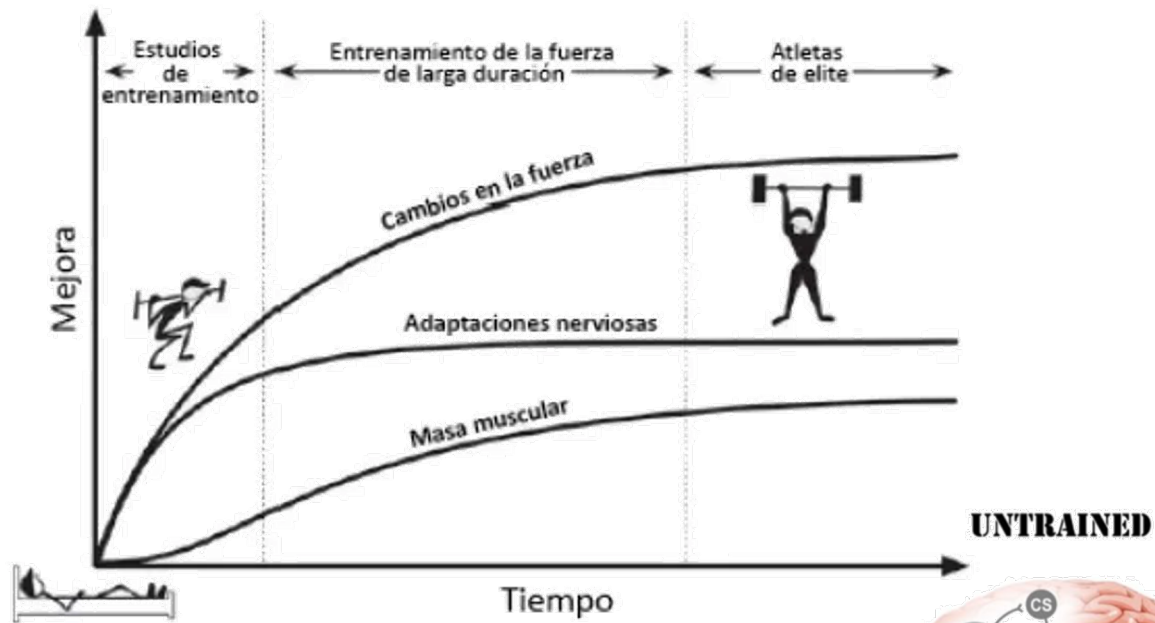
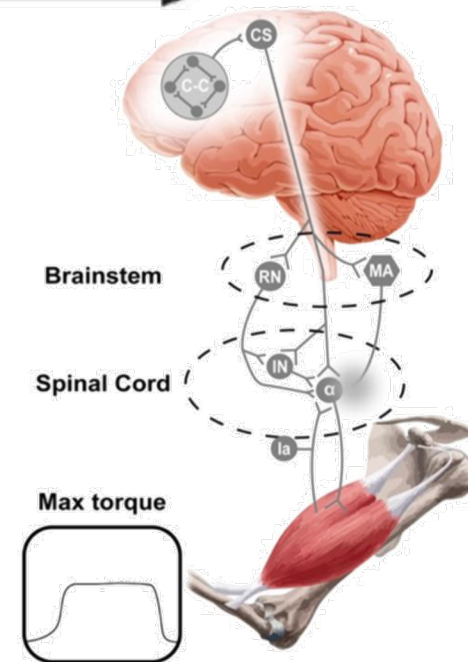


Directrices para el entrenamiento orientado al alto rendimiento

Mg. Paulo Sáez Madain

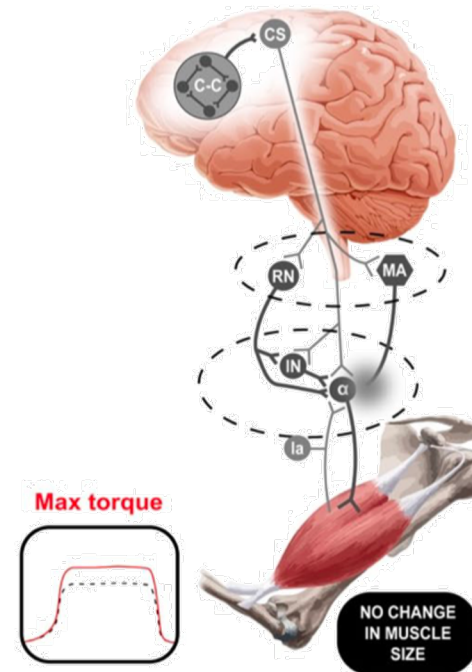


Sale (1988)

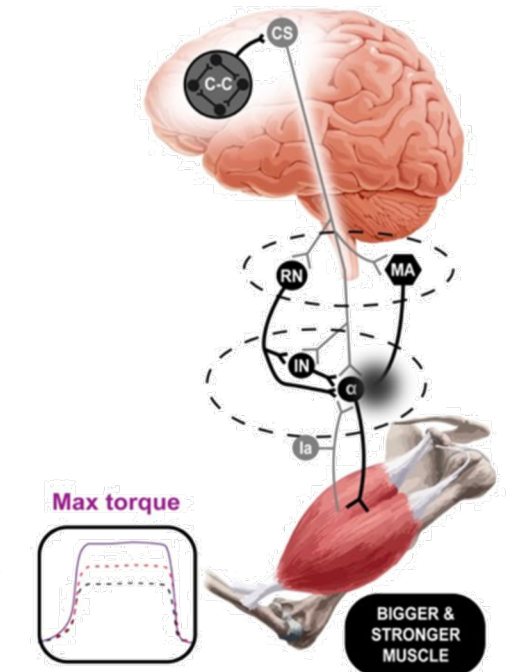


Relative contributions to strength gain with training:

ACUTE RESISTANCE TRAINING



CHRONIC RESISTANCE TRAINING



- Duración del estudio: 2 años
- Muestra: Halterofilistas de élite.
- Se usó electromiografía de superficie bipolar (EMG) en cuádriceps, evaluando cada 4 meses.
- Resultados: No se observaron cambios significativos en la amplitud de la actividad EMG a lo largo del estudio, período en que la masa muscular aumentó moderadamente.



Häkkinen y col. (1988)

Adaptaciones crónicas

- Muestra: 57 varones jóvenes, sanos.
 - Los niveles de actividad física de todos los participantes se evaluaron con el Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ)
- Balshaw y col. (2019)

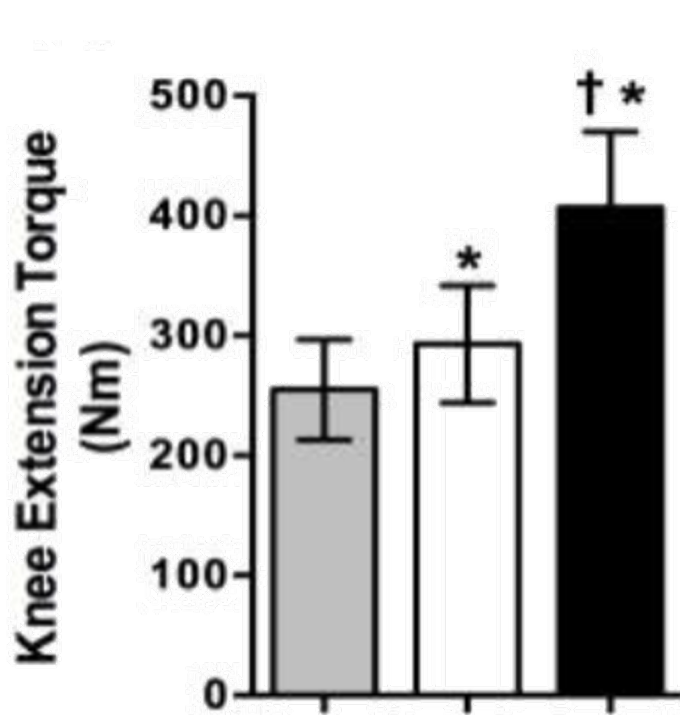
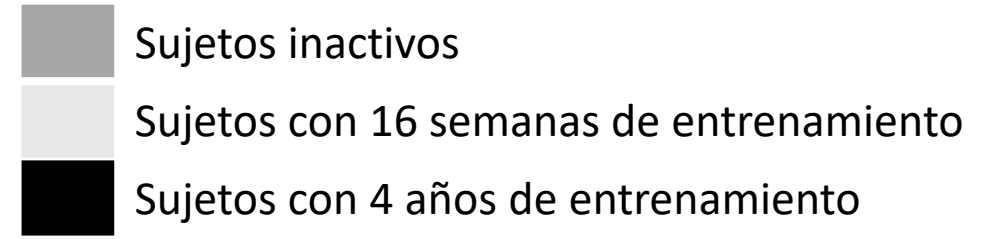
Sujetos inactivos, no han entrenado fuerza de extremidades inferiores por más de 18 meses y no participaron en ejercicio físico sistemático (n=29)

Sujetos con 12 semanas de entrenamiento de fuerza, extensión de rodillas isométrica supervisada (3 veces por semana, 40 repeticiones semanales, 3 series al 75 % [MVT]), fueron reclutados originalmente de un grupo idéntico a los sujetos inactivos (n=14)

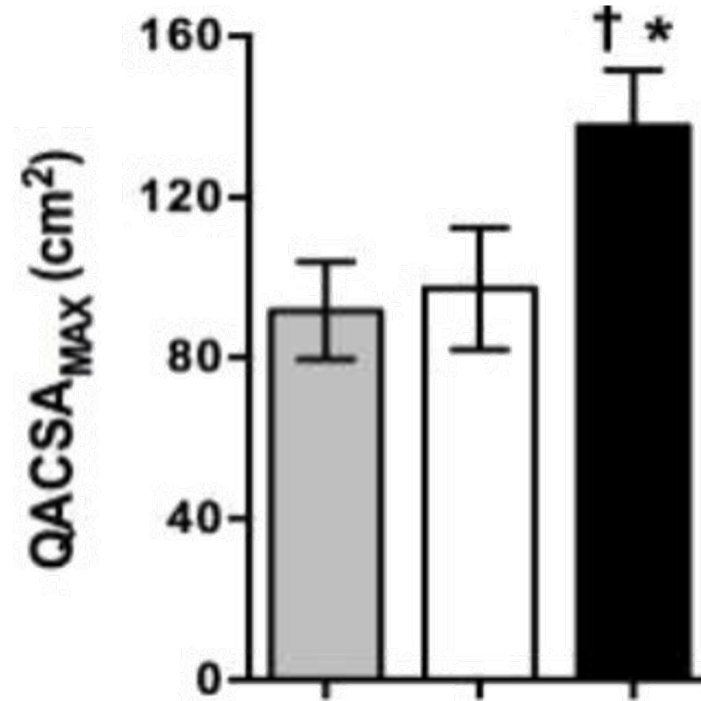
Sujetos con 4 años de entrenamiento, trabajo de fuerza pesado sistemático y progresiva de los cuádriceps (completar varios ejercicios extensores de rodilla que generalmente consisten en sentadilla, estocada, step-up y prensa) durante ≥ 3 años (media $\pm$ SD, 4 ± 1 años; rango, 3-5 años) con el objetivo principal de desarrollar fuerza máxima. El entrenamiento de este grupo no había sido supervisado.

Resultados

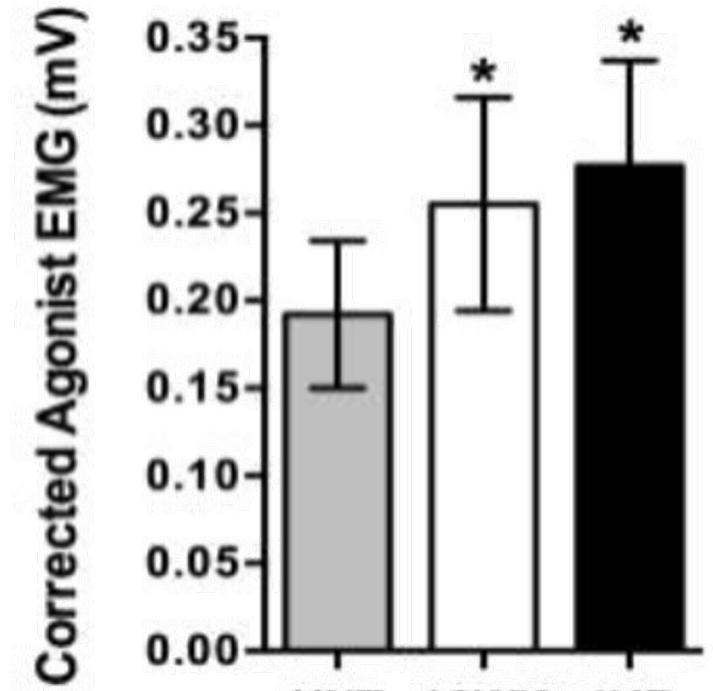
Balshaw y col. (2019)



Torque voluntario máximo en extensión de rodilla

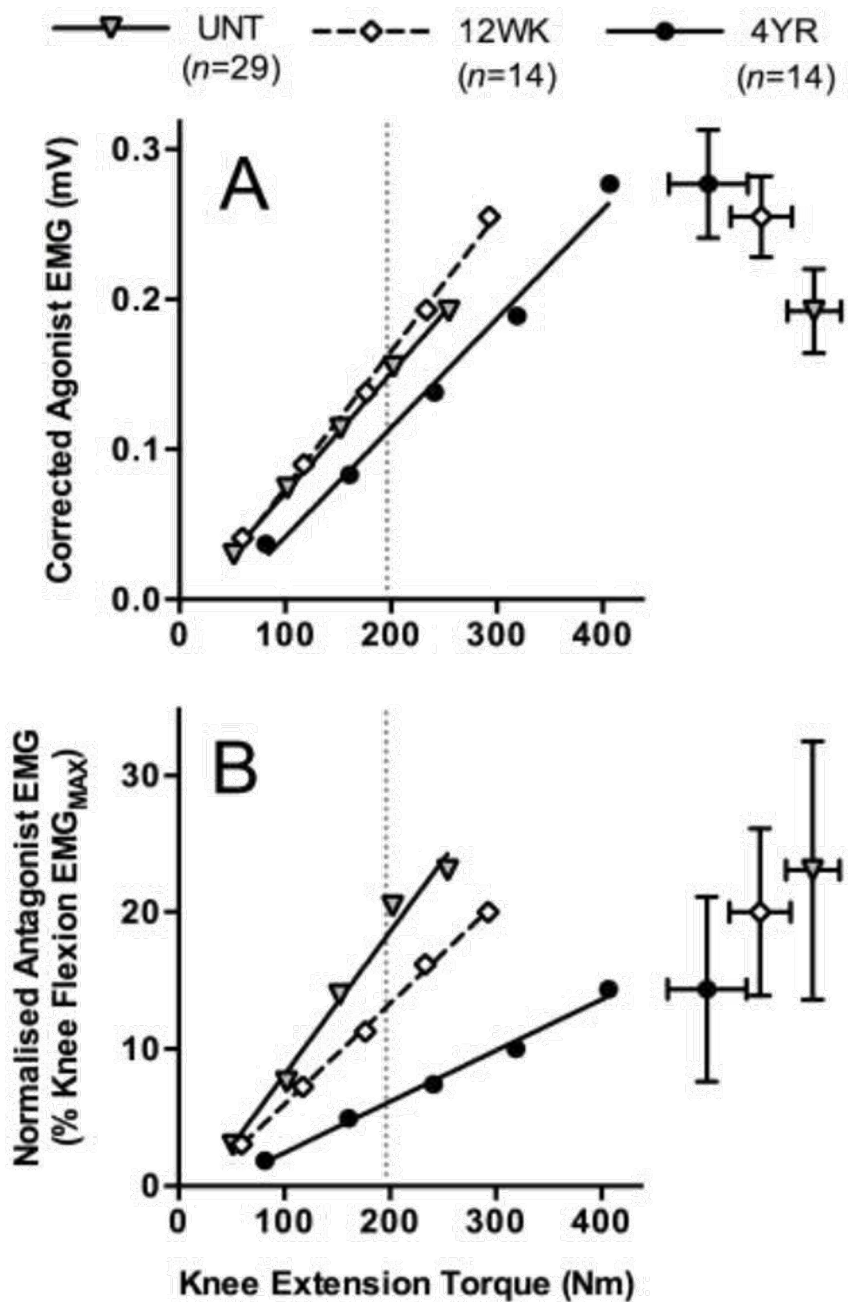


Área se sección transversal máxima del cuádriceps



Amplitud EMG del agonista (corregida por la distancia músculo-electrodo)

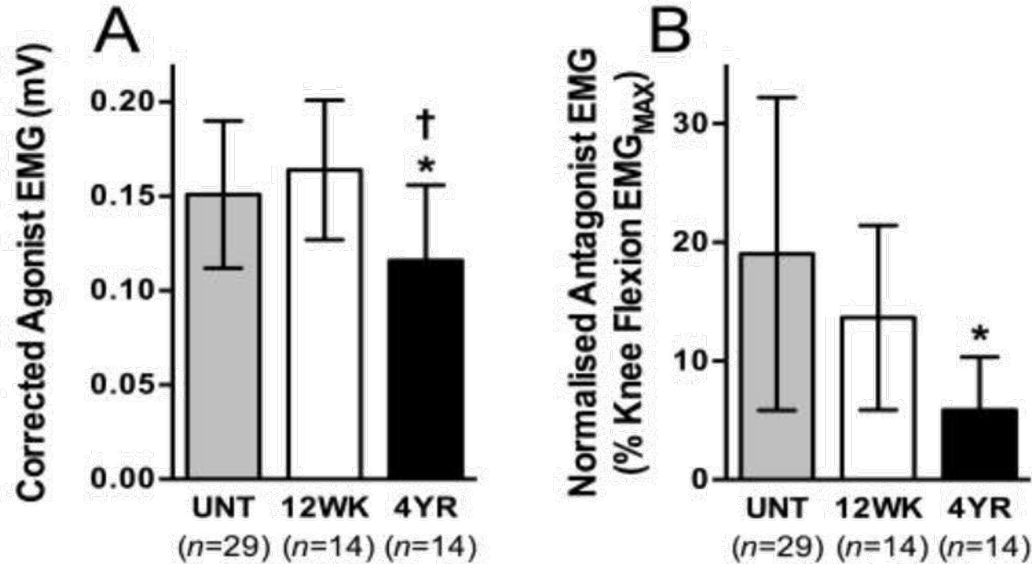
Los datos son media $\pm$ DE. Los símbolos indican diferencias entre grupos: * mayor que UNT; † mayor a 12 semanas.



Relación Agonista / Antagonista

La relación entre el torque y (A) la amplitud del EMG del agonista (corregido por la distancia músculo-electrodo) y (B) el EMG del antagonista normalizado en todo el rango de torque voluntario de extensión de la rodilla para personas no entrenadas (UNT), entrenadas con resistencia a corto plazo (12WK) y grupos entrenados en resistencia a largo plazo (4 años). Los puntos de datos en el extremo derecho de las figuras 3A y B muestran barras de error x e y que son la SD media para el torque (barras de error x) y la amplitud EMG (barras de error y) para los cinco incrementos de carga en todo el rango de torque voluntario para cada grupo. Knee Flexion EMG_{MAX}, agonista EMG durante la flexión isométrica de la rodilla, torque máximo voluntario.

Actividad electromiográfica de musculatura agonista y antagonista en extensión de rodilla

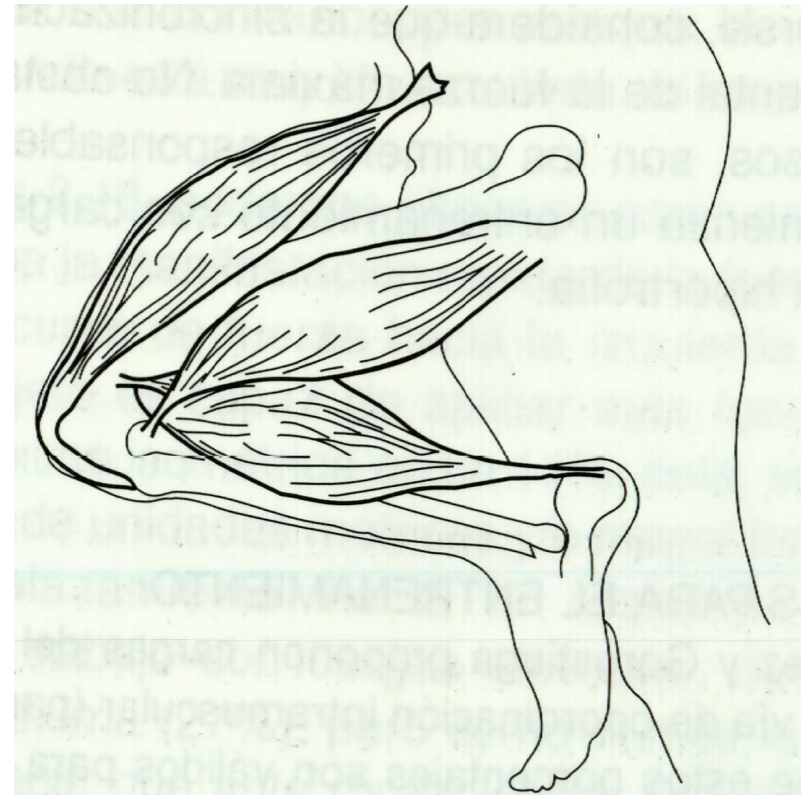


(A) Amplitud EMG del agonista (corregida por la distancia músculo-electrodo); y (B) EMG antagonista normalizado al torque isométrico común más alto de extensión de rodilla logrado por todos los participantes (196 Nm; derivado de la resolución de ecuaciones lineales individuales).

