



Trabajo Fin de Grado- Opción:
Revisión Bibliográfica.

Entrenamiento en suspensión.



Grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte

Curso académico 2014-2015

Alumno: Omar Antón Copé

Tutor académico: Rafael Sabido Solana

Índice:

1-Contextualización

Pág. 3

2-Procedimiento de revisión

Pág. 4

3-Cuadro resumen de artículos

Pág. 5

4-Discusión

Pág. 13

5-Propuesta de intervención

Pág. 14

6-Bibliografía

Pág. 15

7-Anexos

Pág. 16



1-Contextualización:

Recientemente han aparecido nuevas modas y métodos de entrenamiento (Crossfit, TRX, circuit training, entrenamiento vibratorio etc.) las cuales no se sabe realmente si se deben al objetivo de la búsqueda de una forma de entrenar más eficiente y efectiva, o por el contrario, el objetivo es más bien comercial, de marketing, de negocio. Incluso ¿por qué no?, una combinación de ambas.

En esta revisión bibliográfica nos centraremos en una de ellas, el entrenamiento en suspensión, el cual variedad de movimientos que requieren que el individuo equilibrio, y que utiliza ejercicios con el propio peso resistencia. Éste tipo de entrenamiento, en especial el TRX suspensión), se ha vuelto muy popular en el entrenamiento que parece que podría provocar una activación muscular a otros ejercicios más tradicionales (Nicola et al., 2014).

Las correas de suspensión o TRX constan de agarres y son de altura regulable (Nicola W. et al., 2014). Está unas bandas o cintas de longitud regulable mediante metálicas. En un extremo de las cintas encontramos unos estribos o empuñaduras para poder introducir pies o manos dependiendo del ejercicio y en el otro extremo un mosquetón para anclarlo. Además el kit lo compone una cinta o anclaje suspensor para poder sujetarlo a infinidad de elementos fijos. Mediante la regulación se puede modificar la dificultad del ejercicio, por ejemplo, una flexión de brazos realizada con los pies a una altura mayor que los brazos será una variante más intensa que una flexión con los pies a la misma altura de los brazos, y ésta a su vez será más intensa que si la realizamos con los pies por debajo de los brazos. Otra forma de regular la intensidad es mediante los puntos de apoyo, ya que si realizamos una flexión de brazos sin apoyo de pies la intensidad aun será mucho mayor. Por lo tanto, podemos ver 2 formas de regular la intensidad: mediante la altura o la inclinación del cuerpo, y mediante los puntos de apoyo (Snarr, Esco, 2013).



principalmente implica una mantenga el corporal como (o correas de de fuerza, ya mayor respecto

para las manos, formado por hebillas



A pesar de esto, hay datos científicos muy limitados sobre el entrenamiento en suspensión. Y mediante la bibliografía consultada, intentaremos extraer la mayor cantidad de información útil que intentarán resolver las siguientes cuestiones:

-¿Cuáles son los efectos agudos de una sesión de entrenamiento con TRX? ¿Afectaría a la fuerza? ¿Y a la potencia?

-¿Cuáles son las respuestas hormonales agudas de una sesión de entrenamiento en suspensión?

-¿Qué diferencia hay entre realizar ejercicios de empuje en superficies estables y en TRX? ¿Qué diferencias en los niveles de compresión en la columna se observarían?

-¿Qué nivel de activación a nivel del core se obtendría durante los ejercicios en suspensión?

-¿Qué diferencias se observan en una plancha realizada en superficie estable con una plancha realizada en suspensión? ¿Y entre realizarla en suspensión y con otros dispositivos de inestabilidad como pelotas suizas?

-¿Hay diferencias en la fuerza realizando un entrenamiento en circuito tradicional respecto a un entrenamiento en circuito con ejercicios en suspensión? ¿Y en la potencia, velocidad, capacidad de salto?

-¿Cuál sería la respuesta de la hormona de crecimiento en una sesión de entrenamiento en suspensión?

-¿Hay diferencias en la actividad electromiográfica en los músculos implicados en una flexión tradicional respecto a una flexión en suspensión? ¿Y en el core?

-¿Si comparamos diferentes ejercicios abdominales en inestabilidad, en superficies estables y en suspensión, que diferencias observaríamos entre ellos?

Una vez resueltas estas cuestiones, realizaremos una síntesis con la información útil extraída, con el objetivo de poder dar una aplicación práctica al entrenamiento en suspensión. Para ello, y como ejemplo práctico, llevaremos a cabo una propuesta de intervención dirigida a un individuo concreto, con unas características concretas.

2-Procedimiento de revisión:

Para la revisión de artículos he seguido varias directrices:

-Se han escogido artículos entre el año 2000 y 2015, aunque no se han encontrado ninguno anterior al año 2011, lo que refleja lo actual y nuevo que es el tema del entrenamiento en suspensión.

-Se ha intentado escoger los artículos que aparecían completos, pero debido al reducido número encontrado, se han elegido algunos artículos en los que solamente aparecía el resumen.

-Las bases de datos utilizadas para la búsqueda y selección de artículos son las siguientes: Mesline, Google Scholar, Scopus.

-Como criterio de exclusión, quedaban fuera los artículos que no pertenecían a la base de datos del catálogo de revistas de impacto JCR de la UMH. Pero debido a que es un tema muy novedoso, como he dicho anteriormente, el número de artículos encontrado, aun escogiendo artículos con el resumen solamente no era suficiente, por lo que tuve que agregar 7 artículos de revistas de impacto no pertenecientes a la base de datos de la UMH.

-Los términos de búsqueda empleados, ya sean individualmente, o combinando dos, o varios de ellos son: suspension, training, trx, performance, power, strenght, resistance.

