Ho
PSE 8 vs PSE 9	Mann Whitney-Wilcoxon	0.0001	Se rechaza Ho
PSE 9 vs PSE 10	Mann Whitney-Wilcoxon	0.0000	Se rechaza Ho

Tabla 3.4: Prueba de hipótesis para la diferencia de promedios o medianas del porcentaje sin peso corporal para cada PSE consecutivo.

Existe suficiente evidencia estadística para rechazar la Ho, es decir, todos los promedios o medianas del Porcentaje de 1RM para cada valor de PSE sin peso corporal difieren entre sí, a excepción de los PSE 6 vs 7.

3.1.3 Comparación entre los cálculos porcentuales de 1RM con y sin inclusión de peso corporal

Comparación	Prueba	P-Valor Relacionada	P-Valor Independiente	Decisión
C/PC 1 vs S/PC 1	Mann Whitney-Wilcoxon	4.7E-10	6.5E-12	Se rechaza Ho
C/PC 2 vs S/PC 2	Mann Whitney-Wilcoxon	1.9E-09	3.0E-11	Se rechaza Ho
C/PC 3 vs S/PC 3	t student varianzas iguales	2.2E-16	2.2E-16	Se rechaza Ho
C/PC 4 vs S/PC 4	Mann Whitney-Wilcoxon	5.8E-11	1.0E-10	Se rechaza Ho
C/PC 5 vs S/PC 5	t student varianzas diferentes	2.2E-16	2.3E-09	Se rechaza Ho
C/PC 6 vs S/PC 6	t student varianzas diferentes	2.2E-16	4.7E-07	Se rechaza Ho
C/PC 7 vs S/PC 7	t student varianzas iguales	1.9E-14	2.9E-04	Se rechaza Ho
C/PC 8 vs S/PC 8	t student varianzas iguales	2.1E-11	1.2E-03	Se rechaza Ho
C/PC 9 vs S/PC 9	Mann Whitney-Wilcoxon	0.0000	0.0426	Se rechaza Ho
C/PC 10 vs S/PC 10	Mann Whitney-Wilcoxon	0.0143	0.7992	No se rechaza Ho

Tabla 3.5: n° 56 sujetos. Prueba de hipótesis para la diferencia de promedios o medianas del porcentaje con peso corporal vs sin peso corporal para cada PSE. No se rechaza el valor 10 solo para muestras independientes

Existe suficiente evidencia estadística para rechazar la Ho, es decir, todos los promedios o medianas del Porcentaje de 1RM para cada valor de PSE entre con vs sin peso corporal difieren entre sí, a excepción del PSE 10 con vs sin peso corporal cuando se analizó como muestras independientes.

3.1.4 Comparación entre el (B) y (A1)

3.1.4.1 Comparación con Peso Corporal incluido

PSE	(A1cPC)	(BcPC)	(BcPC)-(A1cPC)
1	46.0	40.7	-5.3
2	48.1	46.5	-1.6
3	57.5	53.9	-3.6
4	61.5	60.4	-1.0
5	68.6	69.6	1.0
6	73.5	70.1	-3.4
7	77.5	76.2	-1.3
8	80.5	81.8	1.3
9	86.4	86.9	0.6
10	93.0	93.3	0.3

Tabla 3.6: (A1cPC): Porcentaje promedio del Test con Peso Corporal para 21 jugadores.
 (BcPC): Porcentaje promedio del Re-Test con Peso Corporal para 21 jugadores.
 (BcPC) – (A1cPC): Diferencia del porcentaje promedio con Peso Corporal entre el Test y Re-Test para los mismos jugadores.

Normalidad de ambas variables:

(A1cPC): p-valor 0.8335

(BcPC): p-valor 0.8859

A un nivel de significancia de $\alpha=0.05$, no se rechaza la hipótesis nula, es decir, existe suficiente evidencia estadística para aceptar que los porcentajes de la (A1cPC) y (BcPC) con peso corporal se distribuyen normalmente.



Correlación: Se utiliza el coeficiente de Pearson.

Pearson's product-moment correlation

data: datos [, 1] and datos [, 2] t = 30.223, df = 8, p-value = 1.559e-09

alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0 95 percent confidence interval: 0.9809987 0.9990096

sample estimates: cor 0.9956495

El coeficiente de correlación de Pearson es de 0.99. Es una correlación positiva fuerte que indica relación directa entre el porcentaje del Test y Re-Test con peso corporal por PSE para los mismos jugadores.

A un nivel de significancia de 0.05, se rechaza la hipótesis nula, es decir, no existe suficiente evidencia estadística para aceptar que la correlación entre el porcentaje del Test y Re-Test con peso corporal por PSE para los mismos jugadores es igual a cero, mostrando un valor significativo de $p < 0.05$.

Correlación intraclase

ICC	Correlación	P-Valor	Intervalo de Confianza
ICCagr	0.994	7.15E-10	0.979 < ICC < 0.999
ICCcons	0.994	7.15E-10	0.979 < ICC < 0.999

Tabla 3.7: Correlación intraclase e Intervalo de Confianza al 95% para el porcentaje promedio del Test y Re-Test con Peso Corporal para los mismos 21 jugadores.

Tanto la correlación de concordancia como de consistencia es de 0.994. Esta correlación es significativa a un nivel de confianza del 95%.