Los datos son media $\pm$ DE. Los símbolos indican diferencias entre grupos: * inferior a UNT; † inferior a 12 semanas. Knee Flexion EMG_{MAX}, agonista EMG durante la flexión isométrica de la rodilla, torque máximo voluntario.

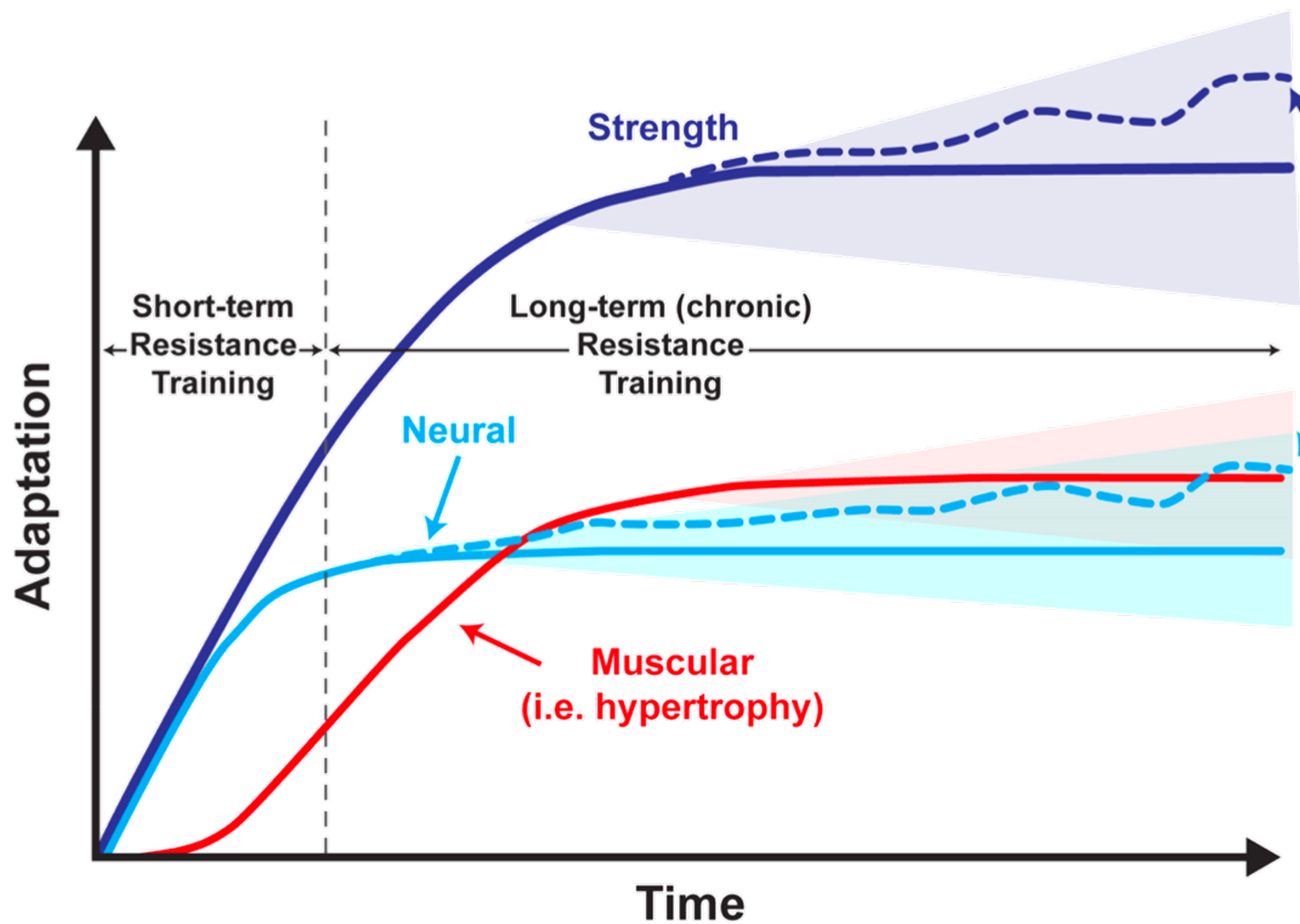
Mejora en la coordinación intermuscular

- Inhibición de los antagonistas a la hora de realizar un ejercicio.
- Aumento de la co-contracción de los sinergistas que ayudan a estabilizar la articulación y complementar el trabajo de los agonistas.
- Inhibición del mecanismo de protección neuromuscular.
- Aumento de la excitabilidad de la motoneurona.
- Un reclutamiento selectivo de UM influidas por el tipo de acción muscular asociada a tipo y velocidad de movimiento y ángulo del movimiento.



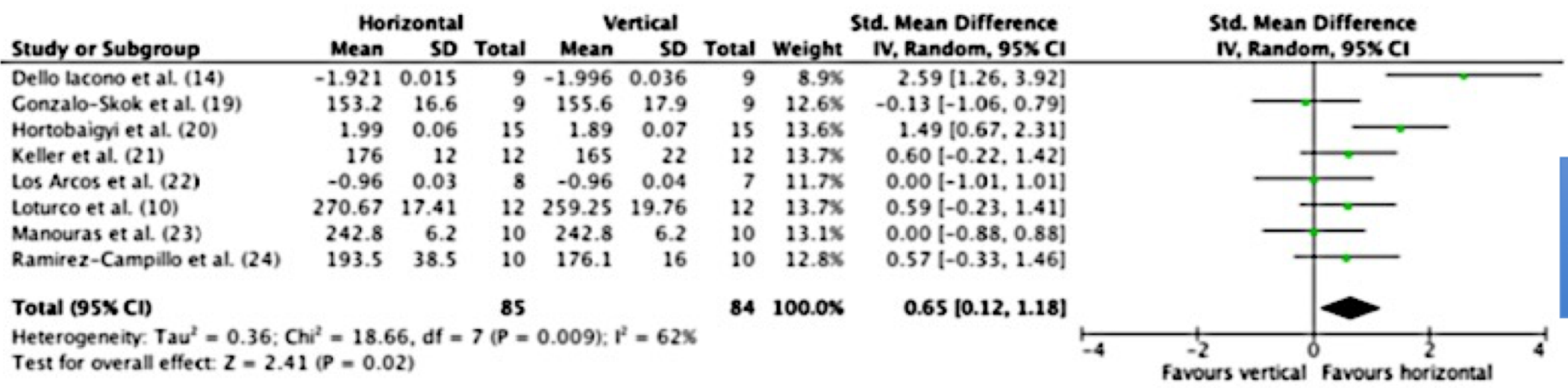
Componente técnico

- Según Desmedt y Godeaux, es posible que cuando un músculo actúa en un movimiento aprendido se activen directamente las fibras rápidas, esto explicaría porqué un deportista es capaz de generar mucha fuerza ante un gesto que ha internalizado y, sin embargo, la manifestación de fuerza de ese mismo músculo ante un movimiento nuevo, está por debajo de lo que se podría esperar.

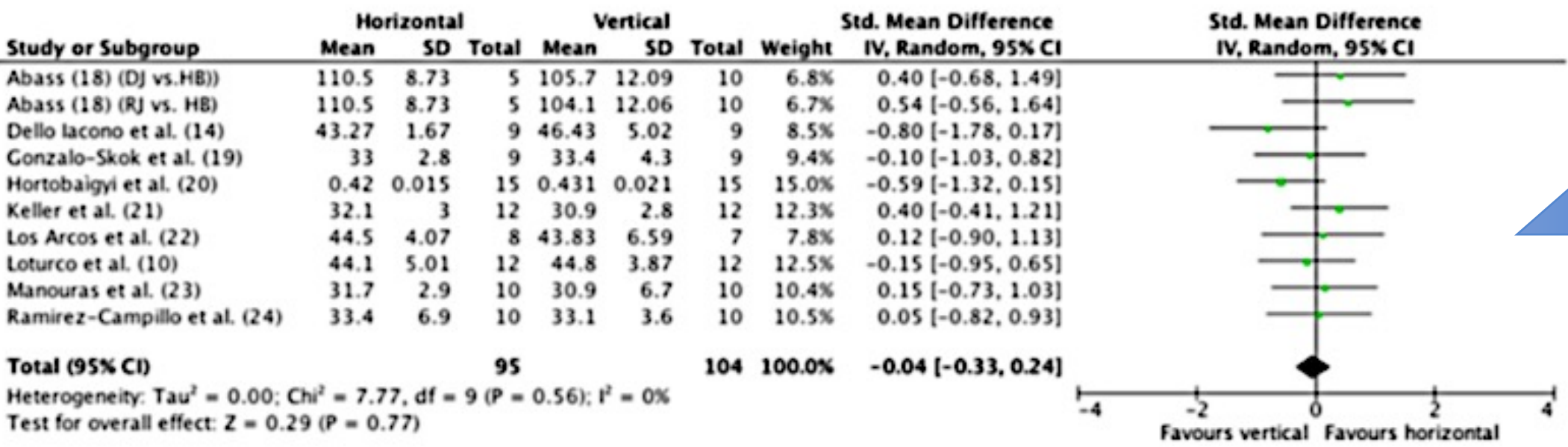


¿Contribuciones continuas de las adaptaciones neuronales al aumento de la fuerza con entrenamiento avanzado?

Comparación del entrenamiento pliométrico orientado horizontal y verticalmente en medidas de rendimiento orientadas **horizontalmente**



Comparación del entrenamiento pliométrico orientado horizontal y verticalmente en medidas de rendimiento orientadas **verticalmente**



Conclusiones

- El entrenamiento pliométrico horizontal y el entrenamiento pliométrico vertical son efectivos para aumentar el rendimiento en salto y esprint.
- El entrenamiento pliométrico horizontal es al menos tan efectivo como el entrenamiento pliométrico vertical para mejorar el rendimiento vertical, pero es superior para mejorar el rendimiento horizontal.
- Una combinación de entrenamiento pliométrico horizontal bilateral y unilateral parece ser la forma más eficiente de mejorar el rendimiento de salto y esprint.

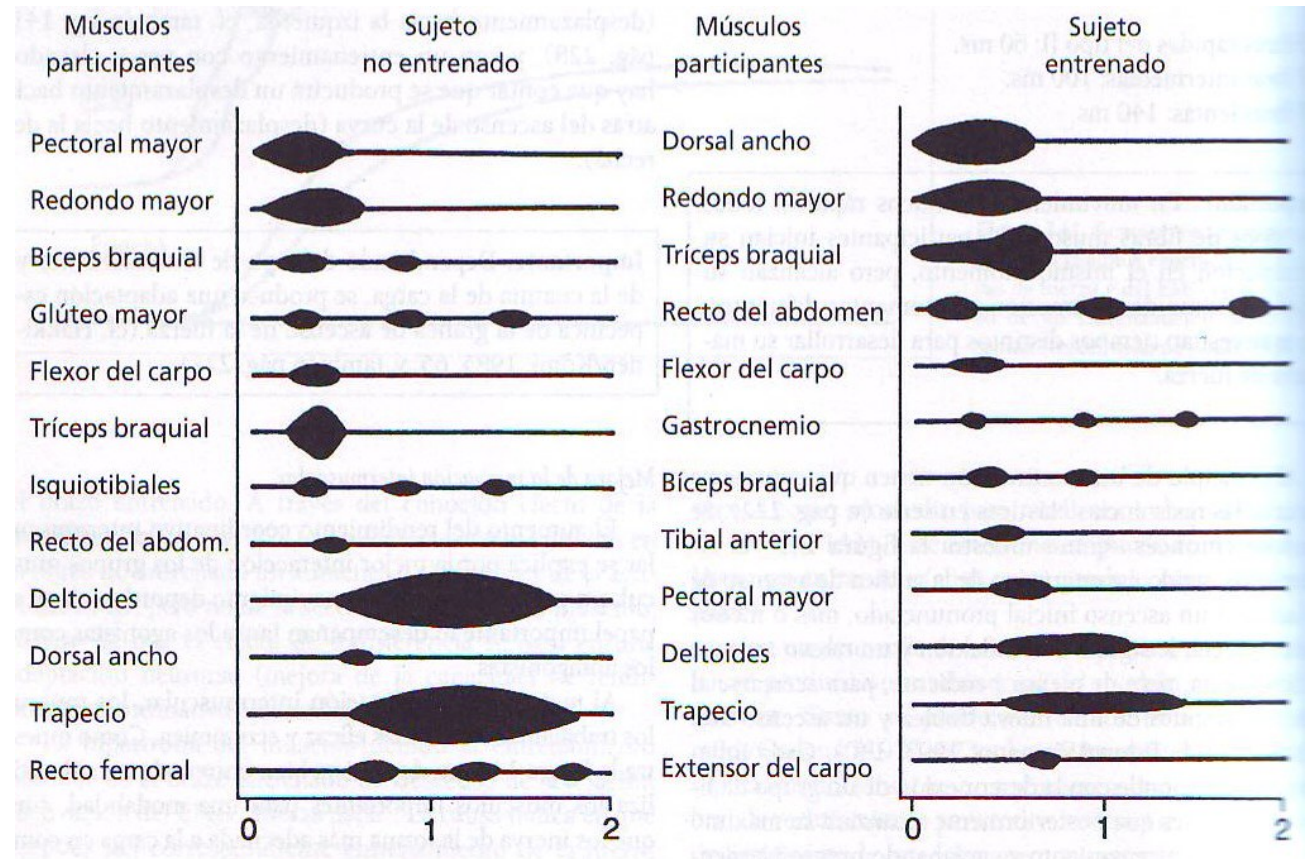
Programas más largos
(> 7 semanas)

Sesiones
(> 12)

Entrenamiento combinado
(bilateral y unilateral)

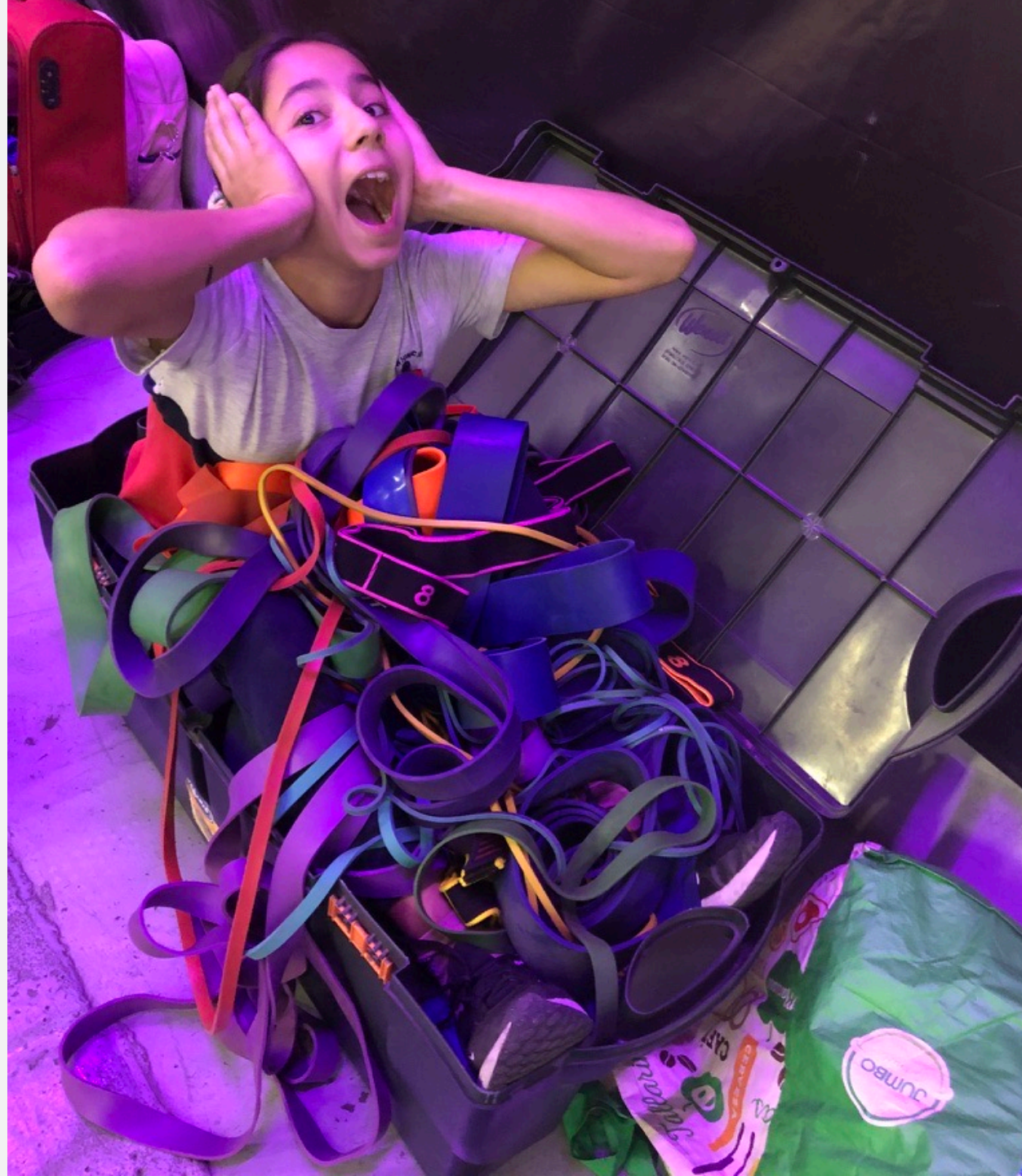
Coordinación Intermuscular

- Mejor sincronización en el acto de producir movimientos por parte de los músculos intervinientes en la realización de este.



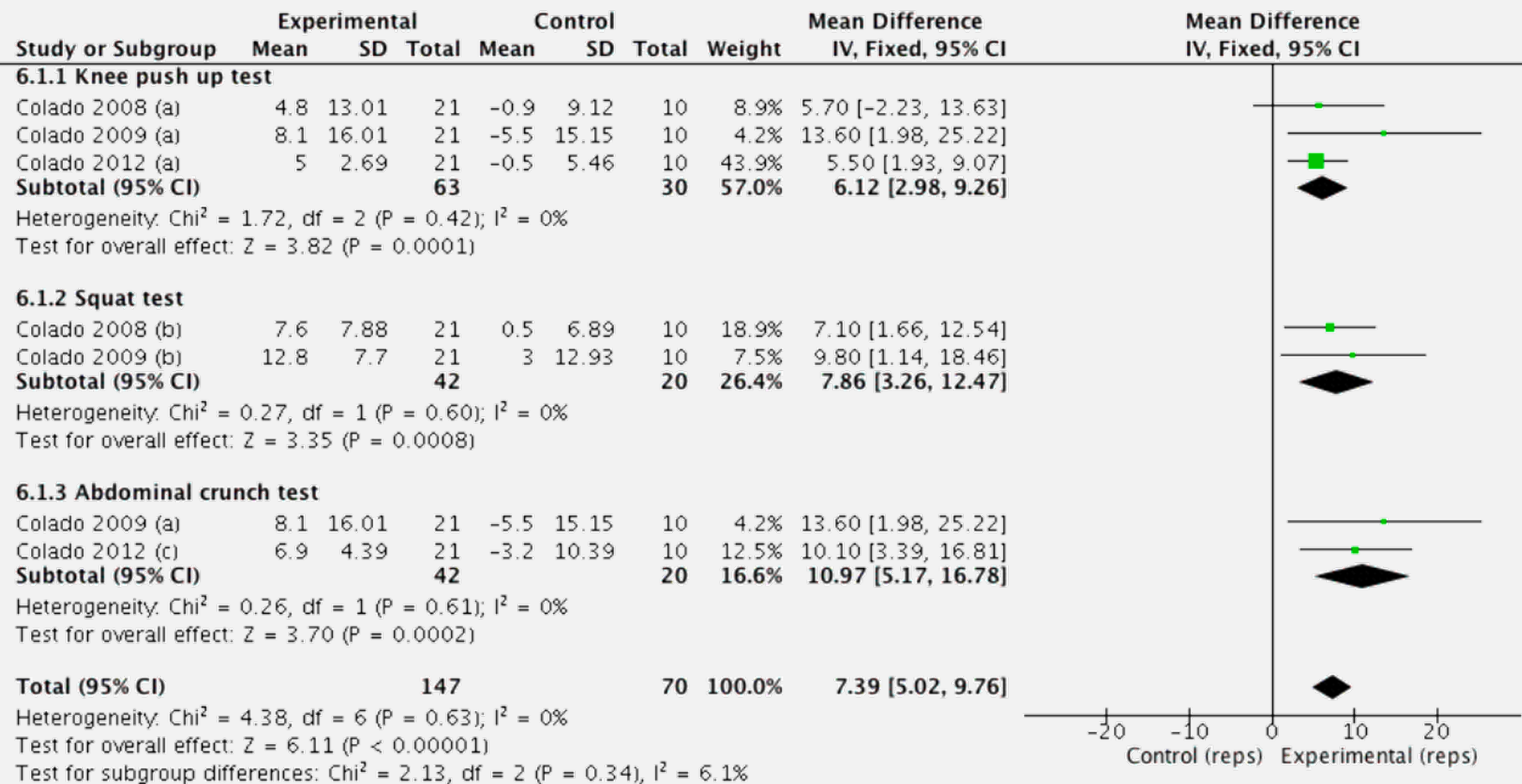
Actividad Eléctrica del Músculo (EMG) en un Nadador de crol no Entrenado (izquierda) y en uno Entrenado (derecha)

Bandas Elásticas



Sujetos pasivos versus sujetos entrenados con bandas elásticas

Volumen (repeticiones)