3-Cuadro resumen de artículos:

Autores	Objetivo	Muestra	Metodología	Resultados	Conclusiones
Fong S. et al. (2015)	Este estudio tuvo como objetivo examinar los efectos de la kinesiología (KT) y de diferentes ejercicios de suspensión en TRX en la actividad electromiográfica (EMG) de los músculos del core en las personas con dolor crónico de espalda baja (LBP).	N=21. Sujetos universitarios entre 18 y 30 años con dolor crónico de espalda baja.	Cada participante fue expuesto a dos condiciones KT: encintado y no encintado, mientras se realizan cuatro ejercicios de suspensión TRX: (1) curl femoral, (2) abducción de cadera en plancha, (3) press de pecho en máquina, y (4) remo a 45 grados. Se registró el EMG de: Transverso del abdomen, oblicuo interno (TrAIO), recto abdominal (RA), oblicuo externo (EO), y multifidos lumbares superficiales (LMF). Y expresado como un porcentaje de la amplitud EMG registrado durante una contracción voluntaria máxima isométrica de los respectivos músculos.	Abducción de la cadera en plancha aumentó el EMG del TrAIO, RA, y LMF en comparación con otras posiciones en TRX (P<0,008). Sólo el curl femoral fue eficaz para la obtención de un elevado EMG de LMF (P<0,001). No hubo diferencias significativas en EMG entre la kinesiología con cintas y sin cintas (P> 0,05).	Abducción de la cadera en plancha fue la manera más eficaz de activar los músculos abdominales, mientras que el curl femoral fue efectivo para activar los músculos paraespinales. La aplicación de KT no obtuvo beneficios inmediatos en la activación de los músculos del core durante el entrenamiento TRX en adultos con dolor lumbar crónico.
Fong S. et al. (2015)	Investigar el nivel de activación de los músculos del core durante ejercicios de suspensión	21 sujetos sanos entre 18 y 30 años sin experiencia en entrenamiento de TRX.	En laboratorio. La electromiografía de la superficie en los músculos del tronco (recto abdominal, oblicuo externo, interno, transverso, lumbar y multifido) durante los ejercicios de suspensión (abducción de cadera en plancha, curl femoral, pres de pecho y remo a 45º) fue investigada. La activación muscular durante 5 semanas de entrenamiento fue medida mediante EMG y normalizada sobre la máxima contracción voluntaria individual (MVC).	Diferentes niveles de activación se observaron durante la abducción de cadera en las planchas, el curl femoral y el pres de pecho. La abducción de cadera en plancha generó la máxima actividad de los músculos abdominales. El remo a 45º generó la menor actividad muscular.	Entre los 4 ejercicios analizados, la abducción de cadera en plancha con suspensión obtuvo el mayor potencial para el fortalecimiento muscular de los músculos del core. Además, el entrenamiento en suspensión generó relativamente los mayores niveles de activación en la musculatura del core cuando se compara con estudios previos de ejercicios de core en superficies estables e inestables
Cortis C. et al.	Examinar el	6 chicas	Sentadilla y saltos en	RPE= duro (5,8 ± 2,5). diferencias (p <0.05) en SJ (pre: 21,0	Los sujetos eran capaces de mantener su fuerza

(2014)	rendimiento de fuerza y potencia antes y después de una sesión con TRX	estudiantes (edad: 26+-3,8 años; altura 1,7m +- 0,1 m; peso: 58,4+-2kg; BMI: 21+-1,5)	contramovimiento sobre una plataforma de fuerzas portátil. Se midió MVC MMII, fuerza de agarre (HG) con dinamómetro, RPE.	$\pm 3,0$ cm; post: $24,3 \pm 1,6$ cm) y MVC en el miembro dominante (pre: $352,7 \pm 54.9N$; post: $329,4 \pm 56.2N$). No diferencias en CMJ (pre: $25,1 \pm 2,2$ cm; post: $26,2 \pm 1,1$ cm) y MVC en la extremidad no dominante (pre: $322,1 \pm 53.1N$; post: $321,6 \pm 57.5N$). Para HG, la diferencia ($p < 0.05$) sólo en la mano dominante (pre: $309,0 \pm 46.3N$; correos: $312,3 \pm 52.1N$) con respecto a la no dominante (pre: $289,4 \pm 40.6N$; post: $289,4 \pm 51.8N$).	y mejorar su potencia al final de la sesión de TRX. Es posible especular que un efecto de activación relacionado con el ejercicio contrarresta los efectos de la fatiga y facilita la realización de tareas motoras complejas tales como el rendimiento de potencia.
Jeannette B. et al. (2014)	Examinar el efecto del entrenamiento de suspensión en la activación muscular durante la ejecución de las variaciones del ejercicio de plancha.	21 sujetos sanos.	2 repeticiones de cada uno de los 4 ejercicios diferentes de plancha, que consistían en una plancha en el suelo, plancha con los brazos en suspensión, pies en suspensión, o pies y brazos en suspensión en TRX. Electromiografía en: recto abdominal, oblicuo externo, recto femoral, y serrato anterior. Todas las planchas se realizaron durante un total de 3 segundos.	Activación muscular abdominal fue superior en todas las condiciones de suspensión en comparación con la planchas en el suelo. El mayor nivel de activación muscular abdominal se produjo en las condiciones de brazos de suspensión y brazos /pies suspendidos, sin diferencias entre sí. La activación del recto femoral fue mayor durante la condición de brazos suspendidos, mientras que la actividad SA alcanzó su punto máximo durante planchas normales y con los pies suspendidos.	El entrenamiento de suspensión, tal y como se realizó en este estudio parece ser un medio eficaz para aumentar la activación muscular durante el ejercicio en plancha. Contrariamente a lo esperado, la inestabilidad adicional creada por la suspensión de los brazos y pies no dio lugar a ningún tipo de activación muscular abdominal adicional.
Calatayud J. et al. (2014)	Analizar las extremidades superiores y la activación del core al realizar flexiones de brazos con diferente dispositivos de suspensión	29 varones jóvenes estudiantes universitarios.	Realizaron 3 flexiones con cada uno de los 4 sistemas de suspensión. Se controló la velocidad durante la flexión mediante un metrónomo y el orden de las pruebas fue aleatorio. Electromiografía del tríceps braquial, parte alta del Trapecio, Deltoides anterior, zona clavicular del pectoral, recto del abdomen, Recto femoral, lumbar y erectores de la columna se registró. Las señales electromiográficas se normalizaron con la CIVM (contracción isométrica voluntaria máxima).	La flexión de brazos en suspensión con un sistema de polea proporcionó la mayor actividad ($37,76\%$ de la MVIC; $p < 0,001$). -La flexión de brazos en suspensión con un sistema de poleas también proporcionó la mayor activación en tríceps braquial, trapecio superior, recto femoral y erector lumbar. Por el contrario, las condiciones estables parecen más apropiados para pectoral mayor y los músculos deltoides anterior.	Independiente del tipo de diseño, todos los sistemas de suspensión fueron herramientas especialmente eficaces para alcanzar altos niveles de activación en el recto abdominal.