Gráfico Bland-Altman

Mismos jugadores (21) con Peso Corporal

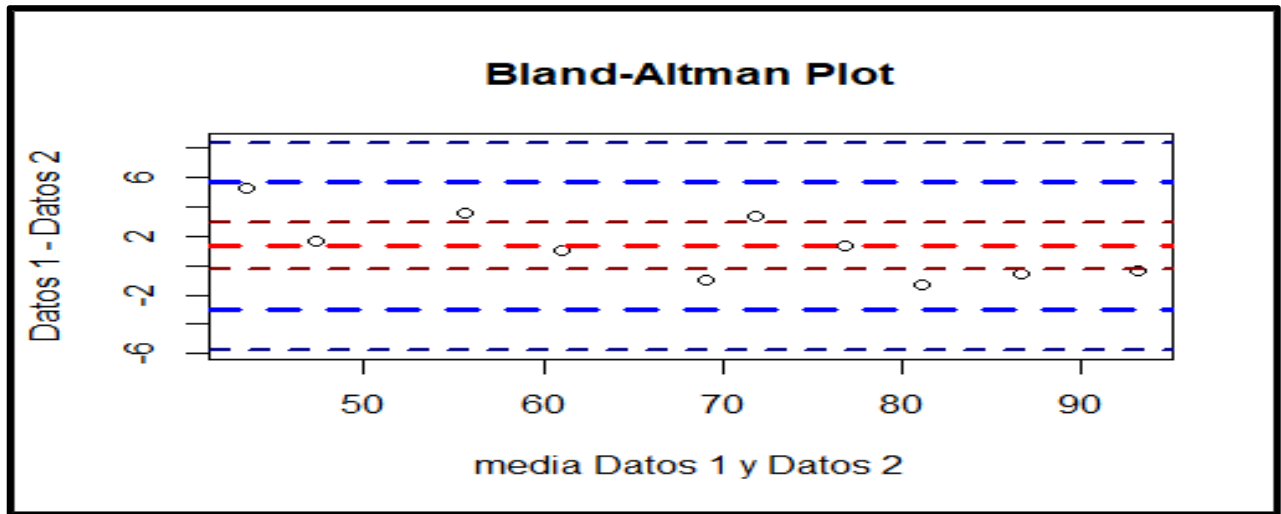


Gráfico 3.11: Análisis gráfico de Bland-Altman para el porcentaje promedio del Test y Re-Test con Peso Corporal para los mismos 21 jugadores. (Dato 1: (A1cPC) y Dato 2: (BcPC))

Normalidad de los residuales

Shapiro-Wilk normality test

data: diferencia

$W = 0.93256$, $p\text{-value} = 0.4735$

A un nivel de significancia de $\alpha=0.05$, se rechaza la hipótesis nula, es decir, no existe suficiente evidencia estadística para rechazar que los residuales de los mismos jugadores (21) con peso corporal (A1cPC) y (BcPC) se distribuyen normalmente.

BIAS 1.299259

BIAS Límite Inferior: -0.2836146

BIAS Límite Superior: 2.8821318

Debido a que el intervalo de confianza al 95% contiene al 0, se puede concluir que las diferencias entre la (A1cPC) y (BcPC) para los mismos jugadores (21) con peso corporal no es significativa. Ambos promedios son estadísticamente iguales.

3.1.4.2 Comparación sin Peso Corporal incluido

PSE	(A1sPC)	(BsPC)	(BsPC) -(A1sPC)
1	20.4	15.4	-5.0
2	23.3	24.1	0.8
3	37.2	35.1	-2.0
4	43.8	45.5	1.8
5	54.7	56.7	2.0
6	61.9	58.9	-2.9
7	66.4	67.8	1.5
8	73.3	77.2	3.9
9	82.4	81.4	-1.0
10	93.1	93.3	0.1

Tabla 3.8: (A1sPC): Porcentaje promedio del Test sin Peso Corporal para 21 jugadores.
 (BsPC) Porcentaje promedio del Re-Test sin Peso Corporal para 21 jugadores.
 (BsPC) – (A1sPC): Diferencia del porcentaje promedio sin Peso Corporal entre el Test y Re-Test para los mismos jugadores.

Normalidad de ambas variables:

(A1sPC): p-valor 0.8597

(BsPC): p-valor 0.9128

A un nivel de significancia de $\alpha=0.05$, no se rechaza la hipótesis nula, es decir, existe suficiente evidencia estadística para aceptar que los porcentajes de la (A1sPC) y (BsPC) sin peso corporal se distribuyen normalmente.



Correlación: Se utiliza el coeficiente de Pearson.

Pearson's product-moment correlation

data: datos [, 1] and datos [, 2] t = 28.872, df = 8, p-value = 2.241e-09

alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0 95 percent confidence interval: 0.9792058 0.9989152

sample estimates: cor 0.9952357

El coeficiente de correlación de Pearson es de 0.99. Es una correlación positiva fuerte que indica relación directa entre el porcentaje del Test y Re-Test sin peso corporal por PSE para los mismos jugadores.

A un nivel de significancia de 0.05, se rechaza la hipótesis nula, es decir, no existe suficiente evidencia estadística para aceptar que la correlación entre el porcentaje del Test y Re-Test sin peso corporal por PSE para los mismos jugadores es igual a cero mostrando un valor significativo de $p < 0.05$.

Correlación intraclase

ICC	Correlación	P-Valor	Intervalo de Confianza
ICCagr	0.997	1.65E-11	0.99 < ICC < 0.999
ICCcons	0.997	1.65E-11	0.99 < ICC < 0.999

Tabla 3.9: Correlación intraclase e Intervalo de Confianza al 95% para el porcentaje promedio del Test y Re-Test sin Peso Corporal para los mismos 21 jugadores.

Tanto la correlación de concordancia como de consistencia es de 0.997. Esta correlación es significativa a un nivel de confianza del 95%.