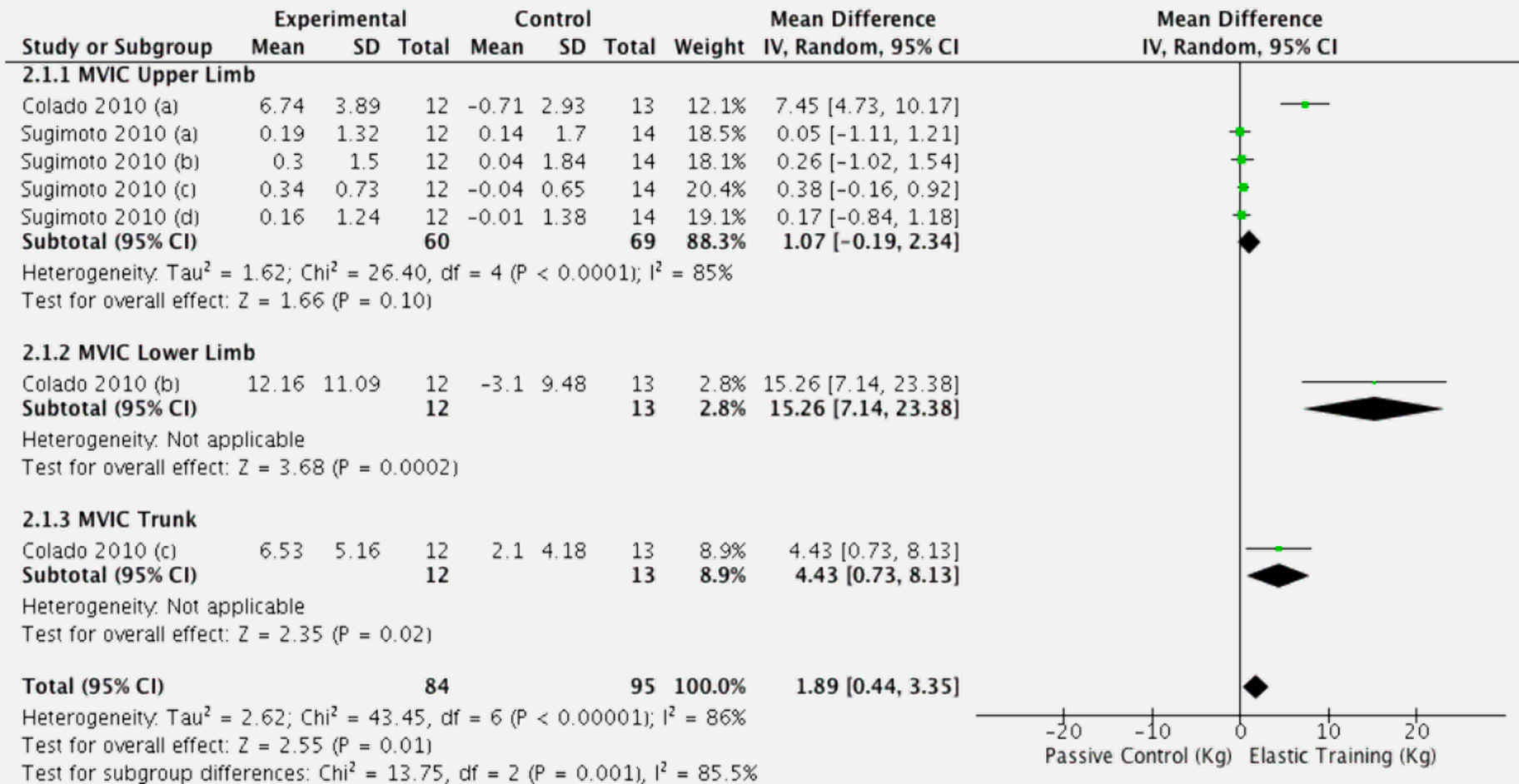


“Effects of Elastic Resistance Training on Muscle Strength and Functional Performance in Healthy Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis”
by de Oliveira PA et al.
Journal of Physical Activity & Health
© 2016 Human Kinetics, Inc.

Diagrama de bosque de los resultados del metanálisis que muestra la diferencia media en el número de repeticiones e IC del 95% detectados para la prueba de flexión de rodilla, prueba de sentadilla y contracción abdominal prueba. El último diamante representa la diferencia de medias combinada (◆).

Sujetos pasivos versus sujetos entrenados con bandas elásticas

Fuerza (kilos)



“Effects of Elastic Resistance Training on Muscle Strength and Functional Performance in Healthy Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis”
by de Oliveira PA et al.
Journal of Physical Activity & Health
© 2016 Human Kinetics, Inc.

Diagrama de bosque de los resultados del metanálisis que muestra la diferencia media de peso y 95% IC detectado para el miembro inferior MVIC, el tronco MVIC y el miembro superior MVIC. el ultimo diamante representa la diferencia de medias agrupada (♦).

Sujetos activos versus sujetos entrenados con bandas elásticas

Volumen (repeticiones)

“Effects of Elastic Resistance Training on Muscle Strength and Functional Performance in Healthy Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis”
by de Oliveira PA et al.
Journal of Physical Activity & Health
© 2016 Human Kinetics, Inc.

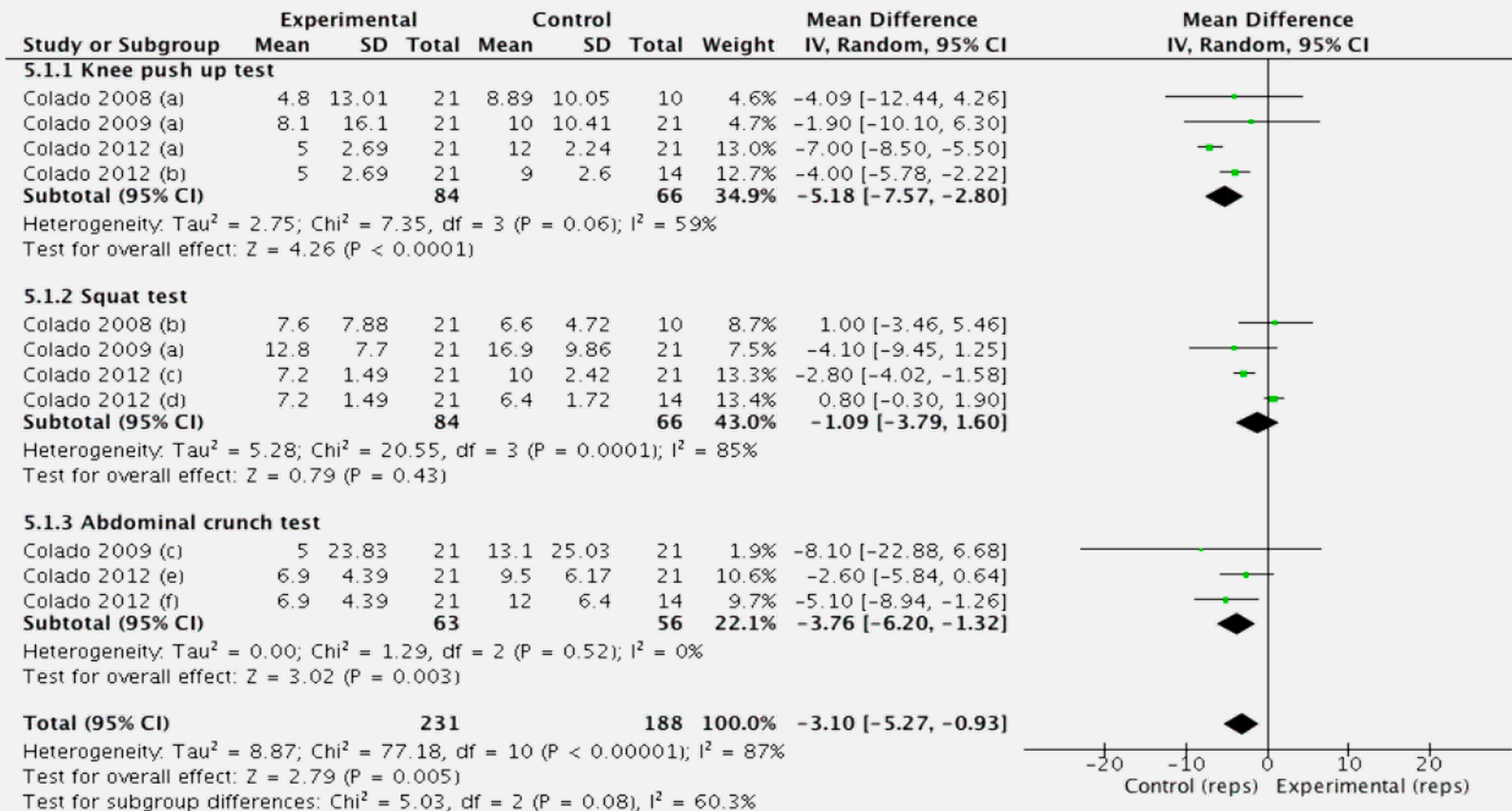
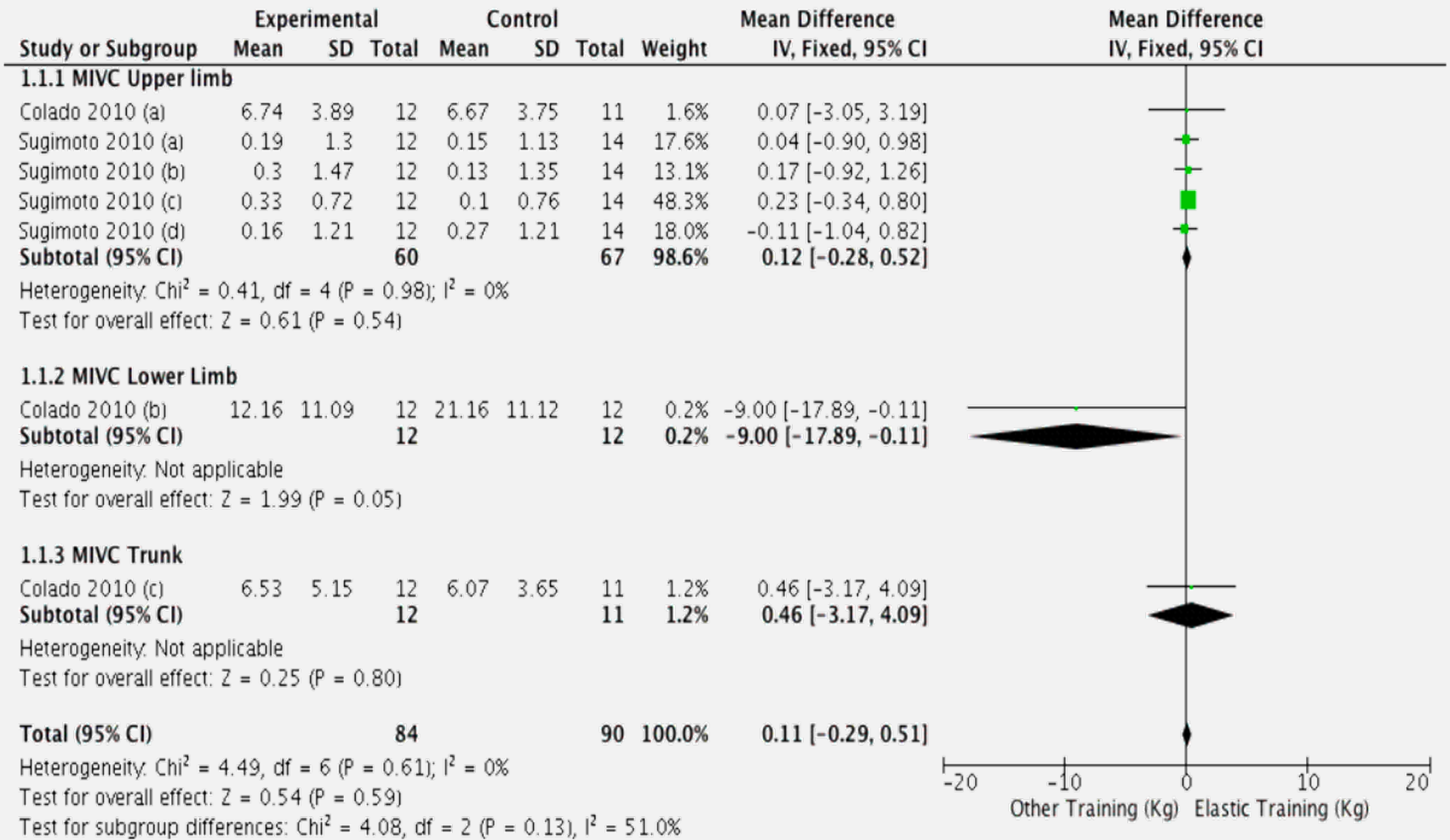


Diagrama de bosque de los resultados del metanálisis que muestra la diferencia media en el número de repeticiones e IC del 95% detectados para la prueba de flexión de rodilla, prueba de sentadilla y prueba de contracción abdominal.

El último diamante representa la diferencia de medias combinada (♦).

Sujetos activos versus sujetos entrenados con bandas elásticas

Fuerza (kilos)



“Effects of Elastic Resistance Training on Muscle Strength and Functional Performance in Healthy Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis”
by de Oliveira PA et al.
Journal of Physical Activity & Health
© 2016 Human Kinetics, Inc.

Diagrama de bosque de los resultados del metanálisis que muestra la diferencia media de peso y 95% IC detectado para el miembro inferior MVIC, el tronco MVIC y el miembro superior MVIC. el ultimo diamante representa la diferencia de medias agrupada (♦).

Entrenamiento tradicional de sobrecarga versus entrenamiento con elásticos

Efectos en el desarrollo de fuerza del **tren superior**

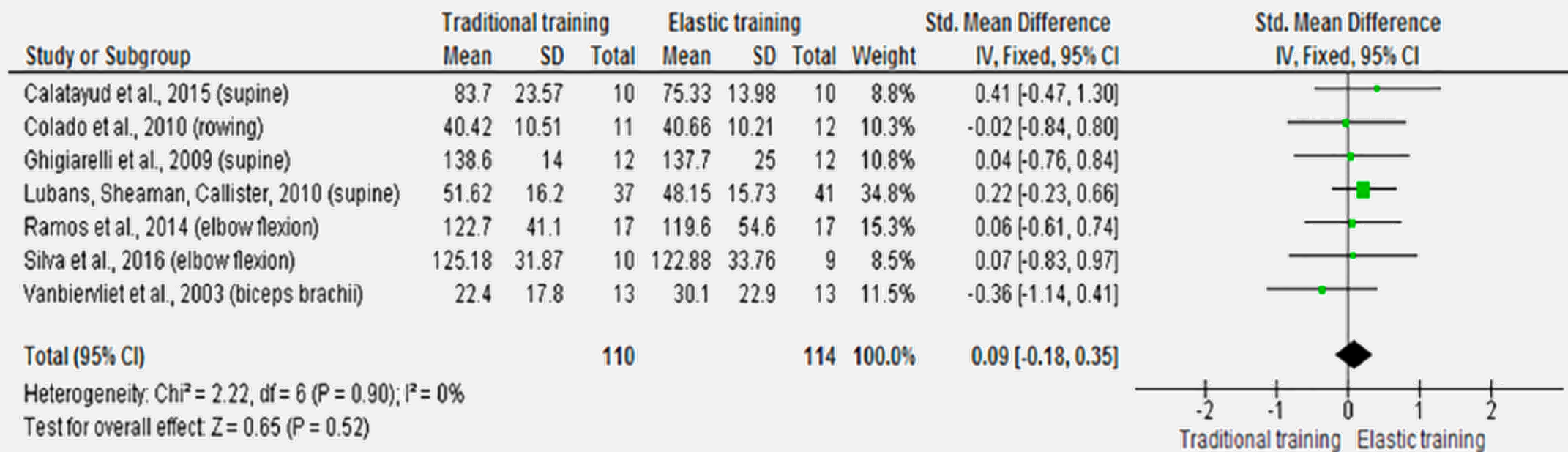


Diagrama de bosque que ilustra los efectos del entrenamiento con dispositivos elásticos versus dispositivos convencionales sobre el resultado de la fuerza muscular en las extremidades superiores.

DE: desviación estándar; Estándar: estandarizado; IC: intervalo de confianza.

Entrenamiento tradicional de sobrecarga versus entrenamiento con elásticos

Efectos en el desarrollo de fuerza del **tren inferior**

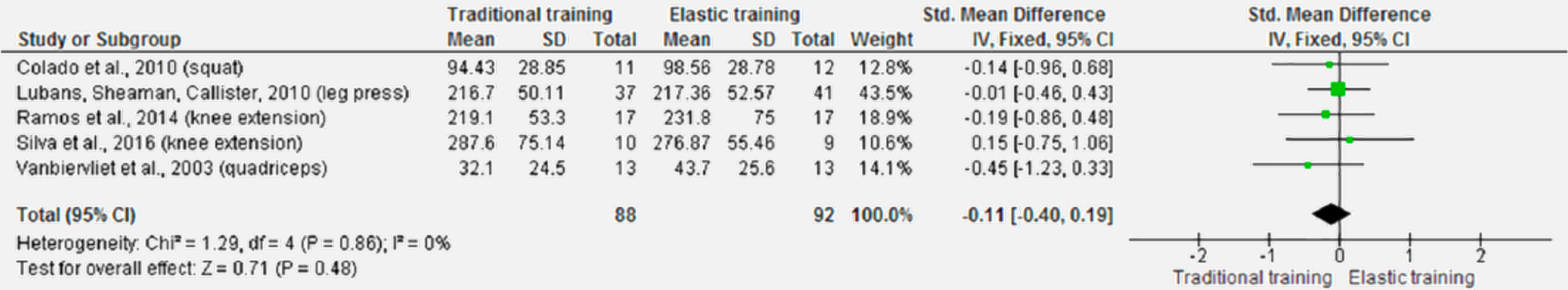


Diagrama de bosque que ilustra los efectos del entrenamiento con dispositivos elásticos versus dispositivos convencionales sobre el resultado de la fuerza muscular en las extremidades inferiores.

DE: desviación estándar; Estándar: estandarizado; IC: intervalo de confianza.