<p>Mate J.L. et al. (2014)</p>	<p>Comparar los efectos de un entrenamiento tradicional y un programa de entrenamiento mediante un circuito con ejercicios de inestabilidad en las extremidades superiores e inferiores en la fuerza, la potencia, la velocidad de movimiento y capacidad de salto.</p>	<p>36 sujetos sanos no entrenados: Grupo experimental entrenamiento tradicional N=10; Grupo experimental entrenamiento inestable N=12; Grupo control N=14</p>	<p>3 días por semana de entrenamiento para un total de siete semanas. Las siguientes variables se determinaron antes y después del entrenamiento: máxima fuerza (1RM), media (AV) y la velocidad pico (PV), media (AP) y la potencia pico (PP), todos ellos durante press de banca (BP) y sentadilla trasera (BS) junto con salto en sentadilla (SJ) y salto de altura y salto en contramovimiento (CMJ).</p>	<p>Se encontró que todas las variables mejoraban de forma significativa ($p < 0,05$) en respuesta a ambos programas de entrenamiento. Se observaron importantes mejoras en todas las variables. A pesar de estas mejoras no se detectaron diferencias significativas en las variables post-entrenamiento entre los dos grupos experimentales</p>	<p>Estos datos indican que un programa de entrenamiento en circuito utilizando dispositivos de inestabilidad (bosu, TRX...) es tan eficaz en los hombres no entrenados como un programa de ejecutado en condiciones estables para mejorar la fuerza (1RM), la potencia, la velocidad de movimiento y capacidad de salto.</p>
<p>Snarr R. L., Esco M. R. (2014)</p>	<p>El propósito de este estudio para determinar las demandas cardiovasculares y metabólicas de un programa de entrenamiento de alta intensidad realizado en un dispositivo de suspensión.</p>	<p>Hombres ($n = 9$) y mujeres ($n = 3$), con una edad media = $24,67 \pm 2,90$, aparentemente sanos.</p>	<p>Los participantes realizaron una familiarización de entrenamiento HIIT en dispositivo de suspensión (es decir, TRX® metabólico explosivo) que consta de nueve ejercicios de peso del cuerpo, seguido por un sprint de 1 minuto.</p>	<p>Los resultados demostraron que la sesión de ejercicio provocó una frecuencia cardíaca media de $148,0 \pm 12,0$ beats.min⁻¹, o de $82,99 \pm 4,20\%$ FCmáx. El entrenamiento produjo un VO₂ medio de $24,34 \pm 3,24$ ml.kg⁻¹.min⁻¹, que fue $55,97 \pm 5,82\%$ del VO₂máx. El gasto total de calorías para el programa HIIT resultó en $96,98 \pm 19,49$ kcal, o aproximadamente $10,78 \pm 2,17$ kcal.min⁻¹. Mientras que los niveles promedio de MET para el entrenamiento fueron iguales a $6,94 \pm 0,93$.</p>	<p>Los resultados sugieren que la sesión de ejercicio podría ser clasificada como el ejercicio "de moderada a alta intensidad", según el Colegio Americano establecida de Medicina Deportiva. Si bien, el entrenamiento provocó una frecuencia cardíaca de intensidad vigorosa, sólo un porcentaje moderado de VO₂max fue obtenido. Por lo tanto, las adaptaciones cardiovasculares podrían no darse en individuos medianamente o altamente capacitados.</p>
<p>Calatayud J. et al. (2014)</p>	<p>Este estudio se realizó para analizar la activación muscular del tronco y "core" en la realización de flexiones en condiciones diferentes.</p>	<p>Los estudiantes universitarios de sexo masculino entrenados ($n = 29$)</p>	<p>Realizaron tres flexiones en condición estable y en suspensión (instructor Airfit ProTM) con las manos en dos alturas diferentes (10 y 65 cm). La velocidad de la ejecución se controla mediante un metrónomo con una orden de pruebas al azar. La amplitud media de la actividad electromiográfica del tríceps braquial, trapecio superior, deltoides anterior, porción clavicular del pectoral, recto</p>	<p>Flexiones suspendidos brazos proporcionan una mayor actividad muscular que en condición estable, excepto deltoides anterior y pectoral clavicular.</p>	<p>Por lo tanto, flexiones de brazos en suspensión son especialmente ventajosas si el objetivo es la activación del tríceps braquial, trapecio superior y / o músculos del "core". Realización de flexiones a 65 cm desde el suelo reduce la intensidad del ejercicio y la actividad muscular en comparación con la posición en la 10 cm.</p>