Gráfico Bland-Altman

Mismos jugadores (21) sin Peso Corporal

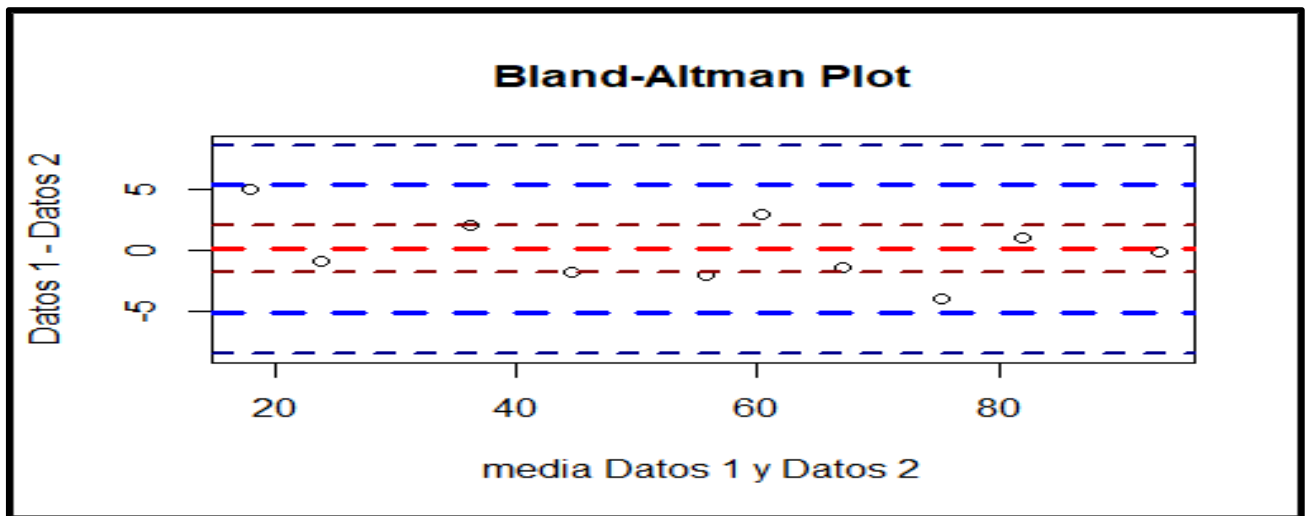


Gráfico 3.12: Análisis gráfico de Bland-Altman para el porcentaje promedio del Test y Re-Test sin Peso Corporal para los mismos 21 jugadores. Datos 2: (BsPC) y Datos 1: (A1sPC)

Normalidad de los residuales

Shapiro-Wilk normality test

data: diferencia

W = 0.97181, p-value = 0.9071

A un nivel de significancia de $\alpha=0.05$, se rechaza la hipótesis nula, es decir, no existe suficiente evidencia estadística para rechazar los residuales de los mismos jugadores (21) sin peso corporal (BsPC) y (A1sPC) se distribuyen normalmente.

BIAS 0.08886887

BIAS Límite Inferior: -1.821850

BIAS Límite Superior: 1.999588

Debido a que el intervalo de confianza al 95% contiene al 0, se puede concluir que las diferencias entre la (BsPC) y (A1sPC) para los mismos jugadores (21) sin peso corporal no es significativa. Ambos promedios son estadísticamente iguales.



3.2. Análisis e interpretación de los Datos

Se realizan las pruebas de normalidad para el total de los datos, donde se detecta que tanto con inclusión, como sin la inclusión del peso corporal (AcPC) y (AsPC) no se distribuyen normalmente, por lo cual corresponde la utilización de pruebas no paramétricas. La Tabla 3.1 y 3.3 se observan los valores promedios de referencia para todos los rangos de escala de Borg CR 10 en los que el valor 0, 0.5 y 1 se presentan como un solo valor, ya que la cantidad de casos para 0 y 0.5 eran muy pocos.

Al construir los valores porcentuales para cada valor de la escala se volvieron a probar la normalidad para cada uno. En función de saber el resultado, de cada valor de la escala, se realizaron pruebas para determinar si cada uno mostraba realmente una diferencia significativa con el próximo, lo cual permite saber que cada valor es realmente diferente al otro, ya que el solo uso de un coeficiente de correlación no podría justificar las diferencias. Para una mayor seguridad y sabiendo que el uso de pruebas para datos múltiples están condicionadas según la cantidad de valores a comparar, y al saber que cada valor representa un incremento porcentual, se comparó cada valor con el próximo. Para las diferencias de medias o medianas (Tabla 3.2 y 3.4) todas muestran que son diferentes con un nivel de significancia de $p < 0.01$ (a excepción entre 6 y 7 con peso corporal y entre 7 y 8 sin peso corporal que fueron con un nivel de significancia de $p < 0.05$) con y sin inclusión del peso corporal. Los valores de escala de 7 y 8 con peso corporal, y entre 6 y 7 sin peso corporal, son los únicos que no muestran una diferencia significativa.

El coeficiente de correlación de Spearman, recomendada cuando se deben usar pruebas no paramétricas, con peso corporal fue $r = 0.94$ y sin peso corporal $r = 0.95$ ambas significativas $p < 0.05$, siendo unas correlaciones positivas muy fuertes (Hernández Sampieri, et al. 2014).



En las fórmulas de regresión, la polinómica de grado 3 se ajusta mejor que la regresión lineal simple tanto con y sin peso corporal, (figura 3.2 y 3.7), igualmente es importante tener presente que para una escala donde los valores ya están establecidos, es decir que no va a aparecer valores internos o proyectados que necesiten ser calculados de las fórmulas, las tablas de referencias son una guía muy clara. Los residuales se muestran de manera constante y típica tanto con y sin peso corporal (Gráfico 3.3, 3.4, 3.5 y 3.8, 3.9, 3.10 respectivamente).

Dentro del proceso también se realizó una prueba de diferencia de medias o medianas entre los valores porcentuales de 1RM asociados a la escala de Borg CR10 de cada tabla con y sin peso corporal, aplicando la prueba correspondiente según sean o no normales cada valor (Tabla 3.5). Los resultados muestran que todos los valores son diferentes de manera significativa a excepción del valor 10 cuando se comparó como muestras independientes. El análisis se realizó tanto como muestras relacionadas e independientes, ya que el grupo de jugadores es el mismo, lo que lo haría muestras relacionadas. Pero calculado con otro criterio el valor del 1RM lo cual podría tomarse el dato como independiente. Existe una diferencia marcada entre los valores porcentuales de 1RM calculados con y sin inclusión del peso corporal.