Nivel de rendimiento

553 Deportistas

Varones

N = 333

Edad: 23,5 $\pm$ 5,2 años

Rango: 16 – 34 años

Masa corporal: 77 $\pm$ 13 kg

Estatura: 180 $\pm$ 8 cm

Damas

N = 220

Edad: 23,2 $\pm$ 4,5 años

Rango: 16 – 33 años

Masa corporal: 60 $\pm$ 8 kg

Estatura: 167 $\pm$ 7 cm

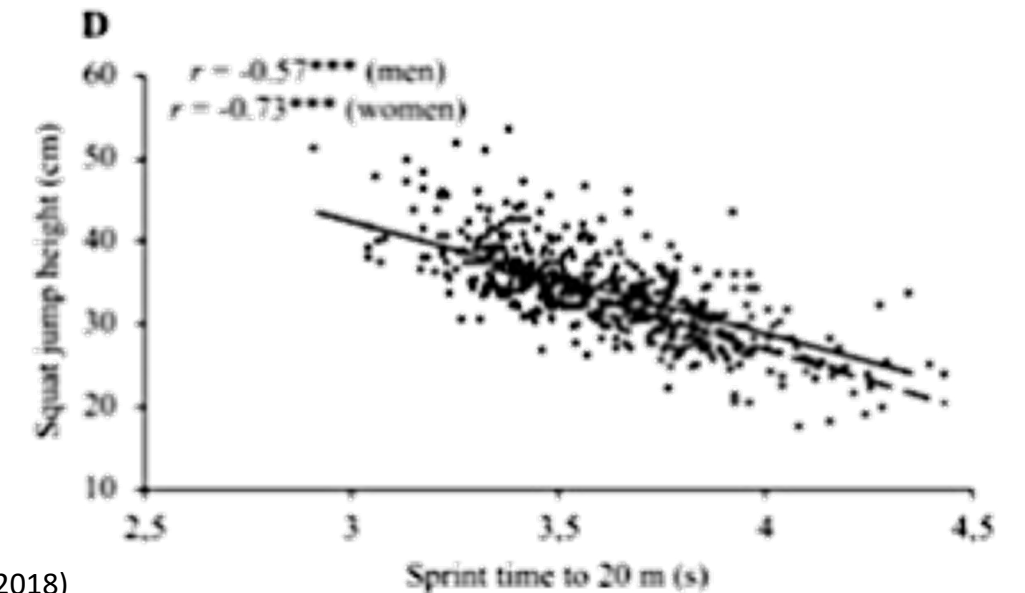
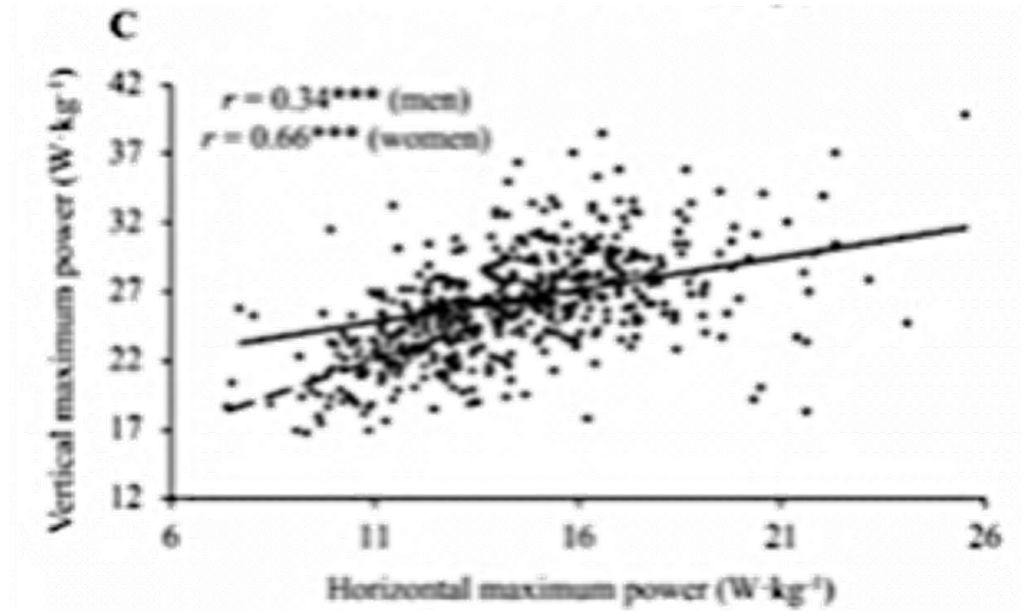
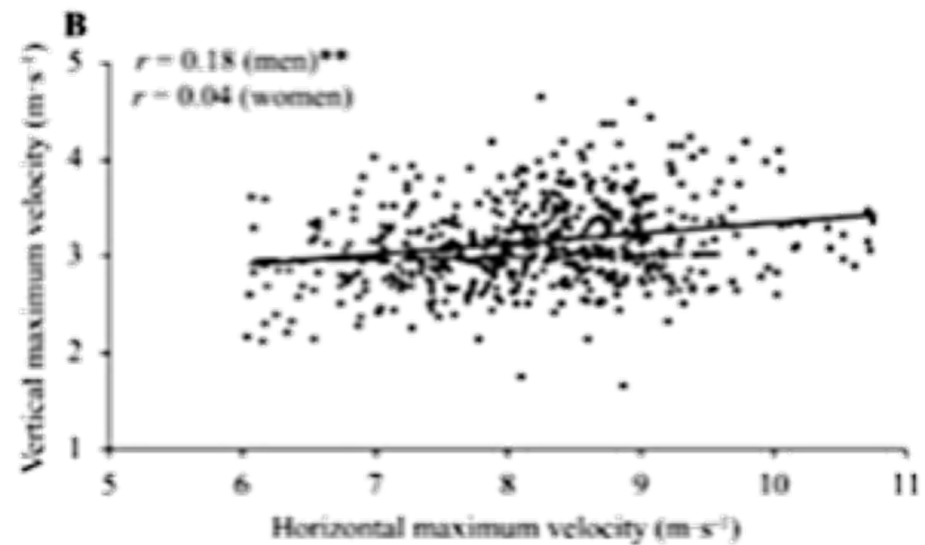
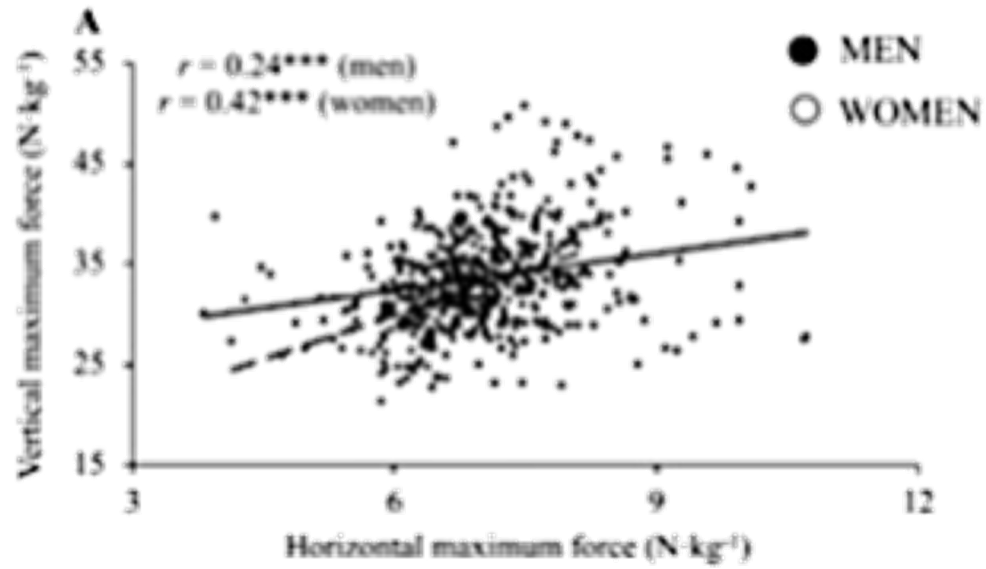
Nivel bajo o aficionado
Sin competir en ningún nivel
3 a 5 horas de entrenamiento semanal.
16 varones y 14 damas

Nivel medio o semiprofesional
Con un entrenamiento estructurado, compitiendo en ligas de tercera división o categorías similares en su deporte.
10 a 12 horas de entrenamiento semanal.
96 varones y 105 damas

Alto nivel o profesionales
Compiten en ligas de primera y segunda división o categorías similares en su deporte.
18 a 20 horas de entrenamiento semanal.
95 varones y 45 damas

Nivel élite o internacional
Sujetos profesionales que compiten a nivel internacional con sus respectivos equipos o selecciones nacionales.
126 varones y 56 damas

Resultados



Conclusiones

- Cuando se consideran poblaciones de bajo nivel, existen buenas correlaciones entre las variables fuerza – velocidad – potencia verticales y horizontales, no sucede lo mismo con deportistas de alto nivel a élite.

Lineamientos para el Entrenamiento

Bajo Nivel

Se sugiere que la capacidad de desarrollar fuerza horizontal durante un sprint se asocia, en parte, con la capacidad de las extremidades inferiores para desarrollar fuerza (según datos obtenidos en saltos verticales) mediante adaptaciones de propiedades neuromusculares.

Se podría especular que el entrenamiento de la capacidad de producir fuerza total, a través del desarrollo de fuerza – velocidad – potencia vertical, podría mejorar el rendimiento en carrera

Alto Nivel

La producción de fuerza durante la aceleración de velocidad probablemente esté menos determinada por la capacidad del sistema neuromuscular para producir fuerza total sobre el suelo (según datos obtenidos en saltos verticales)

Las diferencias de rendimiento pudieran estar dadas por la efectividad mecánica, es decir, la capacidad de aplicar fuerza de manera efectiva sobre el suelo.



Enfoque de sobrecarga coordinativa

- ◆ Fuerte orientación hacia la especificidad definida por las leyes del aprendizaje motor.
- ◆ Creencia de que la sobrecarga tradicional no es posible sin sacrificar la especificidad.
- ◆ Refuta el concepto de "fuerza general" sobre la base de que la fuerza depende del contexto.
- ◆ Dirigido hacia la "habilidad" sobre el desarrollo de capacidades y tiene como objetivo lograr la sobrecarga coordinativa.

Enfoque de métodos mixtos

- ◆ Cambia cuando se maximiza la especificidad: utiliza una combinación de métodos de entrenamiento específicos y tradicionales en consecuencia.
- ◆ Aplicará sobrecarga tanto a través de la variación como en el sentido tradicional.
- ◆ Ambos dependen del estado de entrenamiento del atleta, los requisitos, la época del año y la proximidad a la competencia.

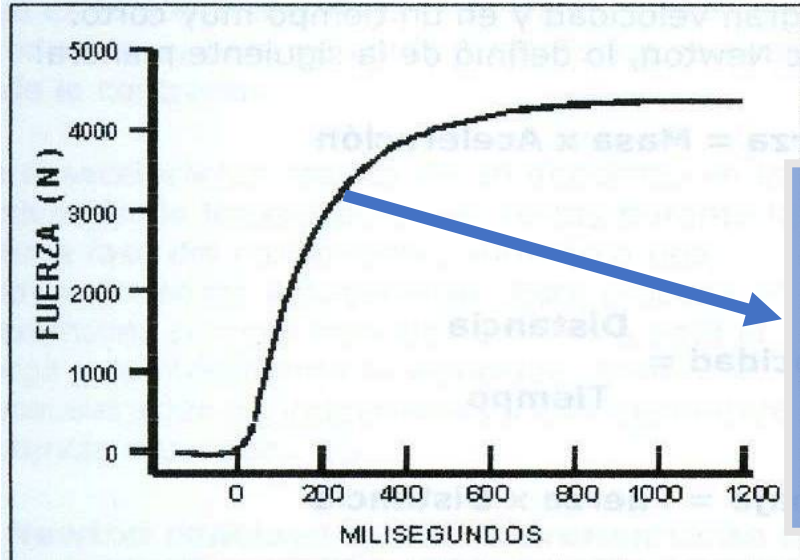
Sobrecarga tradicional (específica)

- ◆ Sacrifica la especificidad por los principios newtonianos y fisiológicos de sobrecarga.
- ◆ Intenta sobrecargar mecánicamente un elemento del patrón de movimiento objetivo en lugar de sacrificar la sobrecarga por una correspondencia de movimiento exterior más completa. Tiende a lo analítico.

Sobrecarga tradicional (general)

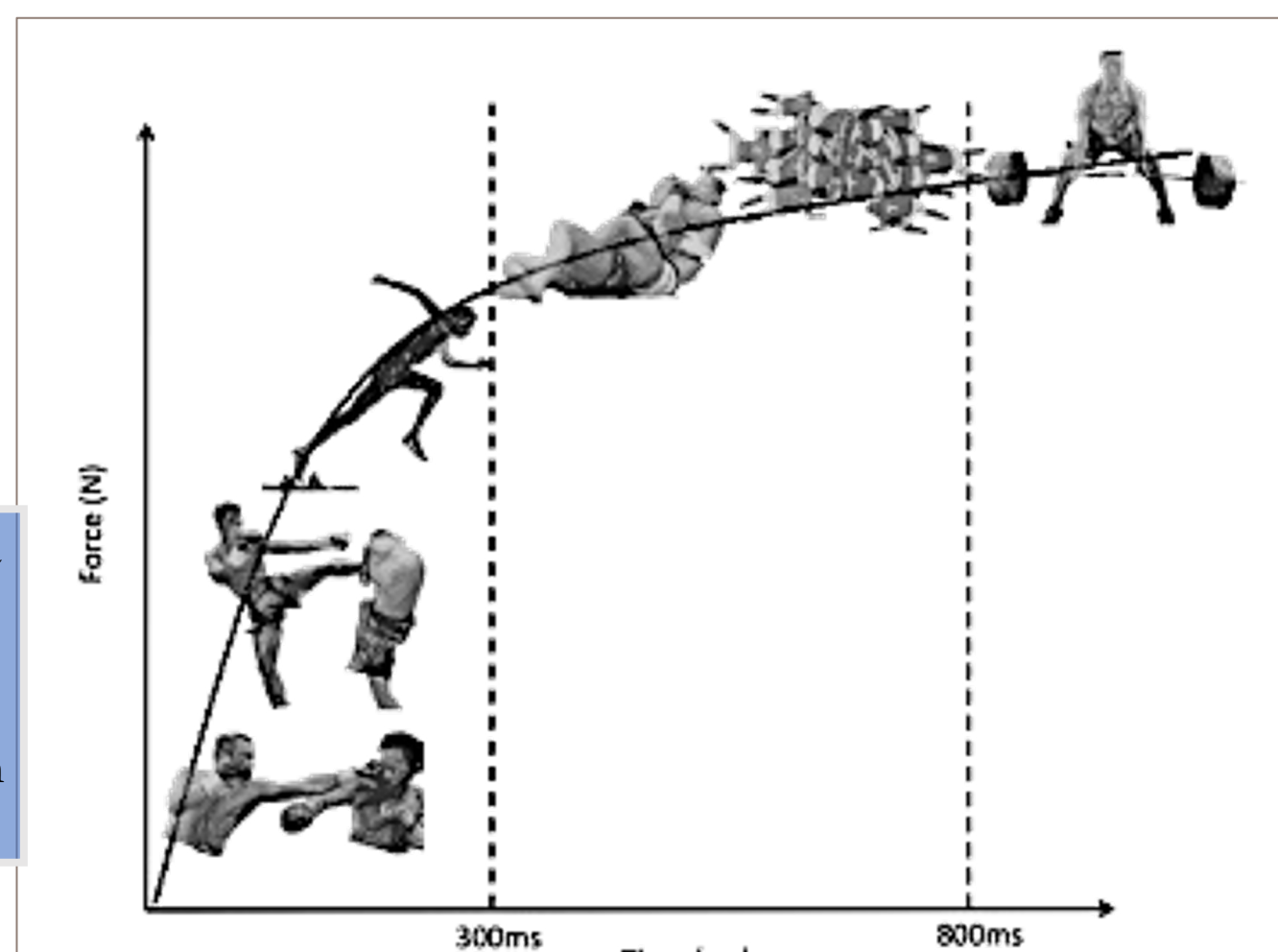
- ◆ Sacrifica la especificidad por los principios newtonianos y fisiológicos de sobrecarga. Esto se basa en el supuesto de que el entrenamiento con un contexto reducido (desarrollo de capacidades generales) beneficiará al atleta.
- ◆ Suele estar satisfecho con alguna similitud a nivel de reclutamiento (especificidad interna).
- ◆ La práctica concomitante de la habilidad deportiva se considera suficiente para la transferencia a un rendimiento deportivo mejorado.

Velocidad del Movimiento



Manifestación de la fuerza explosiva. 300 milisegundos según Kramer, 250 milisegundos según Schmidtbleicher.

La curva fuerza-tiempo revela que la fuerza máxima no se expresa de manera instantánea, demorando hasta 0.6–0.8 segundos en desarrollarse. La mayoría de los movimientos atléticos, sin embargo, ocurren dentro de 0.3 segundos



Turner, Comfort, McMahon, Bishop, Chavda, Read, Mundy, Lake (2020)

Tirón a medio muslo

- El tirón a medio muslo (IMTP), es un ejercicio isométrico multiarticular que se utiliza para proporcionar información sobre la capacidad máxima y rápida de generación de fuerza de un deportista.
- Datos que entrega: Fuerza de reacción del suelo (GRF), Fuerza máxima, Tasa de desarrollo de la fuerza y el impulso.
- Ayuda a prescribir intervenciones de entrenamiento y monitorear las adaptaciones al entrenamiento (Beckham 2018, De Witt 2018, Dobbin 2018, Dos Santos 2017).

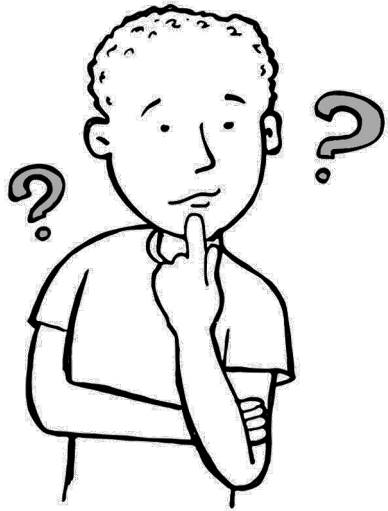


Revisión del alcance del tirón a medio muslo con las evaluaciones del rendimiento de fuerza dinámica

Giles, Lutton y Martin (2022)

IMPT Comparación	# Estudios	# Estadísticamente significativos	Significativo %	# Asociación débil	# Asociación moderada	# Asociación fuerte
RFD	32	31	96,88%	2	16	13
Altura de salto	33	30	90,91%	2	17	11
Distancia de salto	2	2	100,00%	0	1	1
Peak de potencia	22	22	100,00%	2	17	3
Sprint	13	12	92,31%	1	8	3
Cambio de dirección	10	9	90,00%	0	7	2
Deporte específico	17	16	94,12%	0	10	6
Fuerza dinámica	12	12	100,00%	1	6	5
Índice de fuerza dinámica	4	3	75,00%	0	1	2
Fuerza isocinética	1	1	100,00%	0	0	1
Estudios totales	48	43	89,58%	1	24	18

Aspectos generales en la orientación de carga según índice de fuerza dinámica



Proporciona información sobre cuanta fuerza puede producir un deportista y cuánta fuerza puede usar durante los movimientos rápidos.



Calificación	Puntuación	Recomendación en orientación de carga
Bajo	< 0,60	Entrenamiento de fuerza balística
Moderado	0,60 – 0,80	Entrenamiento simultáneo
Alto	> 0,80	Entrenamiento de fuerza máxima

Relación del índice de fuerza dinámica con variables de rendimiento

53 deportistas universitarios, principalmente rugbistas y futbolistas

	N = 53		Grupo DSI bajo (n=20)		Grupo DSI alto (n=20)	
	Media	D.S	Media	D.S	Media	D.S
Edad (años)	23,1	4,1	24,4	4,3	20,4	1,1
Altura (m)	181,5	6,1	181,5	6,1	181,6	6,8
Masa corporal	78,3	9,6	80,0	10,8	76,6	8,0
Experiencia (años)	3,4	2,9	4,5	3,7	2,4	1,4



DSI = índice de fuerza dinámica

Experiencia = tiempo entrenando para el desarrollo de la fuerza

Variables	Bajo índice de fuerza dinámica		Alto índice de fuerza dinámica		p	d	ICC	% CV
	Media	D.S.	Media	D.S.				
Altura de salto (cm)	35,9	6,2	32,4	5,0	0,062	0,62	0,937	3,7
Tiempo de despegue (s)	0,737	0,102	0,679	0,081	0,055	0,63	0,862	4,4
RSI mod (ratio)	0,49	0,08	0,46	0,08	0,275	0,35	0,819	6,5
Tiempo de fase de frenado (s)	0,151	0,021	0,138	0,027	0,110	0,52	0,860	6,0
Tiempo de fase de propulsión (s)	0,240	0,034	0,213	0,030	0,011	0,85	0,927	3,7
Frenado COM Desplazamiento (cm)	31,0	5,8	25,3	5,3	0,002	1,02	0,919	5,5
Propulsión COM Desplazamiento (cm)	41,0	6,8	35,3	5,3	0,005	0,93	0,943	3,7
Fuerza máxima de frenado (N·kg ⁻¹)	25,5	2,5	25,4	3,1	0,926	0,03	0,815	4,2
Fuerza máxima de propulsión (N·kg ⁻¹)	25,9	2,2	27,0	3,3	0,202	0,41	0,890	3,2
Potencia máxima de frenado (W·kg ⁻¹)	20,9	4,8	17,4	3,7	0,014	0,81	0,845	8,5
Potencia máxima de propulsión (W·kg ⁻¹)	54,4	5,8	53,0	5,7	0,430	0,25	0,928	3,7
Velocidad máxima de frenado (m·s ⁻¹)	1,37	0,20	1,18	0,16	0,002	1,08	0,880	4,9
Velocidad pico de propulsión (m·s ⁻¹)	2,78	0,21	2,65	0,18	0,044	0,66	0,944	1,5
Impulso de frenado (N·kg ⁻¹ ·s)	1,38	0,21	1,18	0,16	0,001	1,10	0,883	5,0
Impulso de propulsión (N·kg ⁻¹ ·s)	2,60	0,24	2,43	0,20	0,027	0,70	0,936	2,0

DE = Desviación Estándar; ICC = Coeficiente de Correlación Intraclass; %CV = Coeficiente de variación porcentual; RSI mod = Índice de Fuerza Reactiva Modificado; COM = Centro de masa.

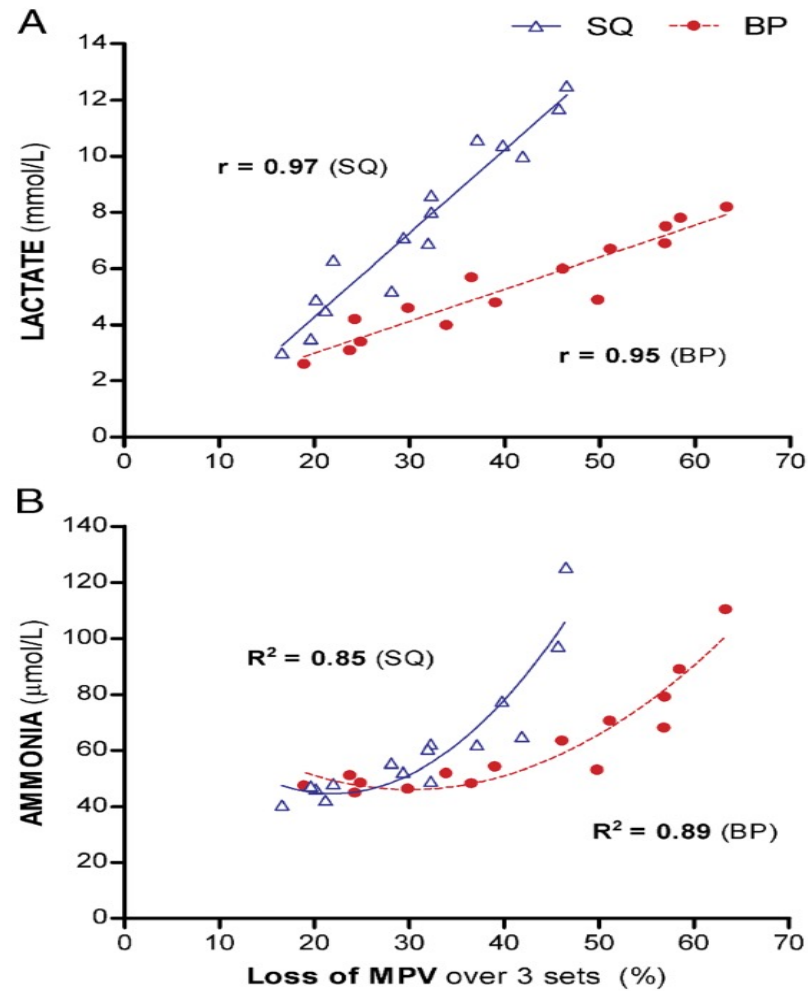
RSI mod = Altura del salto / Tiempo del inicio del movimiento y el despegue

McMahon y col. (2017)

Conclusiones

- El grupo de DSI bajo demostró un desplazamiento COM, potencia, velocidad e impulso significativamente mayores en la fase de frenado, además de un tiempo de fase, desplazamiento COM, velocidad e impulso significativamente mayores en la fase de propulsión.
- El grupo de DSI bajo demostró una mayor velocidad negativa entre el 25% y el 49% del tiempo del inicio del movimiento y el despegue normalizado, que correspondió a la mayor parte de la fase de desaceleración para ambos grupos y al inicio de la fase de frenado para el grupo de DSI bajo. El grupo de DSI bajo demostró entonces una mayor velocidad positiva entre el 70 % y el 78 % del tiempo del inicio del movimiento y el despegue normalizado, que correspondía a la parte inicial de la fase de propulsión. Además, el grupo de DSI bajo demostró un mayor desplazamiento COM negativo entre el 35% y el 75% del tiempo del inicio del movimiento y el despegue normalizado, que correspondió desde la fase tardía de desponderación hasta la fase temprana de propulsión.