			abdominal, recto femoral, erectores de la columna lumbar y glúteo mayor se registraron y normalizaron basándose en la máxima contracción isométrica. Se utilizó el análisis de varianza para medidas repetidas con la prueba de Bonferroni para el análisis de datos.		
Borreani S. et al. (2014)	Analizar la activación muscular del hombro al realizar flexiones bajo diferentes condiciones de estabilidad y alturas.	29 hombres sanos participaron. (n=29; edad: 23.5 ± 3.1 años; altura: 178.2 ± 5.9 cm; peso: 75.2 ± 8.5 kg; porcentaje grasa corporal: 10.0 ± 2.5 %)	Los sujetos realizaron 3 flexiones cada uno con sus manos a las 2 diferentes alturas (10 frente a 65 cm) en condiciones estables y utilizando dispositivo de suspensión. Velocidad en la flexión fue controlado y el orden de pruebas fue aleatorio. La media amplitudes de la raíz electromiográfica media cuadrática de la cabeza larga del tríceps braquial (tríceps), trapecio superior (TRAMPAS), deltoides anterior (DELTA) y porción clavicular del pectoral (PEC) se registraron. Las señales electromiográficas se normalizaron a la CIVM.	Suspendido flexiones en 10 cm resultaron en una mayor activación en el tríceps (17,14 ± 1,31% vs. 37.03 ± MVIC 1,80% CIVM) y trapecio superior (5,83 ± 0,58% MVIC vs. 14,69 ± 1,91% MVIC) que los realizados en el suelo. Para DELTA y PEC similar o mayor activación se encuentra realizando las flexiones en el suelo, respectivamente. Altura determina diferentes patrones de activación muscular.	Flexiones en condiciones estables provocan similares PEC y mayor activación muscular DELTA, siendo mayor su activación muscular a 10 cm; mientras suspendido flexiones solicita mayormente el trapecio superior y el tríceps, siendo mayor su activación muscular en 65 cm.
Nicola W. et al. (2014)	En este estudio, se determinó el nivel de activación de los músculos del core durante los ejercicios de suspensión	Adultos y jóvenes saludables. 18 (8 hombres y 10 mujeres); edad: 21,9± 1.7 años; peso 54.7 ± 6.6 kg	El estudio se realizó condiciones controladas de laboratorio: se midió la electromiografía de superficie (sEMG) de los músculos centrales (recto abdominal, oblicuo externo ,	Diferentes niveles de activación muscular se observaron durante la abducción de la cadera en el tablón, curl femoral y pres de pecho . Abducción de la cadera en el tablón genera la mayor activación de los músculos abdominales. El remo a 45º generó la activación más baja	Entre los cuatro ejercicios investigados, la abducción de la cadera en el tablón con suspensión tiene el efecto potencial más fuerte para el fortalecimiento de los músculos del core. Además, se encontró que el entrenamiento en suspensión es efectivo para generar niveles

		; altura 165.9 ± 0.9 cm)	oblicuo interno / transverso abdominal y lumbar multifidus superficial) durante cuatro ejercicios de suspensión (abducción de la cadera en el tablón, curl femoral, pres de pecho, y remo a 45°). Se midió la actividad muscular durante 5 segundos en los entrenamientos mediante la EMG normalizada a la CIVM.		relativamente altos de activación muscular del núcleo cuando se compara con los estudios de de ejercicios de core sobre superficies de apoyo estables e inestables.
McGill S. M. et al. (2014)	Analizar ejercicios de empuje realizados en superficies estables y en correas de suspensión inestables, midiendo los niveles de actividad muscular y compresión en la columna vertebral junto con el empleo de la técnica de coaching.	14 hombres fueron (media de edad, 21,1 62,0 años; altura, 1,77 6 0,06 m; peso promedio, 74,6 6 7,8kg).	La fuerza muscular y la fuerza de los segmentos implicados fueron usadas para calcular las cargas en la columna. La velocidad de movimiento se estandarizó entre los participantes mediante el uso de un metrónomo. Los ejercicios se realizaron usando superficies estables para las manos y pies y se repitió cuando fuera posible con las correas de suspensión.	Ejercicios en suspensión mostró mayor actividad muscular en el torso que cuando se realiza en superficies estables. -Compresión columna; el TRX push-up varió de 1653 a 2,128.14 N, mientras que el estándar push-up tenía una gama de 1,233.75 a 1,530.06 N. No hubo diferencias significativas sobre la compresión de la columna vertebral (F (4,60) = 0,86, p = 0,495). Estándar push-up mayores F de cizallamiento que TRX push-up.	Los ejercicios y programas específicos deben adaptarse a la propia historia lesión, capacidades, limitaciones, y las metas de entrenamiento. Personas que no puedan tolerar ciertas cargas pueden elegir los ejercicios que minimicen la carga. Individuos con una columna resistente que requiera un mayor desafío pueden elegir los ejercicios con la activación muscular superior.
Snarr R. L., Esco M. R. (2013)	Comparar la actividad electromiográfica del músculo pectoral mayor, deltoides anterior y tríceps braquial entre una flexión tradicional y una flexión en suspensión.	21 hombres sanos (n = 15, edad = 25,93 ± 3,67 años) y 6 mujeres (n = 6, edad = 23,5 ± 1,97 años).	Todos los sujetos realizaron cuatro repeticiones de una flexión tradicional, y una flexión en suspensión, donde el orden de los ejercicios fue al azar. La contracción pico y la electromiografía normalizada del pectoral mayor, deltoides anterior y tríceps braquial se compararon a través de los dos ejercicios	Flexiones en suspensión : pectoral mayor (3,08 ± 1,13 mV, 69,54 ± 27,6% MVC), deltoides anterior (5,08 ± 1,55 mV, 81,13 ± 17,77% MVC), y tríceps braquial (5,11 ± 1,97 mV, 105,83 ± 18,54% MVC). -Flexiones tradicionales : pectoral mayor (2,66 ± 1,05 mV, 63,62 ± 16,4% MVC), deltoides anterior (4,01 ± 1,27 mV, 58,91 ± 20,3% MVC), y tríceps braquial (3,91 ± 1,36 mV, 74,32 ± 16,9% MVC). - Los valores medios máximos y normalizados electromiográficos fueron significativamente superiores para todos los músculos durante las flexiones en suspensión en comparación con las flexiones tradicionales (p < 0,05).	Este estudio sugiere que la suspensión push-up provocó una mayor activación del pectoral mayor, deltoides anterior, y tríceps braquial en comparación con un tradicional push-up. Por lo tanto, la suspensión flexiones pueden considerarse una variante avanzada de una flexión tradicional cuando se busca un mayor desafío.