Para poder ver su repetitiva o reproducibilidad, ya que el primero hace referencia a repetir mismas muestras y condiciones y el segundo hace referencia al cambio de evaluador principalmente, pero también asociando el cambio de sujeto/objeto de medida cuando el conjunto de medidas se realiza en condiciones cambiantes (Frattini, 2019). El cambio entre la primera y segunda evaluación está dado por la modificación de protocolo, que ya fue explicado.

Se realizó una prueba de normalidad desde las medias con y sin peso corporal para los grupos (A1) y (B), determinando que ambos son normales.



El coeficiente de correlación de Pearson entre los grupos (A1) y (B), con y sin peso corporal es de $r: 0.99$ con una significancia de $p < 0.05$ para ambos, siendo positivas y muy fuertes.

La correlación elevada entre ambos grupos sólo explica la relación y no la concordancia (Gil Martínez, 2017). Se realiza coeficiente de correlación intraclase, buscando tanto el acuerdo absoluto como la consistencia, tanto con y sin peso corporal (Tabla 3.7 y 3.9). Ambas muestran un ICC 0.99 , tanto el acuerdo absoluto, como para la consistencia. La significancia también muestra para ambos grupos un valor de $p < 0.001$. El intervalo de confianza al 95% muestra valores entre 0.979 y 0.999 con peso corporal y 0.99 y 0.999 , siendo todos los datos muy fuertes.

Adicionalmente se realiza una prueba de Bland-Altman para las dos mediciones (A1) y (B) con y sin peso corporal, para determinar los límites de acuerdos, los cuales debido a que el intervalo de confianza al 95% contiene al 0, se observa que ambos promedios son estadísticamente iguales. Los residuales mostraron distribuirse normalmente de manera significativa $p < 0.05$.

Todos los valores permiten confirmar la validez y la fiabilidad o confiabilidad de la escala de Borg CR10 para el control de la Sentadilla 90° tras nuca a máxima velocidad con relación al valor de 1RM, tanto con o sin inclusión del peso corporal. Todo el proceso estadístico realizado entre el grupo (A1) y (B), permite confirmar que no hubo diferencias significativas entre evaluar por primera vez con la escala Borg CR10 y la segunda vez, a pesar de las recomendaciones de diferentes autores (Noble y Robertson, 1996; Glasset, et al. 2004, como se citó en Naclerio, 2005). Una posible explicación puede estar dada por tener experiencia en evaluaciones de carga máximas o submáximas, y que eso permita detectar las modificaciones en la carga, que al comparar con una persona que no tiene ningún tipo de experiencia en este tipo de pruebas.



3.3. Discusión y perspectiva de la investigación

Son muchos los trabajos de investigación que validan la relación entre el aumento del valor registrado en diferentes escalas junto con el porcentaje de 1RM Gearhart, et al.(2002); Alison Egan (2004); Legally y Robertson (2006); Robertson, et al. (2008); Naclerio, et al. (2011); Naclerio y Larumbe-Zabala (2016); Naclerio y Larumbe-Zabala (2018), sin ser afectado, por la edad o por el sexo, dicha relación, pero sabiendo que pueden existir diferencias en los valores de escala (Morishita, 2013), por lo cual es conveniente usar la escala recomendada para cada población.

No es común encontrar trabajos, donde la muestra pertenezca al ámbito profesional, y menos aún en el fútbol, lo cual permite tener un punto de partida importante para su discusión. La evaluación de todos los casos se realizó dentro de la estructura normal de entrenamiento de un club profesional, lo cual permite tener a todos los resultados encontrados, una interpretación mucho más contextualizada, dando una mayor transferencia a la realizada práctica para este deporte.

Los valores encontrados en el proceso estadístico, y luego analizados, confirman la validez de la escala de Borg CR 10 tanto con la inclusión o no del peso corporal, sin embargo, existe un valor para cada una de las tablas que no mostraron diferencias, con el próximo. (ver apartado 3.1.1 y 3.1.2. respectivamente). Este dato fue detectado ya que se decidió buscar las diferencias significativas entre cada valor y no, como se realiza comúnmente, con pruebas de valores múltiples. Un alcance muy importante del presente trabajo es que cada valor de escala fue analizado junto con un rango de repeticiones. Esto es un punto diferente a otros estudios, ya que las repeticiones comunes usadas varían entre 1 a como máximo 4 repeticiones con cargas bajas. Durante una sesión de entrenamiento, donde la cantidad de deportistas es numerosa, el pedir que perciban la carga en las primeras repeticiones, no es práctico ya que se recomienda que se observe la escala para percibir el valor, pero pidiendo que realicen un número considerablemente mayor,



afectará el valor percibido, es decir realizar más repeticiones que a las que hace referencia el valor porcentual asociado a una escala, aumentará el valor percibido (Naclerio, et al. 2011) y por ende al registrar los datos cuando termina la serie puede generar un error. Esto hace que sea más simple aplicar a las repeticiones relacionadas para luego al finalizar la serie el jugador pueda percibir la carga tal como se obtuvo el dato en los protocolos de evaluaciones.

Sabiendo que tanto con y sin peso corporal ambas son válidas, es muy importante poder analizar cuál tabla representa el valor más adecuado para el uso en el trabajo diario. En el uso cotidiano, la inclusión del peso corporal, en un ejercicio como la sentadilla no es común. Ahora bien, si la evaluación fuese de un ejercicio como las dominadas, o el cálculo de potencia en un salto vertical, no está en discusión si el peso corporal debe incluirse.