Relación entre pérdida de velocidad propulsiva y lactato (A) y amonio (B)



Sánchez-Medina, L., & González-Badillo, J. J. (2011). Velocity loss as an indicator of neuromuscular fatigue during resistance training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(9), 1725–1734. <http://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318213f880>

Sánchez-Medina & González-Badillo, 2011

SQ = Squat; BP = Press Banca

Clasificación de los esfuerzos en función de la pérdida de velocidad en la serie

La velocidad de ejecución como referencia para la programación, control y evaluación del entrenamiento de fuerza

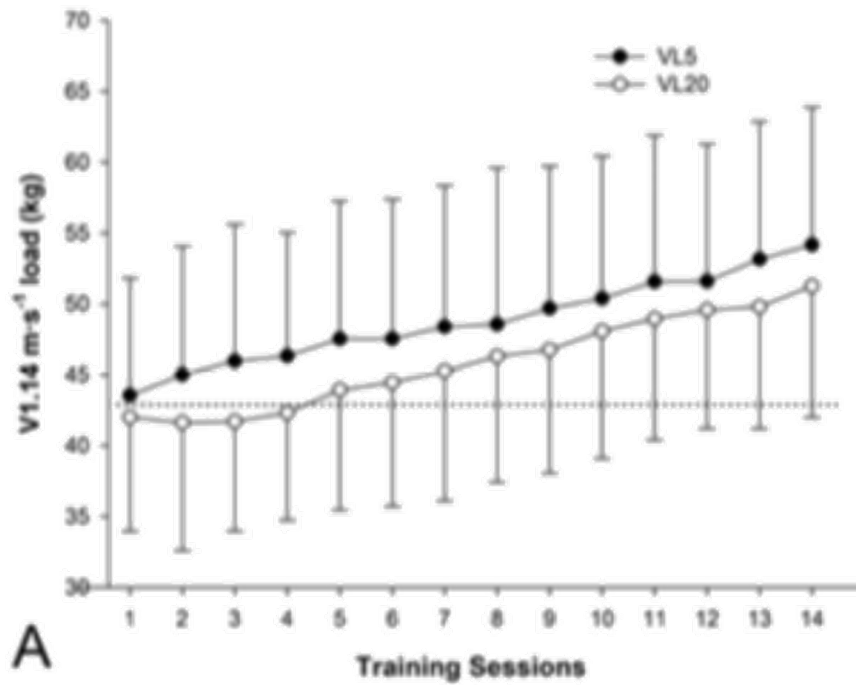


Juan José González Badillo
Luis Sánchez Medina
Fernando Pareja Blanco
David Rodríguez Rosell

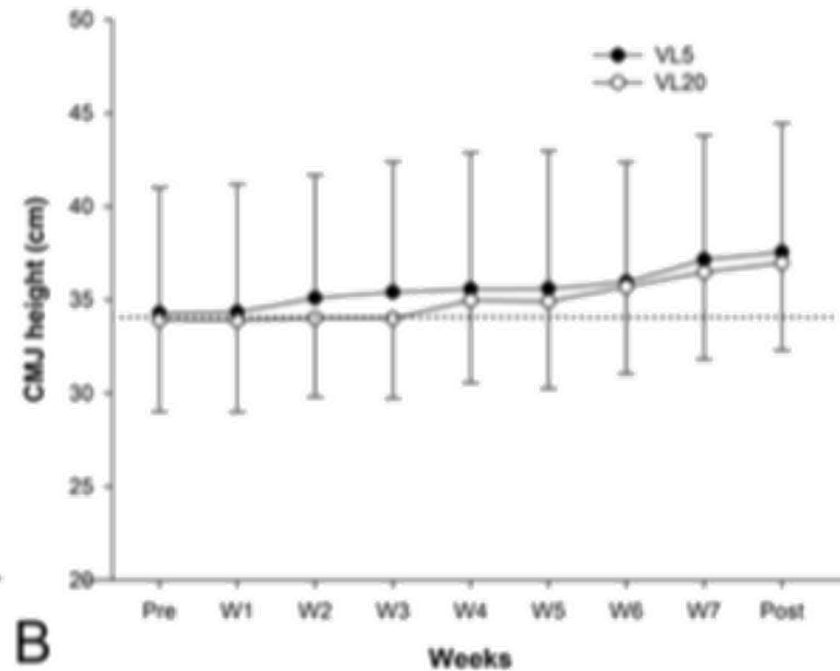
Carácter del Esfuerzo	Pérdida de Velocidad En La serie	Repeticiones Realizadas En La serie	Ejemplos
Ligero o pequeño	5 – 10%	Menos de la mitad de las posibles	4 – 6 (16-30) 3 – 4 (10-14)
Medio	15 – 30%	La mitad de las posibles	6 – 7 (12-14) 4 – 5 (8 – 10)
Alto o muy alto	> 25 – 30%	Alguna más de la mitad de las posibles, pero siempre dejando de hacer 2 a 4 por serie	3 (5), 4 (7), 5 – 6 (8), 8 (12)
Máximo	50 – 70%	Máximo o casi máximo número posible	9 – 10 (10), 7 – 8 (8), 3 – 4 (4)

- N: 28 hombres físicamente activos.
- Edad: $23,0 \pm 3,2$ años
- Duración de la intervención: 7 semanas.
- Total de sesiones: 14
- Ejercicio utilizado: Sentadillas

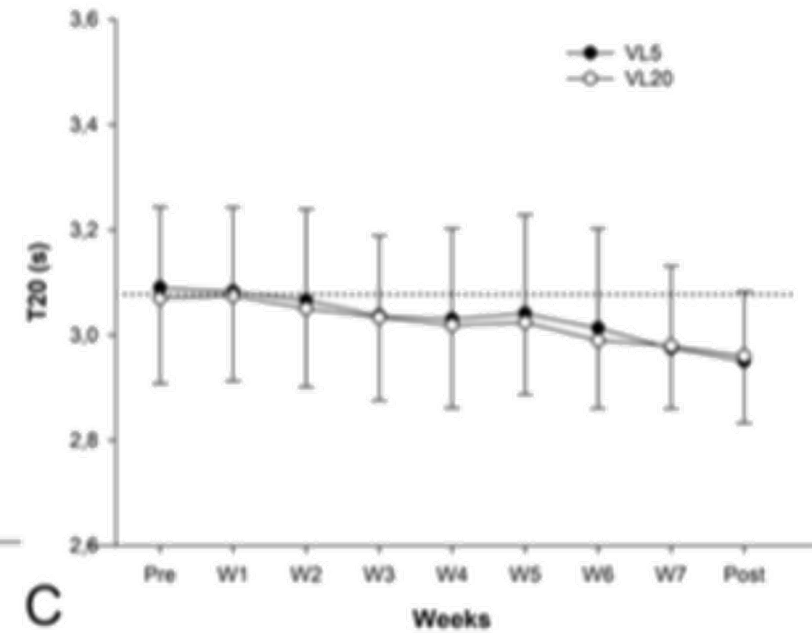
5% vs 20% pérdida de velocidad



A) Carga absoluta levantada en $1,14 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ en cada sesión de entrenamiento, que corresponde aproximadamente al 50% de 1RM en el ejercicio de sentadilla



(B) altura del salto con contramovimiento



(C) tiempo de Sprint de carrera de 20 m

20% vs 40% pérdida de velocidad

- Muestra: 24 varones jóvenes, estudiantes de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, con experiencia en entrenamiento de fuerza (edad $22,7 \pm 1,9$ años; estatura $1,76 \pm 0,06$ m; masa corporal $75,8 \pm 7,0$ kg).



Grupo pérdida de velocidad de 20% (n = 12)



Grupo pérdida de velocidad de 40% (n = 10)

Protocolo de entrenamiento:

Solo hicieron sentadillas

Volumen: 3 series, el número de repeticiones se normó por la pérdida de velocidad estipulada previamente para cada grupo.

Frecuencia: 2 veces por semana con 48 a 72 horas de recuperación entre sesiones

Duración: 8 semanas.

Número de sesiones totales: 16 (100% asistencia)

Intervención

Evaluación

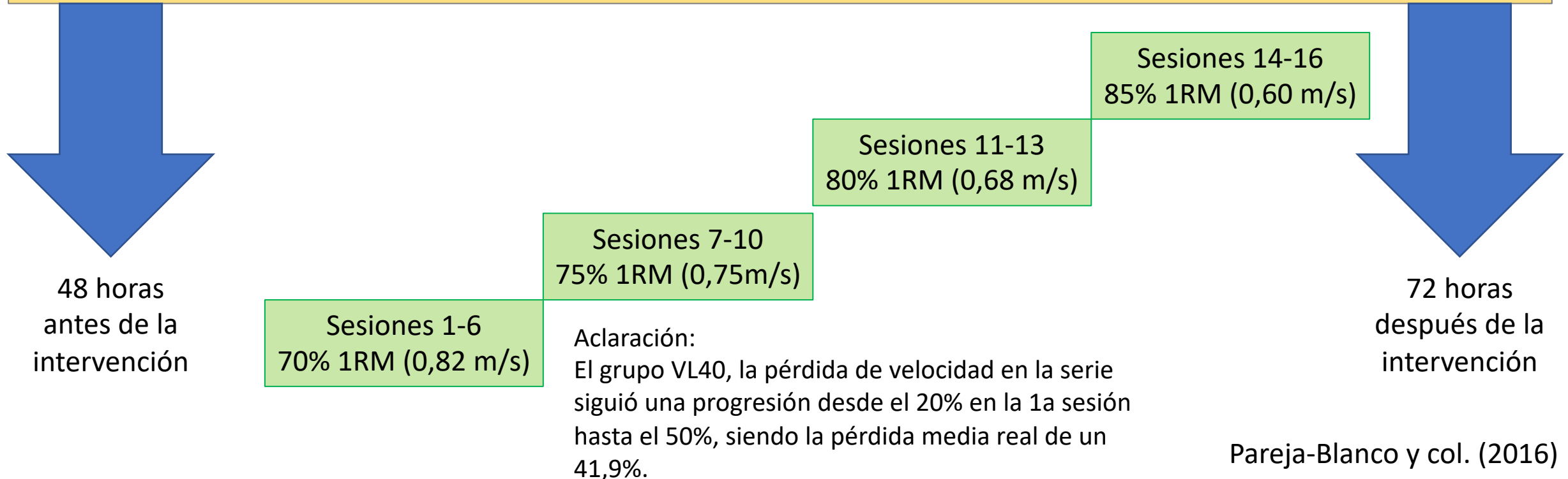
Test progresivo en sentadillas para el registro de 1RM y perfil carga – velocidad

Dos sprints máximos de 20 metros, registrando el mejor intento de dos.

Cinco saltos verticales con contramovimiento descartando el mejor y peor intento y sacando una media de los restantes.

Biopsia del vasto lateral del cuádriceps para análisis del tipo y distribución de las fibras musculares.

Resonancia nuclear magnética de ambas extremidades inferiores para determinación del volumen muscular.



Resultados

Cambios en las variables seleccionadas como indicadores de rendimiento neuromuscular antes (pre) y después (post) del programa de entrenamiento

	VL40			VL20			<i>P</i> -value time effect	<i>P</i> -value group × time interaction
	Pre	Post	<i>P</i> -value	Pre	Post	<i>P</i> -value		
1RM (kg)	104.5 ± 15.1	118.6 ± 20.4	<0.001	106.5 ± 12.2	125.2 ± 12.3	<0.001	<0.001	0.26
AV (m/s)	0.95 ± 0.06	1.01 ± 0.09	0.03	0.95 ± 0.06	1.06 ± 0.06	<0.001	<0.001	0.09
AV>1 (m/s)	1.22 ± 0.03	1.23 ± 0.08	0.62	1.21 ± 0.05	1.29 ± 0.07	0.005	0.02	0.09
AV<1 (m/s)	0.72 ± 0.04	0.81 ± 0.07	0.001	0.72 ± 0.04	0.87 ± 0.07	<0.001	<0.001	0.12
CMJ (cm)	41.0 ± 4.3	42.5 ± 5.8	0.06	40.5 ± 6.0	44.2 ± 6.0	<0.001	<0.001	0.04
T20 (s)	2.99 ± 0.09	3.02 ± 0.08	0.25	3.00 ± 0.11	2.99 ± 0.10	0.45	0.73	0.18

Data are mean ± SD; *P*-values calculated using Bonferroni adjustment.

VL20: group that trained with a mean velocity loss of 20% in each set (*n* = 12); VL40: group that trained with a mean velocity loss of 40% in each set (*n* = 10).

1RM: one-repetition maximum squat strength, AV: average MPV attained against absolute loads common to pre- and post-test in the squat progressive loading test; AV>1: average MPV attained against absolute loads common to pre- and post-test that were moved faster than 1 m/s; AV<1: average MPV attained against absolute loads common to pre- and post-test that were moved slower than 1 m/s; CMJ: countermovement jump height, T20: 20-m sprint time.

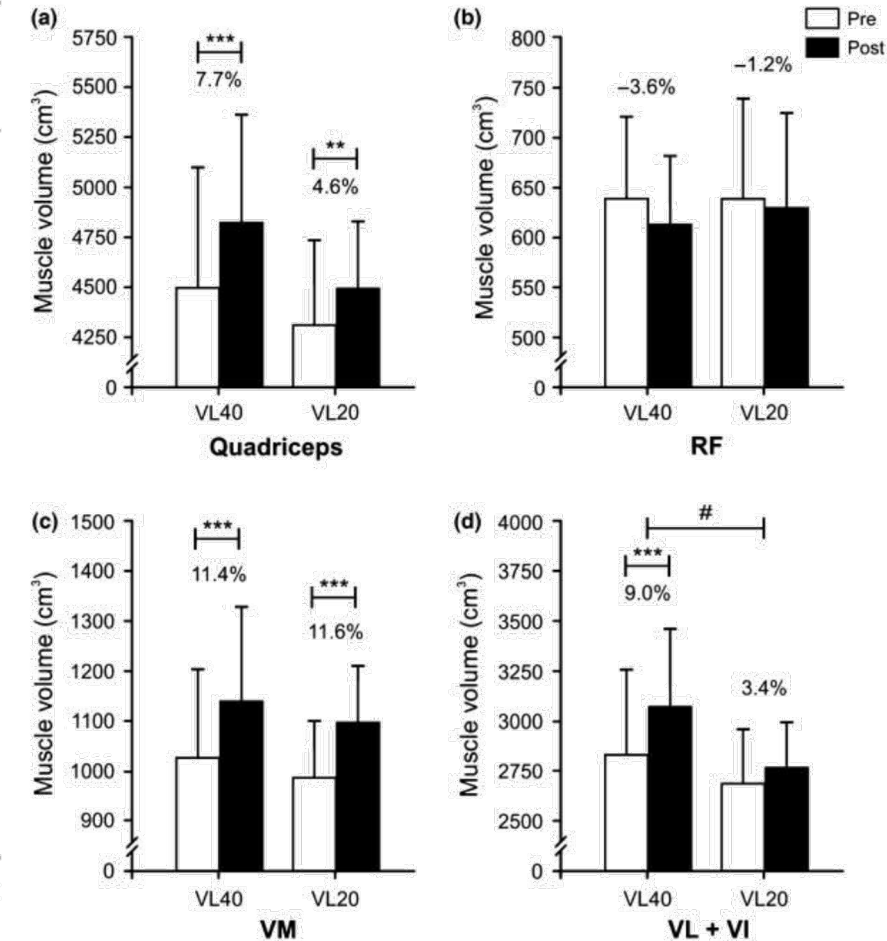
Resultados

Cambios en el área de sección transversal (CSA) y distribución del tipo de fibras antes (pre) y después (post) del entrenamiento

	VL40			VL20			<i>P</i> -value time effect	<i>P</i> -value group × time interaction
	Pre	Post	<i>P</i> -value	Pre	Post	<i>P</i> -value		
CSA muscle fibers (ATPase)								
CSA (μm ²)	4935 ± 690	5438 ± 788	0.02	4800 ± 691	5217 ± 701	0.05	0.005	0.77
CSA-I (μm ²)	4314 ± 676	4798 ± 804	0.01	4070 ± 834	4346 ± 873	0.13	0.007	0.41
CSA-IIA (μm ²)	5584 ± 1259	6233 ± 998	0.05	5708 ± 893	6169 ± 716	0.16	0.03	0.68
CSA-IIAX (μm ²)	4619 ± 1022	5260 ± 962	0.04	4936 ± 740	5146 ± 744	0.49	0.06	0.31
CSA-IIX (μm ²)	4406 ± 1037	4927 ± 1502	0.30	4130 ± 930	4853 ± 1016	0.16	0.09	0.77
Percentage fiber type (ATPase)								
Type I (%)	44.3 ± 10.4	47.5 ± 9.8	0.25	45.9 ± 15.7	43.7 ± 13.4	0.39	0.78	0.15
Type IIC (%)	0.1 ± 0.2	0.3 ± 0.6	0.87	0.5 ± 1.1	1.6 ± 4.9	0.22	0.34	0.48
Type IIA (%)	36.5 ± 9.7	36.4 ± 7.6	0.98	33.6 ± 10.2	38.5 ± 11.0	0.13	0.31	0.29
Type IIAX (%)	11.2 ± 6.1	12.0 ± 6.3	0.71	13.7 ± 11.2	10.1 ± 7.6	0.07	0.32	0.13
Type IIX (%)	7.8 ± 7.0	3.8 ± 5.0	0.04	6.3 ± 8.9	6.1 ± 8.2	0.91	0.10	0.14
Percentage fiber area (ATPase)								
Type I (%)	38.8 ± 10.0	42.5 ± 10.7	0.14	38.9 ± 16.3	37.9 ± 16.2	0.68	0.43	0.18
Type IIC (%)	0.1 ± 0.2	0.3 ± 0.6	0.23	0.6 ± 1.2	1.8 ± 5.3	0.39	0.34	0.47
Type IIA (%)	42.4 ± 11.7	41.8 ± 9.1	0.59	39.4 ± 12.7	43.8 ± 12.8	0.69	0.48	0.36
Type IIAX (%)	11.2 ± 6.8	11.9 ± 6.8	0.77	15.1 ± 11.9	10.5 ± 6.8	0.06	0.24	0.12
Type IIX (%)	7.5 ± 6.9	3.6 ± 4.8	0.05	6.0 ± 8.2	6.1 ± 8.2	0.96	0.15	0.13
MHC percentage								
MHC-I (%)	42.8 ± 7.9	45.5 ± 7.6	0.30	40.0 ± 8.6	39.3 ± 9.3	0.77	0.56	0.33
MHC-IIA (%)	42.6 ± 3.8	47.3 ± 5.9	0.05	42.9 ± 5.4	45.8 ± 8.6	0.18	0.02	0.56
MHC-IIX (%)	14.6 ± 8.9	7.2 ± 7.6	<0.001	17.0 ± 7.4	14.8 ± 8.2	0.18	0.001	0.04

Data are mean ± SD; *P*-values calculated using Bonferroni adjustment. VL20: group that trained with a mean velocity loss of 20% in each set (*n* = 12); VL40: group that trained with a mean velocity loss of 40% in each set (*n* = 10).

CSA, cross-sectional area; MHC, myosin heavy chain.



Pareja-Blanco y col. (2016)

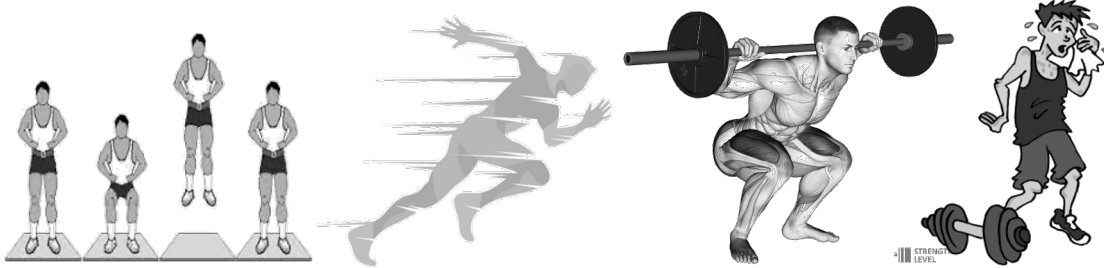
Cambios en variables de rendimiento neuromuscular seleccionadas, contra diferentes cargas absolutas (30–80 kg) en el ejercicio de sentadilla completa a pérdidas de velocidad de 10, 30 y 45%

- Muestra: 36 voluntarios estudiantes de Ciencias del Deporte con experiencia en entrenamiento de fuerza (1 a 3 años, 1 a 3 sesiones por semana).