Snarr R. L. et al. (2013)	Medir la actividad electromiográfica del recto abdominal (RA), oblicuo externo (EO), y erector de la columna (EMG) en ejercicios de plancha con y sin múltiples dispositivos de inestabilidad.	12 sujetos sanos. Varones (n = 6; edad = 23,92 ± 3,64 años) y mujeres (n = 6; edad = 22,57 ± 1,87 años).	2 contracciones isométricas de 5 variaciones de plancha diferentes, con o sin un dispositivo de inestabilidad, donde se aleatorizó el orden de los ejercicios. El pico EMG y el EMG normalizado del RA, EO, y la musculatura erector de la columna media se compararon a través de los 5 ejercicios.	Los resultados indicaron que los ejercicios de plancha realizadas con los dispositivos de inestabilidad aumentaron la actividad EMG en la musculatura superficial en comparación con las planchas tradicionales en superficie estable.	Una plancha tradicional realizada en un dispositivo de inestabilidad se puede considerar una variante avanzada y apropiada para su uso cuando se justifica un mayor desafío.
Snarr R. L., Esco M. R. (2013)	El propósito de este estudio fue comparar la actividad electromiográfica del recto abdominal (RA) (EMG) a través de tres ejercicios diferentes [es decir, de plancha de suspensión (SPU), plancha estándar (PU) y la contracción abdominal supina (C)].	Quince hombres aparentemente sanos (n = 12, edad = 25,75 ± 3,91 años) y 3 mujeres (n = 3, edad = 22,33 ± 1,15) fueron voluntarios para participar en este estudio.	Los sujetos realizaron cuatro repeticiones de flexión en suspensión (SPU), flexión tradicional (PU), y abdominales (C). El orden de los ejercicios fue al azar. La media de pico de actividad EMG de la RA se registró a través de las 4 repeticiones de cada ejercicio. Contracción voluntaria máxima (MVC) y normalizada (MVC%) se analizaron.	Los resultados de este estudio mostraron que SPU y C provocaron una activación significativamente mayor (P <0,05) del RA como activación máxima (2,2063 ± 1,00198 mV y 1,9796 ± 1,36190 mV, respectivamente) y de valores normalizados (68,0 ± 16,5% y 52 ± 28,7%, respectivamente) en comparación con PU (es decir, 0,8448 ± 0,76548 mV y 21 ± 16,6%). La SPU y C no fueron significativamente diferentes (P > 0,05).	Esta investigación indica que la SPU y C proporcionan niveles similares de activación del RA que fueron significativamente mayores que la PU.
Snarr R. L., Esco M. R. (2013)	En este estudio se determinó el grado de actividad electromiográfica (EMG) del músculo dorsal ancho (LD), trapecio medio (MT), deltoides posterior (PD), y el bíceps braquial (BB) en el desempeño del remo invertido (IR) con y sin un dispositivo de suspensión (ST).	11 hombres y 4 mujeres.	Cada sujeto realizó 4 repeticiones del IR con y sin un dispositivo de ST mientras que la actividad EMG se registró para cada uno de los músculos estudiados.	No hubo diferencias significativas en la actividad EMG de la LD, MT, y PD entre cada ejercicio (P > 0,05). Sin embargo, la actividad EMG del BB fue significativamente mayor (P <0,05) con el IR en comparación con IR en suspensión (SIR). Los resultados de este estudio demostraron diferencias significativas en la musculatura seleccionada de la cadena posterior (es decir, LD, MT, y PD) entre el IR y el SIR.	Parece que el dispositivo ST proporcionado una alternativa adecuada a los equipos tradicionales (por ejemplo, una máquina de Smith) cuando la orientación de la musculatura posterior analizados en este estudio con el IR. Sin embargo, la actividad BB fue significativamente menor cuando se realiza la IR con el dispositivo de ST en comparación con el enfoque tradicional.
Dudgeon W.	Determinar las	12 sujetos activos	2 sesiones de familiarización.	Aumento de 4,5 veces (p = 0,008) en la hormona del	Estos datos indican que una sesión de