El sistema nervioso produce un movimiento sin saber cuánto valor de 1RM está desplazando, es decir, el AXIOMA de Beevor dice que “el sistema nervioso central no reconoce las acciones musculares de modo analítico, es decir, que “razona” por esquemas de movimientos (Voss, 1999 como se citó en Diéguez, 2007), y sabiendo que el esfuerzo percibido se analiza a nivel cortical, que según la “teoría de la descarga corolaria”, la cual postula que se envía una copia de la eferencia del comando motor central (información saliente) directamente desde las áreas motoras a las áreas sensoriales del cerebro, (Marcora, et at, 2012; Duncan, 2006, como se citó en Abbiss, et al. 2015), el cual posteriormente realiza una comparación entre la información recibida previa por el área sensorial y las que llegan por las aferencias, aunque estas últimas no son determinantes (ver capítulo III, 1.7.3.2), lo mejor es dejar que la misma percepción explique si debe o no incluirse el peso corporal.

En un trabajo publicado por Naclerio y Larumbe-Zabala (2016), en un ejercicio de press de banca, se observan los valores porcentuales asociados a 1RM usando la escala de OMNIREs. Al comparar los valores porcentuales con las tablas 3.1 y 3.3, con el gráfico 3.13, se puede observar

claramente como la tabla con inclusión de peso corporal (tabla 3.1) tiene una marcada mayor cercanía en los valores porcentuales en comparación con la tabla 3.3 sin inclusión del peso corporal a los cálculos de 1RM. Sin duda que el sistema nervioso puede analizar mejor qué representa una determinada carga, con lo cual la respuesta de que es mejor si incluir o no el peso corporal a las fórmulas de 1RM, la contesta la propia respuesta del sistema nervioso a través de la percepción del esfuerzo.

TABLE 1. Mean and 95% CI of %1RM corresponding to each RPE level for men ($n = 242$), women ($n = 66$), and total sample (308).*

RPE	Male			Female			Total sample		
	<i>n</i>	Mean	95% CI*	<i>n</i>	Mean	95% CI*	<i>n</i>	Mean	95% CI*
0	233	27.1	26.1–28.1	34	28.0	26.6–29.4	267	27.2	26.3–28.1
1	170	37.4	36.4–38.5	34	36.8	34.7–38.9	204	37.3	36.4–38.3
2	160	44.9	43.7–46.0	33	45.2	42.7–47.8	193	44.9	43.9–46.0
3	162	52.4	51.2–53.6	32	51.1	49.0–53.1	194	52.2	51.2–53.2
4	142	59.1	57.9–60.3	33	60.6	58.6–62.5	175	59.4	58.3–60.4
5	122	65.6	64.4–66.8	31	66.7	64.8–68.6	153	65.8	64.8–66.8
6	150	72.9	71.9–73.9	32	74.3	72.7–75.8	182	73.1	72.3–74.0
7	170	80.5	79.5–81.5	49	81.8	80.2–83.3	219	80.8	79.9–81.6
8	138	86.3	85.1–87.4	25	88.2	86.7–89.7	163	86.6	85.5–87.6
9	147	92.5	91.7–93.4	33	95.3	93.9–96.7	180	93.0	92.3–93.8
10	238	99.6	99.4–99.9	54	100	100–100	292	99.7	99.5–99.9

*1RM = 1 repetition maximum; CI = confidence interval; RPE = rate of perceived exertion with OMNI-RES 0–10 scale.

Gráfico 3.13 Naclerio y Larumbe-Zabala (2016)

El concepto de precisión hace referencia al grado de concordancia entre resultados de mediciones obtenida, representa una medida de la capacidad de repetibilidad y reproducibilidad de las medidas por un instrumento (Universidad de Cantabria, 2005; como se citó en Frattini, 2019). En resumen, el objetivo es detectar si existe un error sistemático o un error aleatorio, ya que si es sistemático se soluciona con facilidad. En este sentido todos los datos no solo muestran una correlación elevada, sino también un acuerdo absoluto y de consistencia muy elevado en el coeficiente de correlación intraclase. Desde una mirada estricta de repetitividad, al cambiar el protocolo de evaluación, podría ponerse en discusión, pero las fórmulas para los test indirectos



fueron las mismas. Desde el concepto de reproducibilidad, una de las principales características es la modificación del evaluador a la misma muestra, que este no es el caso, ya que el evaluador fue el mismo. Ahora bien, al concepto de reproducibilidad, también se refiere al cambio de condiciones, lo cual es lo que más se ajusta en el caso de la comparación del grupo (A1) y (B), con y sin peso corporal.

Todo lo planteado recientemente, es un punto de fortaleza, ya que lo más trascendente de todo esto, es el contexto en el cual se realizó. Esta investigación fue llevada a cabo en una situación real del fútbol profesional, y cambiando el protocolo entre la primera y la segunda evaluación, que es lo que realmente pasa cuando uno evalúa, ya que en la primera normalmente no se tiene el valor previo de 1RM y en la segunda sí. Es importante aclarar que entre la primera y la segunda evaluación transcurrieron 6 meses, que también coincide con una situación real en el fútbol profesional, ya que son los tiempos normales para poder realizar un retest.

El cambio del protocolo radica solo en fijar la carga previamente para la segunda evaluación (grupo (B)), a partir del uso del cálculo por KIES (Naclerio y Figueroa, 2005), y en la primera (grupo (A1)) por el incremento de carga en función de la percepción. La pausa, series y repeticiones se mantuvieron.

A pesar de las diferencias con la mayoría de los estudios, ya que su realización dista mucho de las condiciones regulares y programadas con las que se publican que son muy difíciles de repetir y por ende de transferir, se pudo comprobar su confiabilidad en un contexto y tiempos reales del fútbol profesional. En este mismo sentido, también se determinó que no se encontraron diferencias al tener o no experiencia previa en la utilización de la escala de Borg CR10, a pesar de lo recomendado por diferentes autores.



Sería muy valioso, en investigaciones futuras, poder realizar evaluaciones similares para otros tipos de ejercicios que son comúnmente usados en el fútbol, para poder tener un mejor control de la carga interna, valorada al final de la serie de manera local (AM).