Entrenamiento a **10% de pérdida de velocidad** (n=11)
Edad: $22,8 \pm 3,9$ años, masa corporal: $70,7 \pm 5,1$ kg, estatura: $1,76 \pm 0,04$ m

Entrenamiento a **30% de pérdida de velocidad** (n=11)
Edad: $21,9 \pm 2,3$ años, masa corporal: $73,7 \pm 9,4$ kg, estatura: $1,76 \pm 0,07$ m

Entrenamiento a **45% de pérdida de velocidad** (n=11)
Edad: $21,6 \pm 2,8$ años, masa corporal: $72,1 \pm 9,6$ kg, estatura: $1,72 \pm 0,08$ m



Rodríguez-Rosell (2020)

Pruebas consideradas:

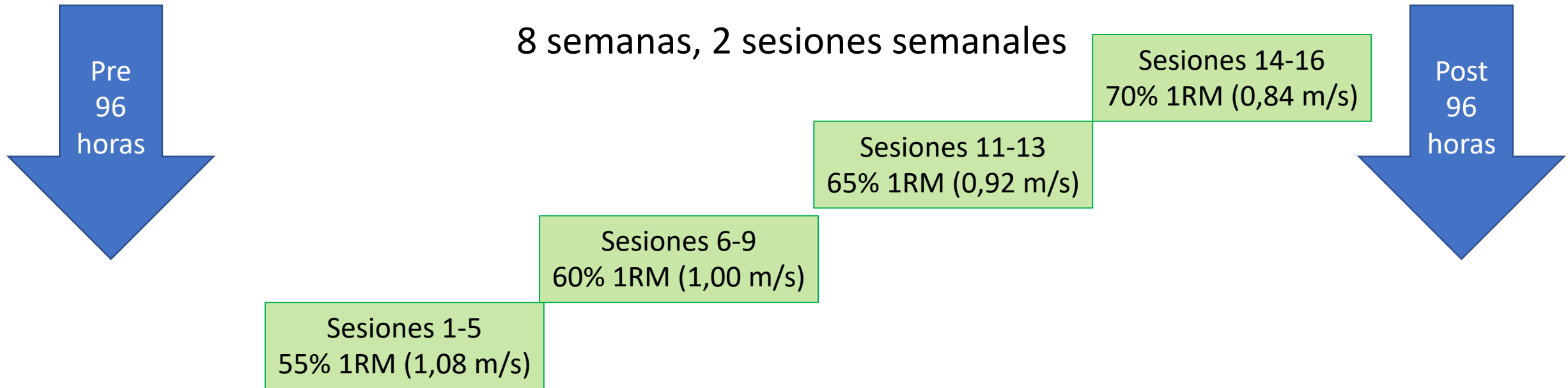
Salto con contramovimiento: se tomaron 5 intentos y se eliminaron el mejor y peor sacando una media de los tres considerados.

Carrera de 20 metros: se realizaron 2 intentos y se consideró el mejor registro.

1RM se sentadilla: se estimó considerando la media de velocidad en una carga pesada (velocidad media $<0,80$ m/s)

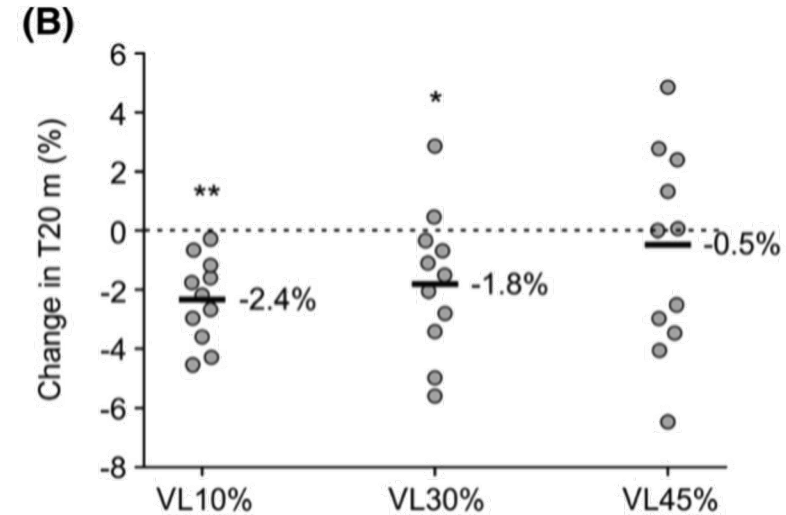
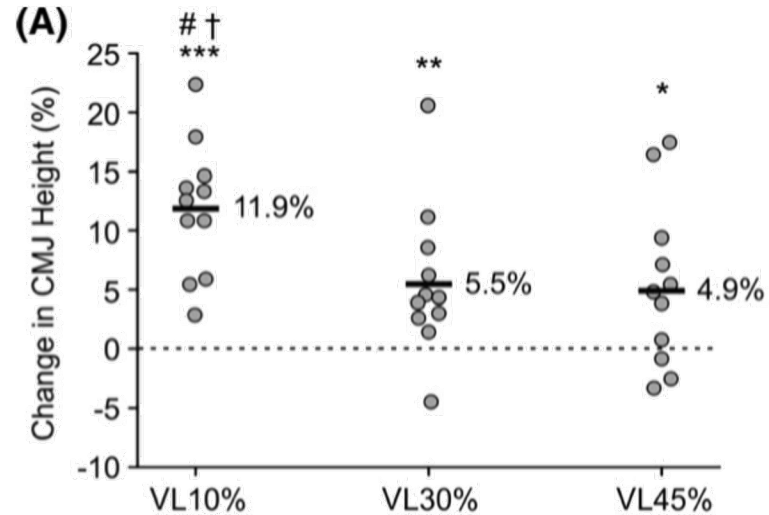
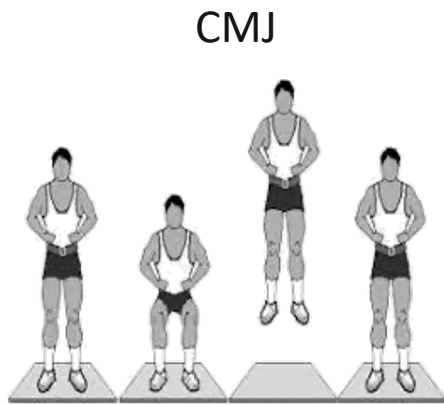
Prueba de fatiga: Se realizó con una carga que provocó un valor de velocidad media de $0,84$ m/s (70% 1RM) en condición descansada, se pidió a los participantes que levantaran la barra lo más rápido posible durante la fase concéntrica, el número total de repeticiones se registró hasta alcanzar una velocidad media de $0,50$ m/s

Intervención

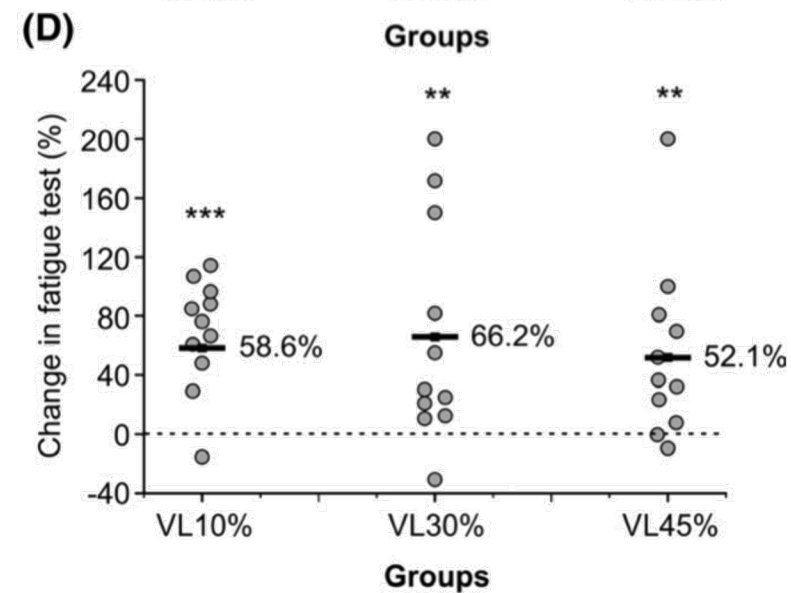
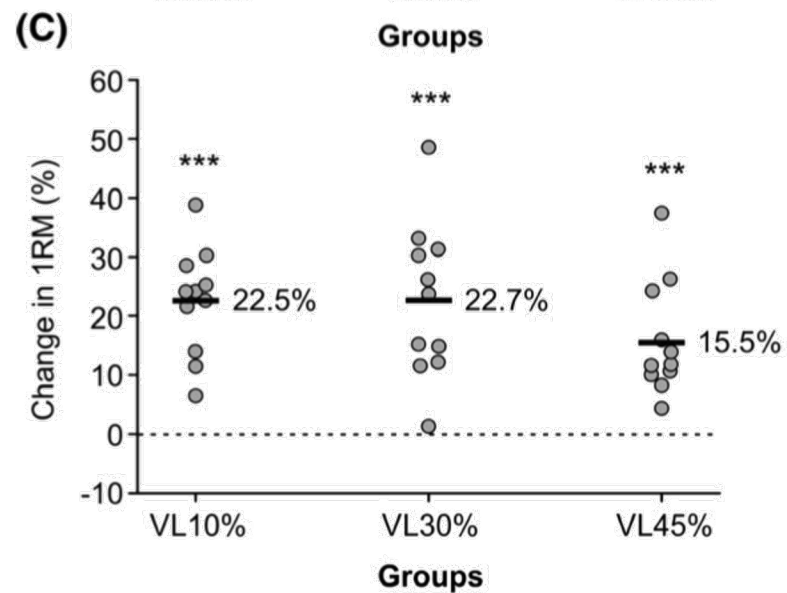


Aclaración: para los dos grupos de 30 y 45% de pérdida de velocidad (VL), la VL siguió una progresión del 20% al 30% para VL30% y del 20% al 45% para VL45%. Así, los VL promedio durante el programa de entrenamiento fueron $29,8 \pm 3,6\%$ y $42,1 \pm 7,0\%$ para VL30% y VL45%, respectivamente. Esta progresión se utilizó para evitar una sobrecarga excesiva y minimizar el riesgo de lesión al comienzo del programa de entrenamiento en estos grupos experimentales

Cambio porcentual individual y promedio en variables de rendimiento neuromuscular seleccionadas, contra diferentes cargas absolutas (30–80 kg) en el ejercicio de sentadilla completa



Tiempo de sprint de 20 m



Prueba de fatiga



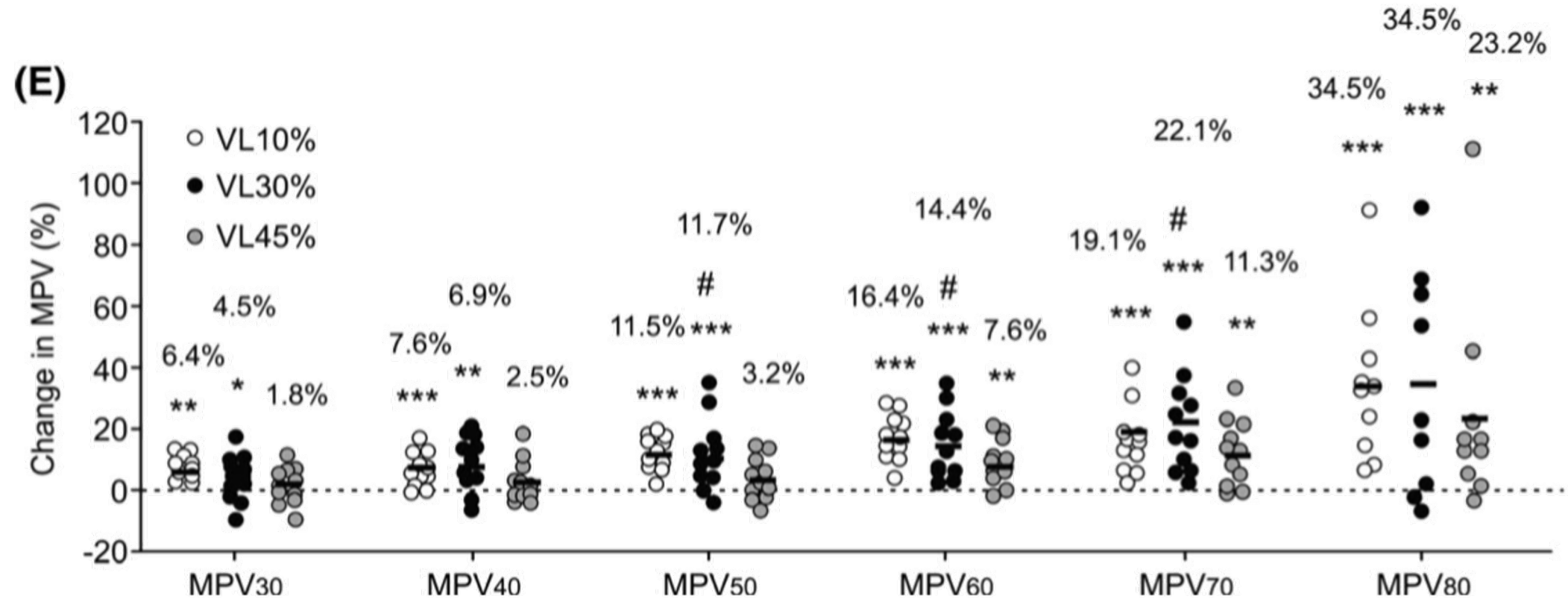
1RM estimado



Interacción "tiempo × grupo" estadísticamente significativa: # $p < 0.05$. Diferencias estadísticamente significativas respecto a VL45%† $p < 0.05$. Diferencias significativas intragrupo de Pre a Post: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Rodríguez-Rosell (2020)

Cambio porcentual individual y promedio en variables de rendimiento neuromuscular seleccionadas, contra diferentes cargas absolutas (30–80 kg) en el ejercicio de sentadilla completa



Velocidad alcanzada contra diferentes cargas absolutas (30–80 kg) en el ejercicio de sentadilla completa (E) para los grupos VL10%, VL30% y VL45%. Interacción "tiempo × grupo" estadísticamente significativa: # $p < 0.05$. Diferencias estadísticamente significativas respecto a VL45%† $p < 0.05$. Diferencias significativas intragrupo de Pre a Post:

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Coeficientes de correlación de Pearson para relaciones entre cambios relativos individuales en variables seleccionadas de entrenamiento y rendimiento

Variables	T10	T20	1RM	AV	AV >1	AV <1	Fatigue test	MTV	Rep
CMJ	−0.678***	−0.723***	0.292	0.498**	0.465**	0.411*	0.232	0.691***	−0.644***
T10		0.883***	−0.425*	−0.412*	−0.279	−0.399*	−0.406*	−0.369*	0.398*
T20			−0.435*	−0.468**	−0.356*	−0.441*	−0.475**	−0.427*	0.444*
1RM				0.797***	0.602***	0.831***	0.712***	0.427*	−0.344
AV					0.912***	0.872***	0.546***	0.612***	−0.478**
AV >1						0.654***	0.364*	0.621***	−0.442*
AV <1							0.540***	0.521**	−0.432*
Fatigue test								0.144	−0.158
MTV									−0.854***

Abreviaturas: 1RM: Repetición máxima en sentadilla completa; CMJ: altura de salto con contramovimiento; T10: tiempo de sprint de 10 m; T20: tiempo de sprint de 20 m; AV: MPV media alcanzada frente a todas las cargas absolutas comunes a las pruebas previas y posteriores en la prueba de carga progresiva de sentadilla; AV >1: MPV medio obtenido frente a cargas comunes que se levantaron a una velocidad superior a 1,00 m·s^{−1}; AV <1: MPV promedio alcanzado frente a cargas comunes levantadas a menos de 1,00 m·s^{−1}; MTV: velocidad media de entrenamiento para todas las repeticiones realizadas durante el entrenamiento; Rep: número total de repeticiones completadas durante el programa de entrenamiento.

Alternancia de Cargas (Contraste)



Aagaard (2003); Aagaard y col. (2002); Gullich y Schmidtbleicher (1996); Trimble y Harp (1998)

Mejoras en la preestimulación de la excitabilidad de las motoneuronas (mayor reclutamiento de unidades motoras, mejor sincronización o disminución en la inhibición presináptica)

Condiciones óptimas para trabajos de mayores requerimientos de velocidad.

Pääsuke y col. (1996); Sale (2002); Sweeney, Bowman y Stull (1993); Szczesna y col. (2002)

Fosforilación de la cadena ligera de la miosina kinasa debido a su activación tras la liberación de calcio sarcoplásmico a causa de la estimulación del músculo. Esto contribuiría a la interacción actina miosina liberando al calcio del retículo sarcoplásmático.

Frecuencia de entrenamiento de contraste complejo

	Características de la muestra		
	2 sesiones	3 sesiones	control
Edad (años)	21,9 +2,3	21,1 +1,9	21,3 +1,8
Altura	177,1 +7,5	171,9 +8,2	172,5 +5,8
Masa corporal	69,4 +7,6	62,7 +7,1	67,0 +5,0

Los criterios de inclusión del estudio fueron:

- Estudiantes universitarios,.
- Participación activa en deportes como parte del plan de estudios de su curso o en otras formas de actividad física durante un mínimo de cinco horas por semana,
- Tener un mínimo de un año de experiencia en entrenamiento y ser capaces de realizar todos los ejercicios incluidos en el protocolo de entrenamiento del estudio,
- No haber sufrido lesiones en las extremidades inferiores durante al menos seis meses antes de este estudio.

Los participantes fueron asignados aleatoriamente a cada grupo.

Sesiones de familiarización
Evaluaciones con una repetición máxima

Randomización

Una semana

Evaluación inicial

Entrenamiento de contraste
complejo
Tres veces por semana n= 15

Entrenamiento de contraste
complejo
Dos veces por semana, n= 15

Grupo Control
N = 15

Seis semanas

Evaluación post intervención

Programa de entrenamiento

	Ejercicios de alta carga y baja velocidad		Ejercicios de baja carga y alta velocidad	
	Ejercicios	Reps por serie	Ejercicios	Reps por serie
Semanas 1 y 2 65% de 1 RM	Sentadillas	15	Squad jump	6
	Peso muerto rumano	15	Kettebel swing	10
	Estocadas con barra	15	Flexiones de coxofemoral con barra	15 seg
	Press de banca	15	Extensiones de codos con despegue	6
Semanas 3 y 4 75% de 1 RM	Sentadillas	10	Squad jump	8
	Peso muerto rumano	10	Kettebel swing	10
	Estocadas con barra	10	Flexiones de coxofemoral con barra	20 seg
	Press de banca	10	Extensiones de codos con despegue	8
Semanas 5 y 6 85% de 1 RM	Sentadillas	6	Squad jump	10
	Peso muerto rumano	6	Kettebel swing	10
	Estocadas con barra	6	Flexiones de coxofemoral con barra	25 seg
	Press de banca	6	Extensiones de codos con despegue	10

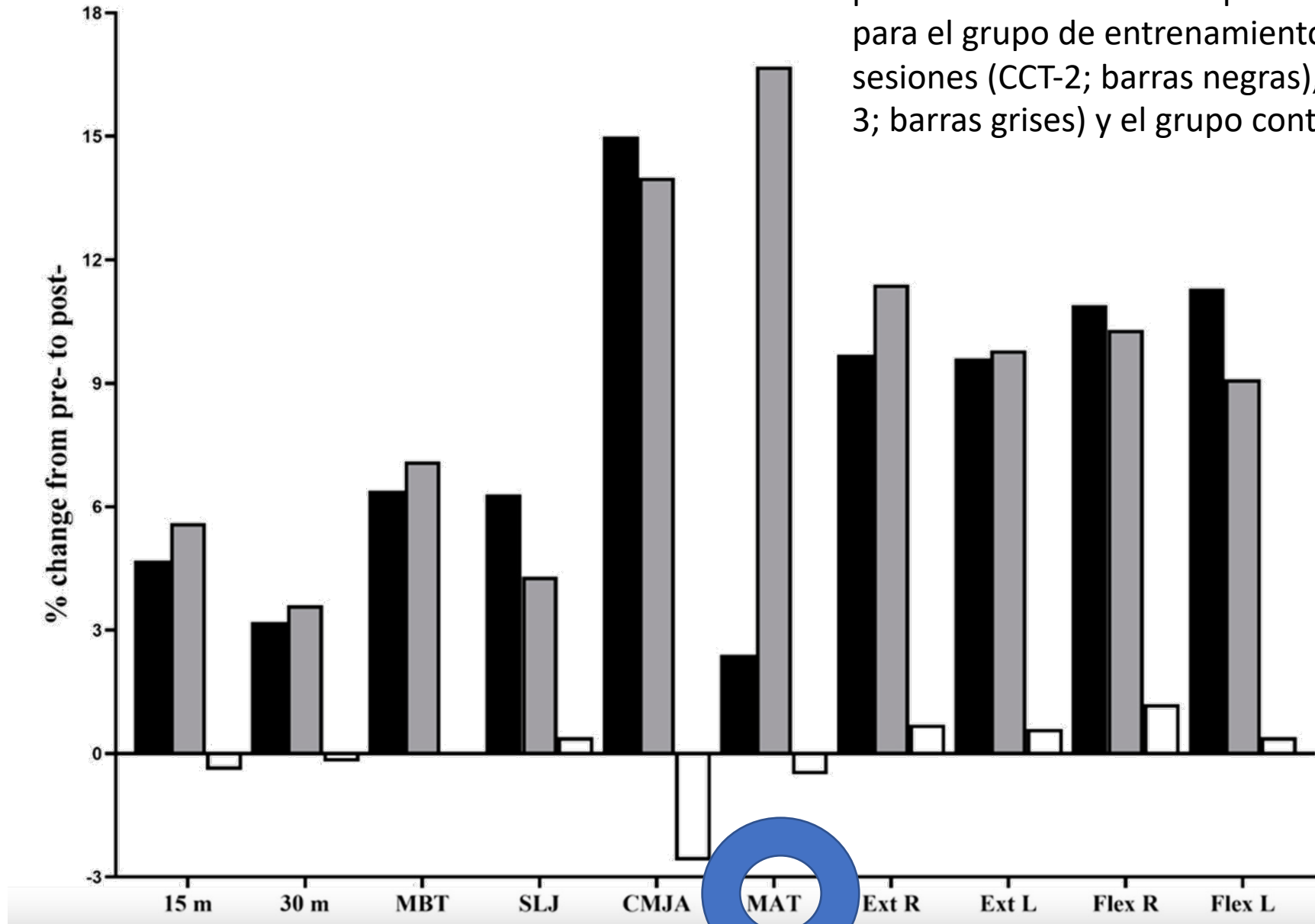
El grupo que realizó tres sesiones de entrenamiento por semana realizó 3 series. El grupo que realizó dos sesiones de entrenamiento por semana realizó 4 series por sesión, más una serie adicional distribuida equitativamente entre la primera y la segunda sesión de la semana