et al. (2011)	respuestas de la hormona de crecimiento en una sola sesión de entrenamiento de suspensión	que practican deporte de forma recreativa (ejercicio estructurado por lo menos 3 días / semana) (22,0 +/- 0,7 años, 176,7 +/- 2,3 cm, 79,4 +/- 3,0 kg, 13,6 +/- 1,3% de grasa corporal).	Luego realizaron 23 ejercicios en suspensión con 30"/60". Se tomaron muestras de sangre pre, intra, post, y 30, 60 y 120 min post.	crecimiento (GH) de pre-Mid, un aumento de 6 veces en GH desde el pre al post (p = 0,006) y una tendencia a un aumento de GH (p = 0,07) a partir de pre y post 30. Hubo una tendencia de un aumento en el factor de crecimiento similar a la insulina (IGF) -I (p = 0,06) significativa a partir de pre 30 y una tendencia a un aumento de IGFBP-3 (p = 0,07) de pre a mediados.	entrenamiento de suspensión mediante el tiempo de trabajo recomendado 30 sec: 60 seg recuperación: es una relación de trabajo/descanso suficiente para estimular el eje GH en los hombres adultos jóvenes activos que practican deporte de forma recreativa.
Scheett, T. et al. (2011)	Determinar las respuestas hormonales anabólicas agudos de una sesión de entrenamiento de suspensión	Doce sujetos activos (seguían un entrenamiento estructurado de + 3 días / semana) varones (22,0 +/- 0,7 años, 176,7 +/- 2,3 cm, 79,4 +/- 3,0 kg, 13,6 +/- 1,3% de grasa corporal).	Dos sesiones de familiarización. Luego realizaron una sesión de entrenamiento de la suspensión de una hora (23 ejercicios con 30"/60"). Se tomaron muestras de sangre antes, a mitad, inmediatamente después del, y 30, 60 y 120 minutos después.	-Testosterona aumentó un 18,6% (p <0,05) frente a mitad del entrenamiento y post-30 min y un 15,9% (p <0,05) frente a post-30 min. -Cortisol se redujo un 21,3% (p <0,05) 60 minutos después y un 25,3% (p <0,05) después de 120 minutos, así después de 120 minutos fue disminuida 23,4% (p <0,05) respecto a antes de comenzar el ejercicio. -Ratio T/C se incrementó un 36,5% (p <0,05) después de 60 minutos y un 67,1% (p <0,05) después de 120 minutos de acabar el ejercicio.	El entrenamiento en suspensión parece estimular una respuesta de la testosterona y una menor respuesta del cortisol, como resultado se obtiene un perfil anabólico positivo de al menos dos horas después de la sesión de entrenamiento.
James S. et al. (2010)	Conocer la respuesta electromiográfica de la musculatura abdominal en diversos ejercicios abdominales.	21 sujetos.	Examinó la EMG de respuesta del recto abdominal superior (URA), inferior recto abdominal (LRA), oblicuos internos (OI), oblicuos externos (OE), y el recto femoral (RF) durante varios ejercicios abdominales (encogimientos, V-up supina, V-up prona en bola, V-up prona sobre slide-board, V-up prona en TRX, y V-up prona sobre rueda). Los sujetos realizaron una contracción isométrica de la musculatura abdominal mientras realizaban estos ejercicios.	Diferencias no significativas entre los diferentes ejercicios en EOs, la URA, o el LRA. Sin embargo en IO, la V-Up supina mostró una activación muscular mayor que el ejercicio de V-up supina en slide-board. Además, la actividad EMG de la RF durante los encogimientos fue menor que en cualquiera de los otros 5 ejercicios.	Estos resultados indican que cuando se realizan ejercicios abdominales isométricos, ejercicios sin materiales reclutaron los músculos abdominales de manera similar a los ejercicios realizados con materiales (fitballs, ruedas...).

--	--	--	--	--	--



4-Discusión:

Vamos a analizar los resultados obtenidos en los diferentes estudios, y de tratar de responder a las preguntas tratadas en el primer apartado, además de cuestionar aquellos puntos en los que aun es necesaria más información, y que debieran ser investigados en un futuro, para eliminar cualquier laguna presente en éste método de entrenamiento tan moderno como es el entrenamiento en suspensión. Para facilitar el entendimiento de la revisión bibliográfica, vamos a dividir los resultados obtenidos en tres campos distintos:

Aspectos neuromusculares:

-Los sistemas de suspensión/TRX proporcionan un activación alta de los músculos abdominales, mayor que en otros ejercicios realizados en superficies estables e inestables, siendo el ejercicio de flexión de cadera con los pies en el TRX el ejercicio que más activación del core proporciona (Fong et al., 2015). Hay una excepción cuando los ejercicios realizados son isométricos, donde no hay diferencias en la activación entre realizarlos con dispositivos de suspensión a realizarlos en otros materiales como fitballs, ruedas, o sin material (Calatayud et al., 2014). Además, ejercicios para la musculatura abdominal realizados en dispositivos de suspensión se consideran más avanzados que realizarlos con otros materiales, o sin material, debido a que proporcionan un mayor nivel de activación muscular (Nicola et al., 2014).

-Hay diferencias entre realizar las flexiones de brazos con apoyo de pies o apoyo de manos en TRX. Las flexiones de brazos tradicionales activan más el pectoral y el deltoides que las flexiones con los pies en suspensión, mientras que las flexiones con los brazos en suspensión activan más el pectoral, deltoides anterior y tríceps que las tradicionales (Borreani et al., 2014). Además las flexiones en suspensión activan el recto abdominal tanto como realizar flexiones de tronco tradicionales y más que las flexiones tradicionales (Snarr & Esco, 2013). Y dependiendo del grado de inclinación se aumentará o disminuirá la dificultad y la activación muscular, siendo más altas ambas cuanto más altos estén los pies respecto a los brazos (Calatayud et al., 2014). Por lo tanto, en una flexión de brazos, dependiendo del grado de inclinación se aumentará o disminuirá la dificultad y la activación muscular, siendo más altas ambas cuanto más altos estén los pies respecto a los brazos (Calatayud et al., 2014). Y así podemos considerar las flexiones con los brazos en suspensión y las planchas en suspensión, variantes más avanzadas que realizadas sin dispositivo de suspensión, debido a que proporcionan un mayor nivel de activación muscular (Snarr & Esco, 2013).

-Cuando se realiza una plancha, se produce una gran activación abdominal, siendo la mayor activación con los brazos en suspensión, que se iguala a tener brazos y piernas en suspensión. Y siendo la menor de todas con los pies en suspensión (Jeannette et al., 2014).

-En el ejercicio de remo invertido en suspensión, hay una activación del dorsal ancho, trapecio medio y deltoides posterior similar al remo invertido sin dispositivo de suspensión, aunque hay una menor activación en el músculo bíceps braquial. Por lo tanto, el remo invertido en suspensión sería una buena variante cuando el objetivo es trabajar la musculatura posterior de la espalda (Snarr & Esco 2013).

-Por último podemos hablar de los ejercicios en TRX realizados con Kinesio Tapes, las cuales son unas cintas colocadas sobre los músculos, con el objetivo de aumentar la activación muscular en pacientes en rehabilitación lumbar. En los resultados del estudio se indica que los Kinesio Tapes no aumentan la activación muscular, por lo tanto no son efectivos para dicho objetivo (Fong et al., 2015).

Atendiendo a los aspectos neuromusculares, si observamos los estudios que hay en la bibliografía, podemos elegir diferentes ejercicios, o diferentes variantes de ellos, según busquemos activar en mayor o menor medida un músculo o varios músculos.