3.4. Conclusiones

Los resultados del proceso estadístico confirman que la escala de Borg CR10 es una herramienta válida para estimar con un alto grado de precisión los diferentes valores porcentuales de 1RM en una Sentadilla 90° barra libre (BL) solicitada con el mayor impulso posible para cada carga, con y sin inclusión del peso corporal.

Se presentan diferencias significativas en los valores porcentuales obtenidos de 1RM, con la inclusión del peso corporal, comparada cuando no se incluye, para cada valor de la escala de Borg CR10, a excepción del valor 10 cuando se lo comparó como muestras independientes. Se observa una mayor relación, con otros ejercicios y otra escala, con la inclusión del peso corporal.

No se observan diferencias significativas entre los valores obtenidos, sin experiencia previa en el uso de la escala Borg CR10 en un test incremental, comparado con el grupo que la uso por segunda vez, indicando que el conocimiento previo no afectó a los valores obtenidos, mostrando a su vez tener fiabilidad para usar la escala en las condiciones planteadas.

Confirmar la hipótesis planteada en un contexto real del fútbol profesional, permite generar una mayor posibilidad de transferencia al campo del entrenamiento diario.



4. Referencias

Abbiss, Chris R.; Peiffer, Jeremiah J.; Meeusen, Romain; Skorski, Sabrina (2015).

Role of Ratings of Perceived Exertion during Self-Paced Exercise: What are We Actually Measuring? Springer International Publishing Switzerland.

Bautista González, I. (2012). *Diseño y validación de una escala de percepción de la velocidad para monitorizar la intensidad en el entrenamiento de la fuerza*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.

Bautista González, I.; Chiroso Ríos, J.; Chiroso I. (2016). *Concurrent validity of a perception velocity scale to monitor squat exercise intensity in young skiers*. *The Journal of Strength and Conditioning Research*.

Bishop, D; Tillin N. (2009) *Factores moduladores de la potenciación Post-Activación y su Efecto sobre el Rendimiento en Actividades Explosivas Subsiguientes*. PubliCE (<http://www.sobreentrenamiento.com/PubliCE/Home.asp>). 27/05/09. Pid: 1132

Boyle, M. (2017). *El entrenamiento funcional aplicado a los deportes*. Tutor

Brenes González, H (2017) *Aplicación del análisis de regresión lineal simple para la estimación de los precios de las acciones de Facebook, Inc*.
<http://revistacienciaseconomicas.unan.edu.ni/index.php/REICE>

Casas, A.; y Jiménez Gutiérrez, A. (2005). *Entrenamiento personal: bases, fundamentos y aplicaciones* (págs. 225-257). INDE

Borg, G. (1982). *Psychophysical bases of perceived exertion*. *Medicine and Science in sports and Exercise*, 377-381.

Bosco. (2000). *La fuerza muscular*. Editorial INDE.

Casamichana, D. & Castellano, J. (2013). *Utilidad de la escala de percepción subjetiva del esfuerzo para cuantificar la carga de entrenamiento en el fútbol*.



- Castellanos, R. & Pulido, A. (2009). *Validez y confiabilidad de la escala del esfuerzo percibido de borg*. VL - 14 JO - Enseñanza e Investigación en Psicología ER -
- Chena, M. (2018) *Modelo funcional estructurado para el entrenamiento de fuerza en el jugador de fútbol*. Revista de Preparación Física en el Fútbol. ISSN: 1889-5050
- Chéron, G. (2018) *Neurofisiología del movimiento. Oscilaciones neuronales y aprendizaje motor*. EMC - Kinesiterapia - Medicina física 1 Volume 39 > n°2 > mayo 2018
- Cometti, G. (1999). *Fútbol y Musculación*. Madrid: Inde.
- Coutts y Barbero. (2001). *Monitoring training in team sports*. Revista Académica, 21-23.
- Day. (2004). *Monitoring Exercise Intensity During, RPE*. Journal of Strength and Conditioning Research, 353-358.
- Díaz Ocejo, J. & Mora Mérida, J. A. (2009). *análisis de las estrategias cognitivas en la resistencia dinámica*. Rev.int.med.cienc.act.fis. deporte, 114-139.
- Díaz Ocejo, J. Mora Mérida, J. A. & Chapado, F. (2009). *Análisis de las estrategias cognitivas en la resistencia dinámica*. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. 114-139.
- Dieguez, J. (2007) *Entrenamiento funcional en programas de fitness*. Editorial INDE.
- Egan, A. (2004). *A cross-sectional comparison of different resistance training techniques in the squat exercise* journal of undergraduate research.
- Estévez, M. (2018). *Analizar: Bases para el Movimiento Humano*. Especialista en metodologías aplicadas al fútbol. FUTECH. FPF.
- Fanchini, F; Ghielmetti, R; Coutts, A; Schena, F y Impellizzeri, F. (2015) *Effect of Training-Session Intensity Distribution on Session Rating of Perceived Exertion in Soccer Players*. International Journal of Sports Physiology and Performance



- Foster, C.; Guigan, M. & Egan, A. (2004). *Respuestas del Cortisol en Saliva y del Esfuerzo Percibido durante la realización de series de ejercicios de sobrecarga de Alta y Baja intensidad*. Journal of Sport Science and Medicine.
- Flores-Ruiz E, Miranda-Novales MG, Villasís-Keever MÁ. (2017) *El protocolo de investigación VI: cómo elegir la prueba estadística adecuada*. *Estadística inferencial*. Rev Alerg Mex.;64(3):364-370
- Frattini, M (2019). *Evaluación de la fuerza*. 05/07 Universidad del Gran Rosario.
- Gabbett, T; (2016) *The training—injury prevention paradox: ¿should athletes be training smarter and harder?* J Sports Med
- Gil Martinez (2017) *análisis gráfico de bland-altman*. https://rstudio-pubs-static.s3.amazonaws.com/326677_ed20688ec0b14e39986fc4afe0144748.html#
- Gearhart, R.Goss FL, Lagally KM, Jakicic JM, Gallagher J, Gallagher KI, Robertson RJ. (2002). *Ratings of perceived exertion in active muscle during high-intensity and low-intensity resistance exercise*. The Journal of Strength and Conditioning Research.
- González-Badillo, J (2007) *Consideraciones sobre la manifestación y el desarrollo de la fuerza y la potencia muscular*. *PubliCE Premium*. *Publicaciones por Suscripción sobre Ciencias del Ejercicio*. <http://www.sobreentrenamiento.com/PubliCE/Home.asp>). 04/04/07. Pid: 799
- González-Badillo, J & Ayestarán, R. (1997). *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza: aplicación al alto rendimiento*. Editorial Inde
- González Badillo, J. J. & Ribas Serna, J. (2002). *Bases de la programación del entrenamiento de fuerza*. Barcelona: Inde.
- González-Badillo, J.; Sanchez-Medina, L.; Perez, C. (2010) *Importance of the Propulsive Phase in Strength Assessment*. *International Journal Sports Medicine*