	Grupo de entrenamiento 2 veces por semana n = 15			Grupo de entrenamiento 3 veces por semana n = 15			Grupo control n= 15			
	Pre	Post		Pre	Post		Pre	Post		
	Med. desv	Med. desv	p-Value (g)	Med. desv	Med. desv	p-Value (g)	Med. desv	Med. desv	p-Value (g)	p-Value (ip2)
Velocidad										
15 metros sprint (s)	2,74 +0,14	2,61 +0,12	<0,001 (0,97)	2,88 +0,12	2,72 +0,11	<0,001 (1,35)	2,80 +0,2	2,81 +0,19	0,697 (0,05)	<0,001 (0,52)
30 metros sprint (s)	4,68 +0,23	4,53 +0,22	<0,001 (0,65)	4,77 +0,18	4,60 +0,20	<0,001 (0,87)	4,61 +0,30	4,62 +0,25	0,582 (0,04)	<0,001 (0,57)
Fuerza muscular										
Lanzamiento balón medicinal (m)	11,7 +1,5	12,4 +1,5	<0,001 (0,49)	10,1 +1,3	10,8 +1,4	<0,001 (0,52)	10,9 +1,4	10,9 +1,2	0,942 (0,00)	<0,001 (0,51)
Salto de longitud desde parado (m)	2,4 +0,1	2,6 +0,1	<0,001 (1,12)	2,4 +0,2	2,5 +0,2	<0,001 (0,63)	2,3 +0,2	2,3 +0,2	0,86 (0,05)	<0,001 (0,54)
Abalakov (cm)	44,5 +3,9	51,2 +4,2	<0,001 (1,61)	38,0 +4,1	43,4 +5,6	<0,001 (1,06)	37,5 +4,3	36,5 +3,4	0,104 (0,20)	<0,001 (0,70)
Velocidad con cambios de dirección										
T test modificado (s)	5,84 +0,20	5,70 +0,19	<0,001 (0,70)	6,39 +0,26	5,32 +0,37	<0,001 (3,26)	6,11 +0,32	6,14 +0,3	0,729 (0,09)	<0,001 (0,78)
Fuerza muscular										
Extensión de rodilla (derecha) (n/m)	168,9 +23	185,3 +27,3	<0,001 (0,63)	160,8 +58,4	179,1 +59	<0,001 (0,30)	177,7 +43,1	178,9 +42,5	0,413 (0,03)	<0,001 (0,69)
Extensión de rodilla (izquierda) (n/m)	170,0 +28,1	186,3 +30,4	<0,001 (0,54)	170,3 +57,4	187 +59,2	<0,001 (0,28)	181,7 +38	182,7 +37,9	0,407 (0,03)	<0,001 (0,73)
Flexión de rodilla (derecha) (n/m)	110,1 +26,4	122,1 +27,4	<0,001 (0,43)	102,1 +25,9	112,6 +28,8	<0,001 (0,37)	102,5 +26,6	103,7 +26,1	0,251 (0,04)	<0,001 (0,63)
Flexión de rodilla (izquierda) (n/m)	103,9 +20,6	115,6 +22,8	<0,001 (0,52)	100,9 +25,4	110,1 +26,1	<0,001 (0,35)	99,5 +23,2	99,9 +22,4	0,676 (0,02)	<0,001 (0,65)

Nota: Se realizó un nuevo análisis utilizando ANCOVA con las puntuaciones previas a la prueba como covariables para las variables con diferencias iniciales significativas (es decir, lanzamiento de balón medicinal, CMJ con empuje de brazo y prueba T de agilidad modificada) y se obtuvieron resultados similares (todos p < 0,001). g, g de Hedges; ip2, eta cuadrado parcial; N.m, Newton metros; PT, torque máximo; CMJ, salto con contramovimiento.

Cambios porcentuales en las variables dependientes entre las pruebas de intervención previas y posteriores al entrenamiento para el grupo de entrenamiento de contraste complejo de dos sesiones (CCT-2; barras negras), el grupo de tres sesiones (CCT-3; barras grises) y el grupo control (GC; barras blancas).



Efectos del entrenamiento de fuerza llevado hasta el fallo y no fallo sobre la fuerza muscular e hipertrofia (metanálisis)

¿DEBEMOS ENTRENAR AL
FALLO MUSCULAR?

**Adultos
Jóvenes**
(15 estudios)

El entrenamiento hasta el fallo muscular no parece ser necesario para ganar fuerza y tamaño muscular. Sin embargo, entrenar de esta manera tampoco parece tener efectos perjudiciales sobre estas adaptaciones.

Pero

Subgrupos

Entrenado / no entrenado

Volumen equiparado / volumen no equiparado

Tren superior / tren inferior

Poliarticulares / monoarticulares

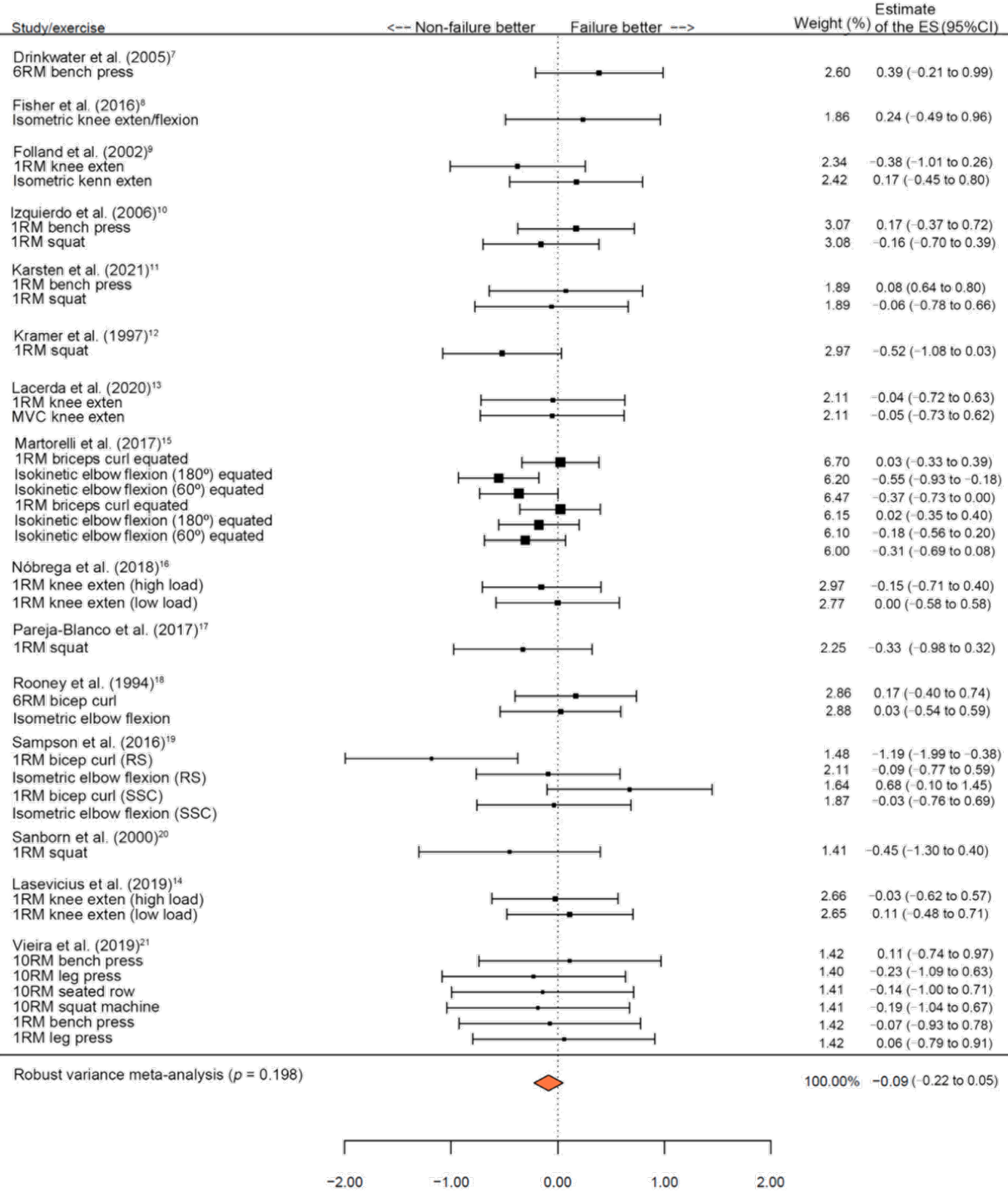
A favor de la hipertrofia llegar al fallo

A favor de la fuerza no llegar al fallo

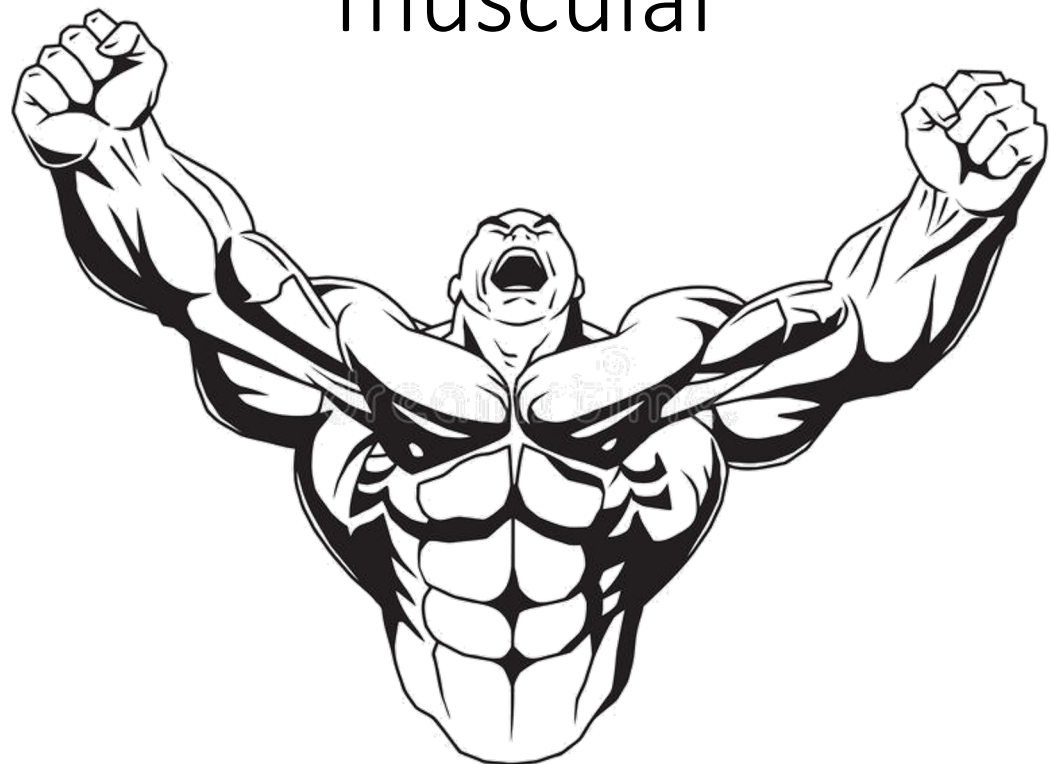
Efectos sobre la Fuerza



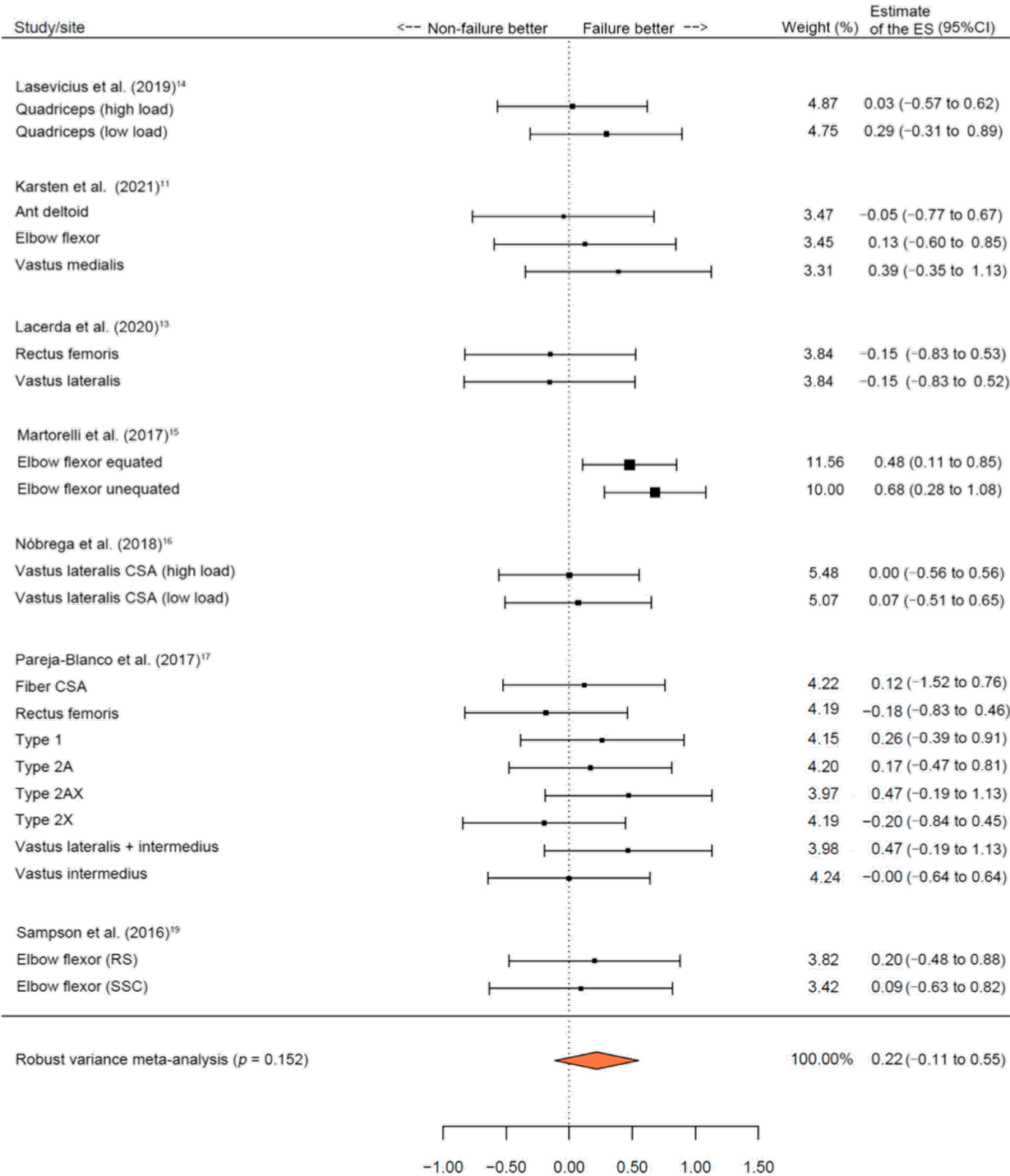
El diagrama de bosque del metanálisis de los efectos del entrenamiento hasta el fallo frente al no fallo en la fuerza muscular. El eje X denota la d de Cohen (ES) mientras que los bigotes denotan el IC del 95 %. a La suma de los porcentajes no es 100% debido al redondeo. IC del 95 % = intervalo de confianza del 95 %; ES = tamaño del efecto; MVC = contracción voluntaria máxima; RM = máximo de repeticiones; RS = velocidad rápida; SSC = ciclo de estiramiento-acortamiento.



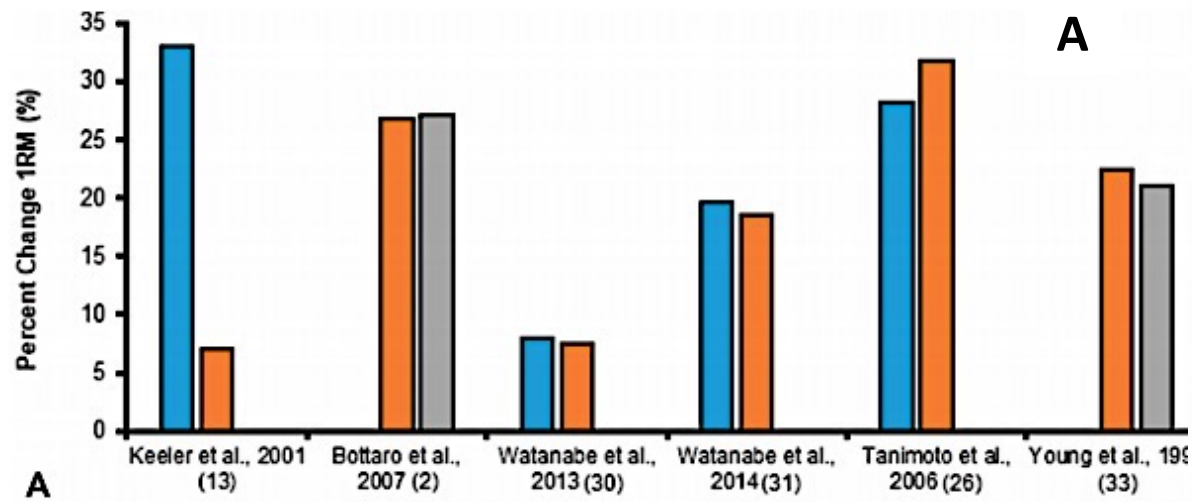
Efectos sobre la hipertrofia muscular



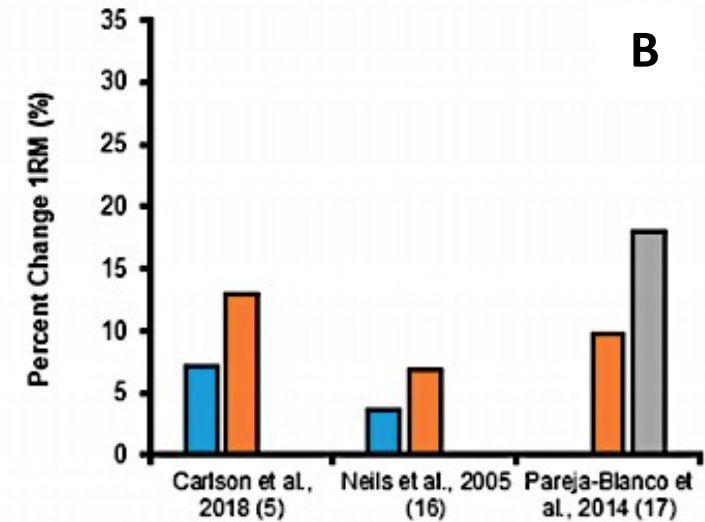
El diagrama de bosque del metanálisis sobre los efectos del entrenamiento hasta el fallo frente al no fallo en la hipertrofia muscular. El eje X denota la d de Cohen (ES) mientras que los bigotes denotan el IC del 95 %. a La suma de los porcentajes no es 100% debido al redondeo. IC del 95 % = intervalo de confianza del 95 %; CSA = área de la sección transversal; ES = tamaño del efecto; RS = velocidad rápida; SSC = ciclo de estiramiento-acortamiento.