Es necesario realizar estudios comparando diferentes ejercicios no estudiados aun: como dominadas realizadas en TRX con dominadas tradicionales; o la activación de glúteos y músculos isquiosurales en un curl femoral realizado en TRX con un curl femoral realizado en máquina.

Finalmente, podemos concluir que la dificultad de los ejercicios se puede adaptar al nivel de cada uno, cogiendo variantes más o menos avanzadas, atendiendo a la inclinación y a los puntos de apoyo. Siendo más difícil a mayor inclinación y a menores puntos de apoyo.

Aspectos mecánicos:

-Después de un entrenamiento con TRX se mantenía la fuerza y la potencia iniciales, lo puede ser debido a la activación producida por el entrenamiento (Cortis et al., 2014).

-Un entrenamiento de TRX mejora la fuerza de 1RM, la potencia y la capacidad de salto en la misma medida que un entrenamiento de pesas tradicional en sujetos desentrenados (Mate et al., 2014). Pero es necesario realizar estudios con sujetos entrenados, ya que probablemente la intensidad obtenida con TRX sea insuficiente para producir mejoras.

Según estos datos, podemos deducir que el entrenamiento con TRX produce principalmente mejoras de tipo neuromuscular (fuerza máxima, potencia etc.), las cuales se pueden equiparar a otros tipos de entrenamiento más tradicionales, cuando hablamos de sujetos poco entrenados.

Aspectos fisiológicos y hormonales:

-Un entrenamiento en suspensión en circuito con 30" trabajo y 60" descanso es suficiente para estimular la GH en hombres que practican deporte de forma recreativa (Dudgeon et al., 2011). Además también estimula la testosterona y reduce el cortisol, produciendo un efecto anabólico de al menos dos horas después del entrenamiento (Scheett et al., 2011).

-El entrenamiento con TRX se puede clasificar principalmente como un entrenamiento de fuerza, quedando por debajo su implicación en el sistema cardiovascular. Éste mejora la capacidad cardiovascular en sujetos desentrenados, pero podría no mejorarla en sujetos entrenados (Snarr & Esco, 2014).

Sería conveniente realizar estudios longitudinales, ya que la mayoría de estudios están hechos de forma transversal, y no es suficiente con conocer el efecto agudo de una sesión de entrenamiento de TRX, sino el efecto crónico que se pueda producir.

5-Propuesta de intervención:

La propuesta de intervención estará enfocada a un sujeto de 22 años de edad que practica fútbol desde hace años. El objetivo será mejorar la fuerza del tren superior mediante el entrenamiento en suspensión con TRX.

Puesto que es un sujeto sin experiencia en este tipo de entrenamiento, comenzaremos con las variantes más sencillas de los ejercicios, para ir progresando poco a poco.

El programa de entrenamiento tendrá una duración de 12 semanas, en las cuales se entrenará 2 días por semana no consecutivos.

Los ejercicios a entrenar serán los siguientes: Remo invertido, flexiones, dominadas agarre supino, apertura hombro posterior, extensión codo, flexión de cadera.

La dificultad de los ejercicios se medirá según el ángulo de inclinación del cuerpo respecto a la vertical, y según el número de apoyos, aumentado la dificultad cuanto mayor sea el ángulo y cuanto menor sea el número de apoyos.

Las series a emplear serán acorde a la mayoría de los artículos, donde se realizan alrededor de 3-4. Por lo que progresaremos hasta alcanzar dicho número.

En los artículos revisados, las repeticiones se suelen realizar por tiempo, pero puesto que nuestro objetivo será el de obtener aumentos de fuerza-hipertrofia, nos guiaremos preferiblemente por el número de repeticiones, además de incluir tiempos de descanso enfocados a dicho objetivo. Todo esto acorde a los conocimientos obtenidos en Metodología del Entrenamiento Deportivo.

Finalmente, realizaremos algunos test para comprobar los resultados del entrenamiento y si se cumple el objetivo. Los test se realizarán antes de comenzar con el entrenamiento, después de 2 sesiones de familiarización y al final de cada mesociclo de entrenamiento para ver la progresión a corto plazo, quedando así 4 test en total.

Los test a realizar serán los siguientes: test de RM en pres de banca y test de RM en jalón al pecho con agarre supino.

En los anexos ejemplificaremos la distribución semanal de series y repeticiones, y pondremos un ejemplo de una sesión de la primera semana de entrenamiento, y un ejemplo de una sesión de la última semana de entrenamiento.

6-Bibliografía:

Borreani, S., Calatayud, J., Colado, J.C., Tella, V., Moya, D., Martin, F. & Rogers, M.E. (2014). Shoulder muscle activation during stable and suspended push-ups at different heights in healthy subjects. *Physical Therapy in Sports* doi: 10.1016/j.ptsp.2014.12.004.

Calatayud, J., Borreani, S., Colado, J. C., M, Martin, F., Rogers ,M. E., Behm, D. G., & Andersen, L. L. (2014). Muscle Activation during Push-Ups with Different Suspension Training Systems. *Journal of Sports Science and Medicine*, 13, 502-510.

Calatayud, J., Borreani, S., Colado, J. C., M, Martin, F., Batalha, N. & Silva, A. (2014). Muscle activation differences between stable push-ups and push-ups with a unilateral v-shaped suspensión system at different heights. *Motricidade*, 10(4), 84-93.

Cortis, C., Giancotti, G. F., Meta, V., Di Cecio, F., Fusco, A., Invelito, G., Kraemer, W. J. & Capranica, L. (2014). Acute Effects of Suspension Training on Strength and Power Performances. *J Strength Cond Res*, 28, 105-116.

Dudgeon, W. D., Aartun, J. D., Thomas, D. D., Herrin, J. & Scheett, T. P. (2011). Effects of Suspension Training on the Growth Hormone Axis. *Journal of Strength & conditioning Research*. Doi: 10.1097/01.JSC.000395677.91938,83.