- González-Badillo, J; Sanchez Medina, L.; Pareja Blanco, F; Rodríguez Rosell, D. (2017). *La velocidad de ejecución como referencia para la programación, control y evaluación del entrenamiento de fuerza. ERGOTECH consulting*
- Grandys, M; Majerczak, J; Karasinski y Zoladz J. (2013). *Contenido de cadenas musculares de miosina pesada en relación a las hormonas gonadales y el balance anabólico - catabólico en hombres entrenados y no entrenados*. Artículo publicado en el journal PubliCE.
- Gutiérrez López. J (2000) "Análisis de las características de la escala de esfuerzo percibido (RPE) de Borg (Ratio of Perceived Exertion)". [http:// www.psicodeporte.com](http://www.psicodeporte.com).
- Helms, E; Cross, M; Brown, S; Storey, A; Cronin, J; Zourdos, M. (2017) *Rating of perceived exertion as a method of volume autoregulation within a periodized program*. Journal of Strength and Conditioning Research
- Herrera, M (2013) *Monitorización de la intensidad del entrenamiento de la fuerza mediante la percepción subjetiva de la velocidad*. Tesis Doctoral. Universidad de Valencia
- Hernández Sampieri, R. Fernández Collado, C. & Lucio, P. B. (2014). *Metodología de la Investigación*. México D.F.: McGraw-Hill.
- Hill, A. (1938) *The Heat of Shortening and the Dynamic Constants of Muscle*.
<http://rspb.royalsocietypublishing.org/subscriptions>
- Izquierdo, Mikel. (2007). *Entrenamiento de la fuerza en personas mayores ¿Cómo hay que entrenar la fuerza en los mayores?* Artículo publicado en el journal Revista de Educación Física, año 2007.
- Impellizzeri FM, Woodcock S, Coutts AJ, Fanchini M, McCall A, Vigotsky AD, (2020). *Acute to random workload ratio is 'as' associated with injury as acute to actual chronic workload ratio: time to dismiss ACWR and its components*. SportRxiv.



- Kuznetsov, V.V. (1998) *Metodología del entrenamiento de la fuerza para deportistas de alto nivel*. Editorial Stadium.
- Lagally, K. Mccaw, S. Young, G. Medema, H. & Thomas, D. (2004). *Ratings of Perceived Exertion and Muscle Activity During the Bench Press Exercise in Recreational and Novice Lifters*. Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association.
- Lagally, K. & Robertson R. J. (2006). *Construct validity of the OMNI resistance exercise scale*. Journal of Strength and Conditioning Research, 252–256.
- Larumbre-Zabala E, Chapman, M. Goss-Sampson, M. Travis Triplett, N. & Naclerio, F. (2018). *Using Perceptual and Neuromuscular Responses to Estimate Mechanical Changes During Continuous Stes in the Bench Press*. Journal of Strength and Conditioning Research, 1-11.
- López Chicharro; A. Fernández Vaquero, (2006) *Fisiología del Ejercicio*. Médica Panamericana
- Mcguigan, M; Sweet, T; Foster, C; Brice, G. (2004) *quantitation of resistance training using the session rating of perceived exertion method*. Journal of Strength and Conditioning Research
- Mann, B; Thyfault, J; Ivey, P; Sayers, S. (2010) *The effect of autoregulatory progressive resistance exercise vs. linear periodization on strength improvement in college athletes*. Journal of Strength and Conditioning Research
- Mann, B (2011). *A programming comparison: the apre vs. linear periodization in short term periods*. Tesis Doctoral University of Missouri-Columbia
- Marcora, S. (2009). *Perception of effort during exercise is independent of afferent feedback from skeletal muscles, heart, and lungs*. www.physiology.org/journal/jappl (190.210.087.065)
- Martin. (2001). *Manual de metodología del entrenamiento deportivo*. Barcelona: Paidotribo.



Metral, G. (2019). *Fisiología muscular aplicada al entrenamiento de la fuerza*. 11/10

Universidad del Gran Rosario

Moreno Castellanos, J. (2012) Método de detección temprana de outliers. Ponticia Universidad

Javeriana

Morishita, S; Yamauchi, S, Fujisawa, S. y Domen, K; (2013) *Rating of Perceived Exertion for Quantification of the Intensity of Resistance Exercise*. International Journal of Physical

Medicine & Rehabilitation

Moyano, M; Peña García-Orea, G; Heredia Elvar, J. (2020) *Control de la Carga Interna en*

Deportes Colectivos. Relación con el Rendimiento, la Fatiga y la Prevención de

Lesiones. International Journal of Physical Exercise and Health Science for Trainers,

(IJPEHS-Tr. / IJPEHS-Tr.)

Naclerio, F. (2004). Control del Entrenamiento de Fuerza contra Resistencias.