Fong, S. S., Tam, Y. T., Macfarlane, D. J., Ng, S. S., Bae, Y. H., Chan, E. W., & Guo, X. (2015). Core Muscle Activity during TRX Suspension Exercises with and without Kinesiology Taping in Adults with Chronic Low. *Hidawi*, doi: 910168.

James, S. E., David, T. A., Brianne, K. F. (2010). Electromyographic Response of the Abdominal Musculature to Varying Abdominal Exercises. *Journal of Strength & conditioning Research*. Doi: 10.1519/JSC.0b013e3181e74315.

Jeannette, B. M., Nicole, B. S., Andrew, C. M., Kalynn, C. A., Ashley, F. M., Gregory, P. E. (2014). Effect of Using a Suspension Training System on Muscle Activation During the Performance of a Front Plank Exercise. *Journal of Strength & conditioning Research*. Doi: 10.1519/JSC.0000000000000510.

Mate, J. L., J. Monroy, A. A., Jodra, P. J. & Castaño, G. (2014). Effects of Instability versus Traditional Resistance Training on Strength, Power and Velocity in Untrained Men. *Journal of Sports Science and Medicine*, 13, 460-468.

McGill, S. M., Cannon, J. & Andersen, J. T. (2014). Analysis of Pushing Exercises: Muscle Activity and Spine Load While Contrasting Techniques on Stable Surfaces With a Labile Suspension Strap Training System. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(1), 105-16.

Nikola, W. M., Yeung, E. W., Cho, J. C., Hui, S. C., Liu, K. C. & Pang, C. H. (2014). Core Muscle Activity During Suspension Exercises. *Journal of Science and Medicine Sport*, 18(2), 189-194.

Scheett, T. P., Aartun, J. D., Thomas, D. D., Herrin, J. & Dudgeon, W. D. (2011). Anabolic Hormonal Responses to an Acute Bout of Suspension Training. *Journal of Strength & conditioning Research*. Doi: 10.1097/01.JSC.000395676.14810.fc.

Snarr, R. L. & Esco, M. R. (2013). Electromyographic Comparison of Traditional and Suspension Push-Ups. *Journal of Human Kinetics*, 39, 75-83.

Snarr, R. L. & Esco, M. R. (2013). Comparison of Electromyographic Activity When Performing an Inverted Row With and Without a Suspension Device. *Journal of Exercise Physiology*, 16(6).

Snarr, R. L., Esco, M. R., Witte, E. V., Jenkins, C. T. & Brannan, R. M. (2013). Electromyographic Activity of Rectus Abdominis during a Suspension Push-Up Compared to Traditional Exercises. *Journal of Exercise Physiology*, 16(3).

Snarr, R. L., Esco, M. R. & Nickerson, B. S. (2014). Metabolic and Cardiovascular Demands of a High-Intensity Interval Exercise Bout Utilizing a Suspension Device. *J Sport Human Perf*, 2(3), 1-8.

Snarr, R. L., Esco, M. R. (2014). Electromyographical Comparison of Plank Variations Performed With and Without Instability Devices. *Journal of Strength & conditioning Research*. Doi: 10.1519/JSC.0000000000000521.

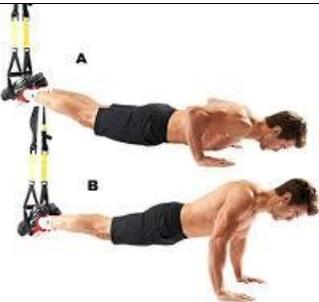
7-Anexo: propuesta intervención

La progresión a seguir es la siguiente:

Semana	Series	Repeticiones	Descanso	Dificultad
1	2	15	90''	
2	3	15	60''	
3 y 4	3	12	90''	+
5 y 6	3	10	120''	++
7 y 8	3	8	120''	+++
9 y 10	4	8	90''	+++
11 y 12	4	6	90''-120''	++++

*se descansa el doble entre ejercicios que entre series.

EJEMPLO SEMANA 1

Ejercicio	Músculo principal	Gráfica	Variante
Dominada supinada	Dorsal ancho, bíceps braquial, trapecio medio.		Se realizará con ayuda de piernas, tanta como sea necesaria para llegar a las repeticiones establecidas.
Remo inverso	Trapecio, Dorsal ancho, bíceps braquial.		Se realizará a 30º de inclinación sobre la vertical, y con ayuda de piernas.
Flexiones	Pectorales, deltoides anterior, tríceps braquial.		Pies apoyados en TRX y a la misma altura que el apoyo de brazos.

Extensión de codo	Tríceps braquial.		Se realizará desde la vertical, con las rodillas flexionadas de forma que pueda haber ayuda de las piernas.
Apertura posterior	Deltoides anterior, trapecio.		Se realizará a 10º de inclinación sobre la vertical, y con los codos flexionados a 90º grados.
Flexión de cadera	Recto abdominal, oblicuos externos e internos.		Se realizará con las rodillas flexionadas y de forma isométrica: 3x 20''/60''

EJEMPLO SEMANA 12

Ejercicio	Músculo principal	Gráfica	Variante
Dominada supinada	Dorsal ancho, bíceps braquial, trapecio medio.		Se realizarán en suspensión, es decir, sin apoyo de pies.
Remo inverso	Trapecio, Dorsal ancho, bíceps braquial.		Se realizarán en horizontal, es decir, los pies estarán a la misma altura que las manos.

Flexiones	Pectorales, deltoides anterior, tríceps braquial.		Los brazos apoyados en TRX, y los pies 10º por encima de los brazos.
Extensión de codo	Tríceps braquial.		Los pies se apoyarán en un banco, de forma que el cuerpo quede a 45º de inclinación sobre la vertical. Sin ayuda de piernas.
Apertura posterior	Deltoides anterior, trapecio.		A 10º de inclinación sobre la vertical y con los codos extendidos.
Flexión de cadera	Recto abdominal, oblicuos externos e internos.		Rodillas extendidas, apoyo de pies en el TRX. Se realizarán el doble de repeticiones que en el resto de ejercicios.