Naclerio, F.; Figueroa j. (2005) *Determinación de los niveles de fuerza máxima aplicada, velocidad y potencia por medio de un test creciente en press de banca plano, en*

levantadores españoles. VL - 15 JO - Motricidad: European Journal of Human

Movement ER

Naclerio, F.; y Jiménez Gutiérrez, A. (2005). *Entrenamiento personal: bases, fundamentos y aplicaciones* (págs. 87-134). INDE

Naclerio, F.; y Jiménez Gutiérrez, A. (2008). *Nuevas dimensiones en el entrenamiento de la fuerza* (págs. 177-270). INDE

Naclerio, F; Rodríguez-Romo, G; Barriopedro-Moro, M.; Jimenez, A. Alvar, B. y Triplett, T. (2011). *Control of resistance training intensity by the omni perceived exertion scale*.

Journal of Strength and Conditioning Research



- Naclerio, F. & Larumbe-Zabala, E. (2016). *Relative Load Prediction by Velocity and The Omni-Res 0–10 Scale in Parallel Squat*. Journal of Strength and Conditioning Research,
- Naclerio, F. Rodríguez-Romo, G. Barriopedro-Moro, M. Jimenez, A. Alvar, B. & Triplett, T. (2011). Control of Resistance Training Intensity by the Omni Perceived Exertion Scale. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 1-10.
- Naclerio, F. & Larumbe-Zabala, E. (2018). Predicting relative load by peak movement velocity and ratings of perceived exertion in power clean. *JOURNAL OF HUMAN SPORT & EXERCISE*, 639-650.
- Naclerio, F. & Larumbe-Zabala, E. (2016). *Loading intensity prediction by velocity and the omni-res 0–10 scale in bench press*. Journal of Strength and Conditioning Research
- Naclerio, F (2018). *Métodos para Controlar el Entrenamiento de Fuerza. Continuum Repetición-peso, Velocidad de Movimiento, Percepción del Esfuerzo*. 2/10 University of Greenwich. Webinar. G-SE
- Nasser, I.; Costa Freitas, D.; Andrade Paz, G.; Willardson, J; Miranda, H. (2019) *Volume load and efficiency with different strength training methods*.
<https://www.researchgate.net/publication/333144610>.
- Palarino, M y Rapela, M (2018) *La relación velocidad media propulsiva-potencia media propulsiva-carga en el ejercicio peso muerto con barra trap con agarre alto*. Tesis Licenciatura Universidad Nacional de Lomas de Zamora
- Pincivero, D. M. & Campy, R. M. (2004). *The effects of rest interval length and training on quadriceps femoris muscle extensor torque and muscle fatigue*. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 111-118.
- Robertson, R.J.; Goss, F.L.; Aaron, D.J.; Gairola, A. kowallis, R.A.; Liu, Y.; Randall, C.R.; Tessmer, K.A; Schnorr, T.L.; Schroeder, A.E. Y White, B. (2008) *One repetition*



- maximum prediction models for children using the OMNI RPE scale.* Journal of strength and conditioning research, national strength and conditioning association.
- Robertson, R. J. Goss, F. L. Bell, J. A. Dixon, C. B. Gallagher, K. I. Lagally, K. M. & Thompkins, T. A. (2002). *Self-regulated cycling using the Children's OMNI Scale of Perceived Exertion.* *Medicine and science in sports and exercise.* Medicine and science in sports and exercise, 1168-1175.
- Robertson, R. J. Goss, F. L. Rutkowski, J. Lenz, B. Dixon, C. & Timmer, J. (2003). *Concurrent validation of the OMNI Perceived Exertion Scale for resistance exercise.* *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 333-341.
- Robertson, R; Goss, F; Andreacci, J; Dube', J; Rutkowski, J; Frazee, K; Aaron, D; Metz, K; Kowallis, R; Snee, B. (2005). *Validation of the Children's OMNI-Resistance Exercise Scale of Perceived Exertion.* MEDICINE & SCIENCE IN SPORTS & EXERCISE
- Rodríguez-Rosell; D; Pareja-Blanco, F; Aagaard, P; González-Badillo, J. (2017). Physiological and methodological aspects of rate of force development assessment in human skeletal muscle. *Clin Physiol Funct Imaging*
- Samaja, J. (1993). *Epistemología y Metodología, Elementos para una teoría de la investigación científica.* Buenos Aires: Eudeba.
- Sánchez Medina, L. (2014) *La importancia de entrenar a máxima velocidad de ejecución para maximizar las ganancias en rendimiento neuromuscular.* Centro de estudios, investigación y medicina del deporte
- Schoenfeld, B (2016) *Application of the Repetitions in Reserve-Based Rating of Perceived Exertion Scale for Resistance Training.* (<http://journals.lww.com/nsca-scj>)
- Siff, M. & Verkhoshansky, Y. (2000). *Superentrenamiento.* Barcelona: Paidotribo.



Soto, A. (2005). *Procedimiento de evaluación de riesgos ergonómicos y Psicosociales*.

Universidad de Almería

Vaccarini, A; Romero, S. (2012) *Entrenamiento de la velocidad en el fútbol*. Grupo

Sobreentrenamiento.

Vaccarini, A; Vilariño, L; Palarino, M; Tinti, H. (2016) *Medios tecnológicos para la valoración de la fuerza y la potencia*. Diplomatura universitaria en el entrenamiento de la fuerza y la

potencia. Grupo sobreentrenamiento

Wilmore, J. y Costill, D. (2004) *Fisiología del esfuerzo y el deporte*. Editorial Paidotribo.

Zourdos, M; Klemp, A; Dolan, C; Quiles, J; Schau, K; Jo, E; Helms, E; Esgro, B; Duncan, S;

García Merino, S; Blanco, R. (2016) *Novel resistance training-specific rating of perceived exertion scale measuring repetitions in reserve*. Journal of Strength and Conditioning Research

Zourdos, M; Helms, E; Storey, E; Cross, M; Brown, S; Lenetsky, S; Ramsay, R; Dillen, C.

(2016) *RPE and Velocity Relationships for the Back Squat, Bench Press, and Deadlift in Powerlifters*. Journal of Strength and Conditioning Research