Mejora porcentual en 1 repetición máxima (RM) de ejercicio de tren inferior (sentadillas, prensa de piernas o extensión de rodilla) después de un período de entrenamiento



A. 6 estudios con participantes no capacitados



B. 3 estudios con participantes capacitados.

SST Una fase (concéntrica y excéntrica) que dure ≥ 10 segundos, o una duración total de repetición de ≥ 14 segundos

SLT Una fase concéntrica y/o excéntricas que dure de 2 a 7 segundos y con una duración total de la repetición de 4 a 14 segundos

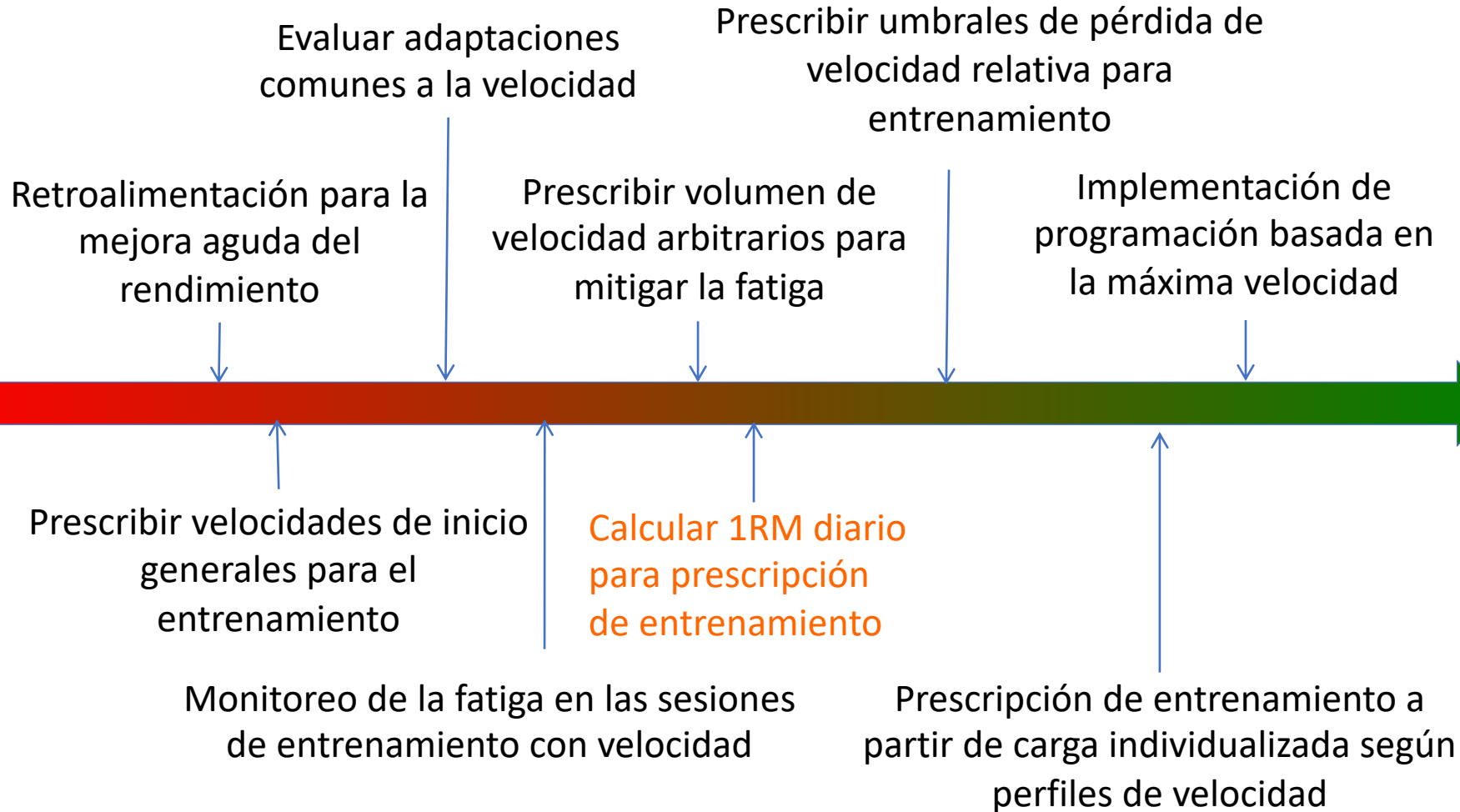
TT Duración de una repetición (fases concéntricas y excéntricas combinadas) de < 4 segundos

CONTINUIDAD DEL ENTRENAMIENTO BASADO EN EL CONTROL DE LA VELOCIDAD COMO ELEMENTO DE PROGRAMACIÓN

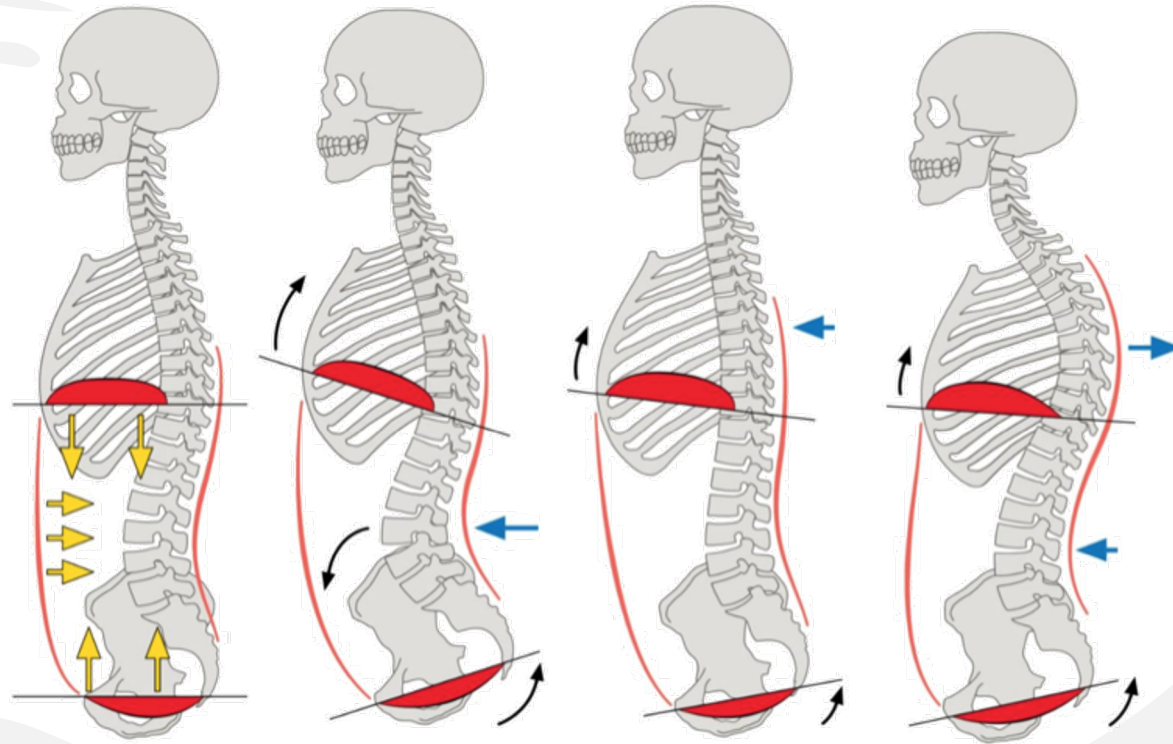


Menor uso de la velocidad

Mayor uso de la velocidad

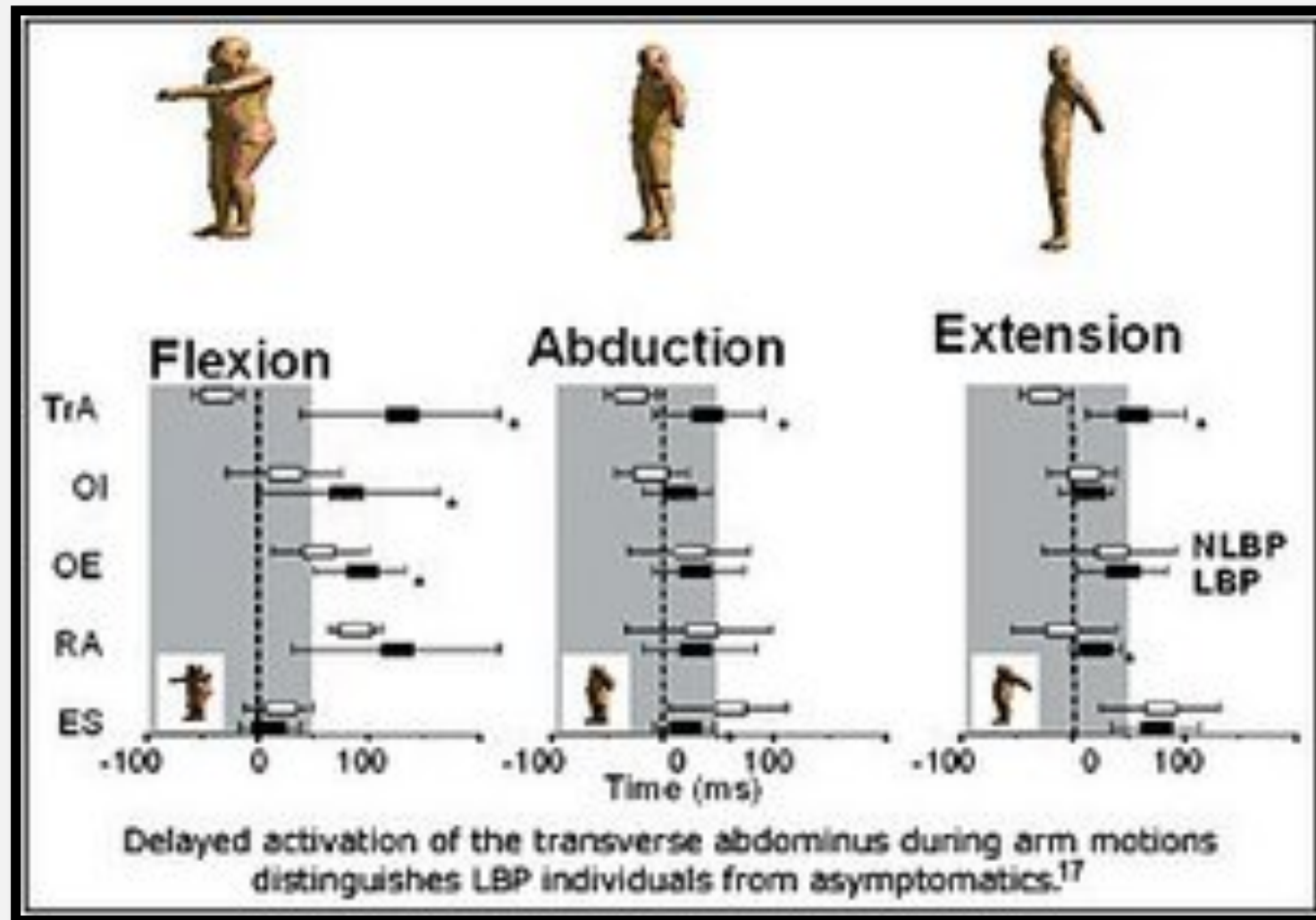


Lineamientos para el Entrenamiento de la zona media



TIEMPOS DE ACTIVACIÓN DE LOS MÚSCULOS DE LA PARED ABDOMINAL EN RELACIÓN AL MOMENTO DE LA ACTIVACIÓN DEL DELTOIDES

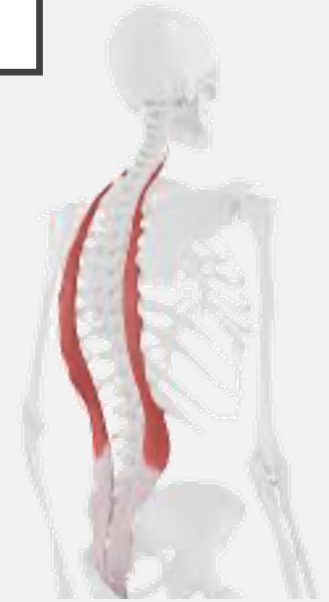
Tra = Transverso,
OI = Oblicuo
Interno,
OE = Oblicuo
Externo,
RA = Recto
Abdominal



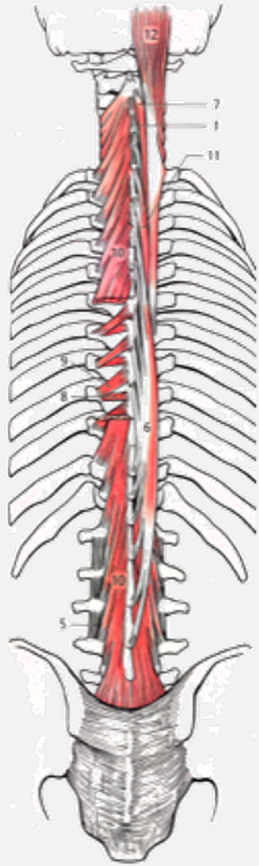
Hodges, P., Richardson, C. (1997)

SISTEMA MUSCULAR GLOBAL

CLASIFICACIÓN DE O'SULLIVAN (2000)

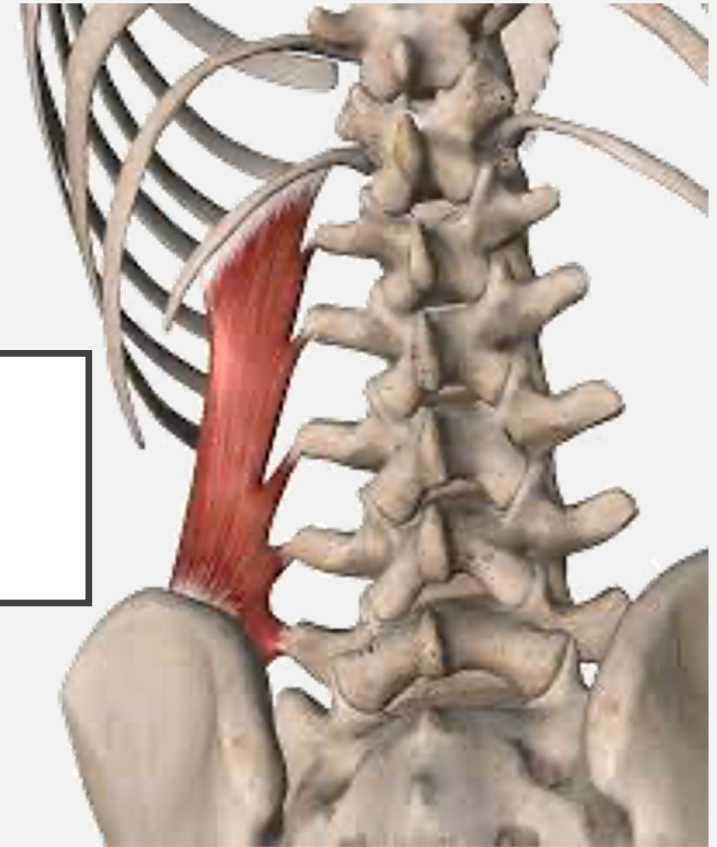


Producen movimientos a determinados niveles de fuerza que pueden afectar la orientación vertebral sin estar directamente conectado anatómicamente a una estructura vertebral, incluso apoyando la estabilización del tronco sin influencia segmentaria directa.



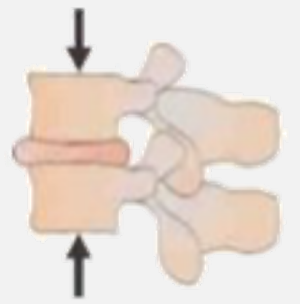
SISTEMA MUSCULAR LOCAL

CLASIFICACIÓN DE O'SULLIVAN (2000)



Consta de músculos cuya inserción y origen están unidos a la columna vertebral, controlando segmentos vertebrales únicos y siendo responsables de su estabilización.

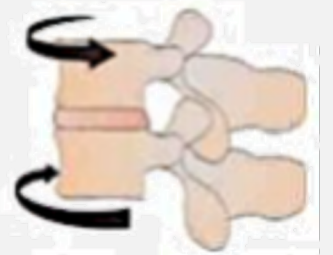
ESPACIO INTERVERTEBRAL



Fuerzas de cizallamiento son continuamente mencionadas como principal causa del daño del disco y el dolor de espalda

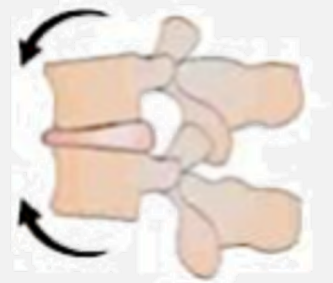
Rotación

- Los movimientos de rotación axial se restringen principalmente a través de las fibras del anillo fibroso (Krismer, Haid, Rabl, 1996)
- Solo alrededor del 50% producen torque para cada lado en la rotación (Hickey, Hukins, 1980)



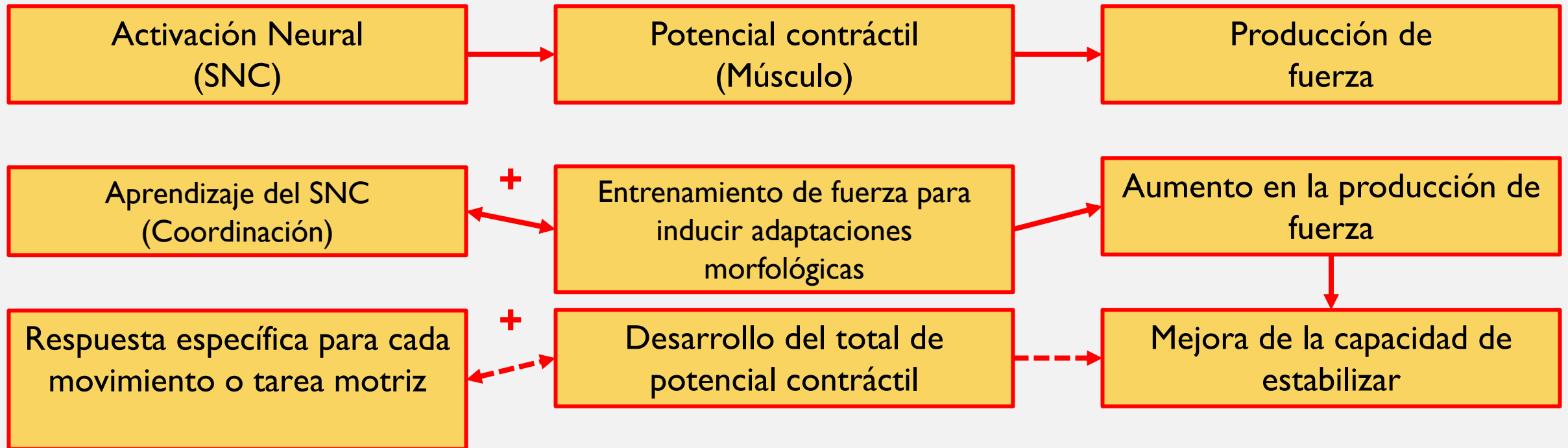
+ Flexión

- Las fibras comprimidas son las que actúan, por lo que, solo está disponible la mitad de las fibras para otorgar estabilidad mecánica a los segmentos intervertebrales, lo que resulta en un mayor riesgo de hernias discales (Hickey, Hukins, 1980).



El rango de movimiento no debe incrementarse mediante ejercicios de rotación del tronco, lo que disminuye la resistencia de los tejidos pasivos contra la rotación.

RELACIÓN ENTRE PRODUCCIÓN DE FUERZA Y ESTABILIDAD



Prueba de resistencia de flexores



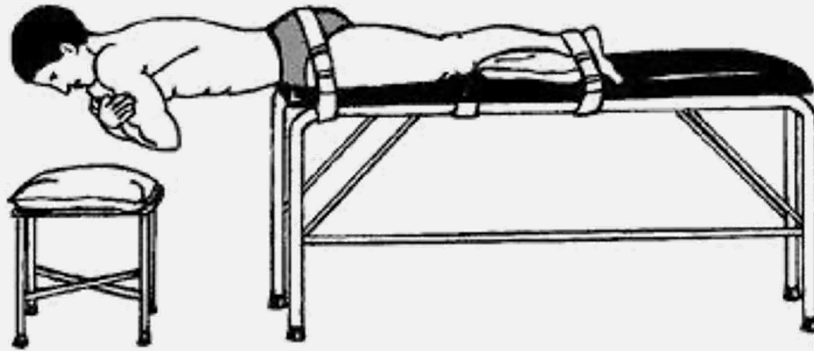
La prueba de resistencia de flexores incluye la adopción de una posición sentada con la espalda apoyada contra una plantilla en un ángulo de 55° de flexión, las caderas y las rodillas en 90° de flexión y los brazos cruzados sobre el pecho. La prueba comenzó cuando se sacó la plantilla de la espalda y finalizó cuando ya no se pudo mantener una postura neutra de la columna. Los pies estuvieron fijos durante toda la prueba. Cada participante realiza un total de 2 pruebas, una de las cuales fue una prueba de familiarización, con un período de descanso de 60 a 90 s. El tiempo de la prueba se registró en segundos mediante un cronómetro. Esta prueba se aplica para evaluar la resistencia central de los sujetos.

Prueba del puente lateral



Prueba del puente lateral. El sujeto debe apoyarse en una posición lateral con codo y pie en contacto con el suelo mientras levanta la cadera del piso para crear una línea recta a lo largo de su cuerpo (el pie superior se colocó delante del inferior). Las rodillas están en extensión. El brazo libre se sostuvo sobre el pecho con la mano colocada sobre el hombro opuesto. La prueba finalizó cuando se alteró la posición lateral o cuando la cadera cayó. Esta prueba se realizó tanto en el lado derecho como en el izquierdo. Cada participante realizó un total de 2 pruebas, una de las cuales fue una prueba de familiarización, con un período de descanso de 60 a 90 s. El tiempo de la prueba se registró en segundos mediante un cronómetro. Esta prueba se aplicó para evaluar la resistencia central de los sujetos.

Prueba de extensión de Biering Sorensen



La prueba de extensión de Biering-Sorensen incluye la estabilización de la pelvis, caderas y rodillas extendiendo la parte superior del cuerpo con el tren inferior fijado a una banca. Mientras se mantenía la posición del cuerpo el mayor tiempo posible, las manos se mantenían cruzadas sobre el pecho y sobre los hombros opuestos. La prueba finalizó cuando no se pudo mantener la posición plana. Las piernas se mantuvieron lo más rectas posible durante la prueba. Cada participante realiza un total de 2 intentos, una de las cuales fue una prueba de familiarización, con un período de descanso de 60 a 90 s. El tiempo de la prueba se registró en segundos mediante un cronómetro. Esta prueba se aplica para evaluar la resistencia central de los sujetos.

TEST DE ESTABILIDAD Y DE FUERZA RESISTENTE PARA LOS MÚSCULOS DEL TRONCO



- Mantener la posición inicial durante 60 segundos.
- Levantar brazo derecho durante 15 segundos.
- Colocar brazo derecho en el suelo.
- Levantar brazo izquierdo durante 15

- segundos.
- Colocar brazo izquierdo en el suelo.
- Levantar pierna derecha durante 15 segundos.
- Apoyar pierna derecha en el suelo.

TEST DE ESTABILIDAD Y DE FUERZA RESISTENTE PARA LOS MÚSCULOS DEL TRONCO

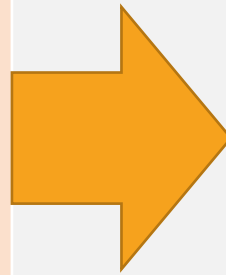


- Levantar pierna izquierda durante 15 segundos.
- Apoyar pierna izquierda en el suelo y levantar misma pierna y brazo derecho a la vez durante 15 segundos.
- Apoyar pierna izquierda y brazo derecho en el suelo.
- Levantar pierna derecha y brazo izquierdo durante 15 segundos.
- Regresar a la posición básica inicial y mantener 30 segundos.

ESTABILIZACIÓN

Drawing (Paul Hodges)

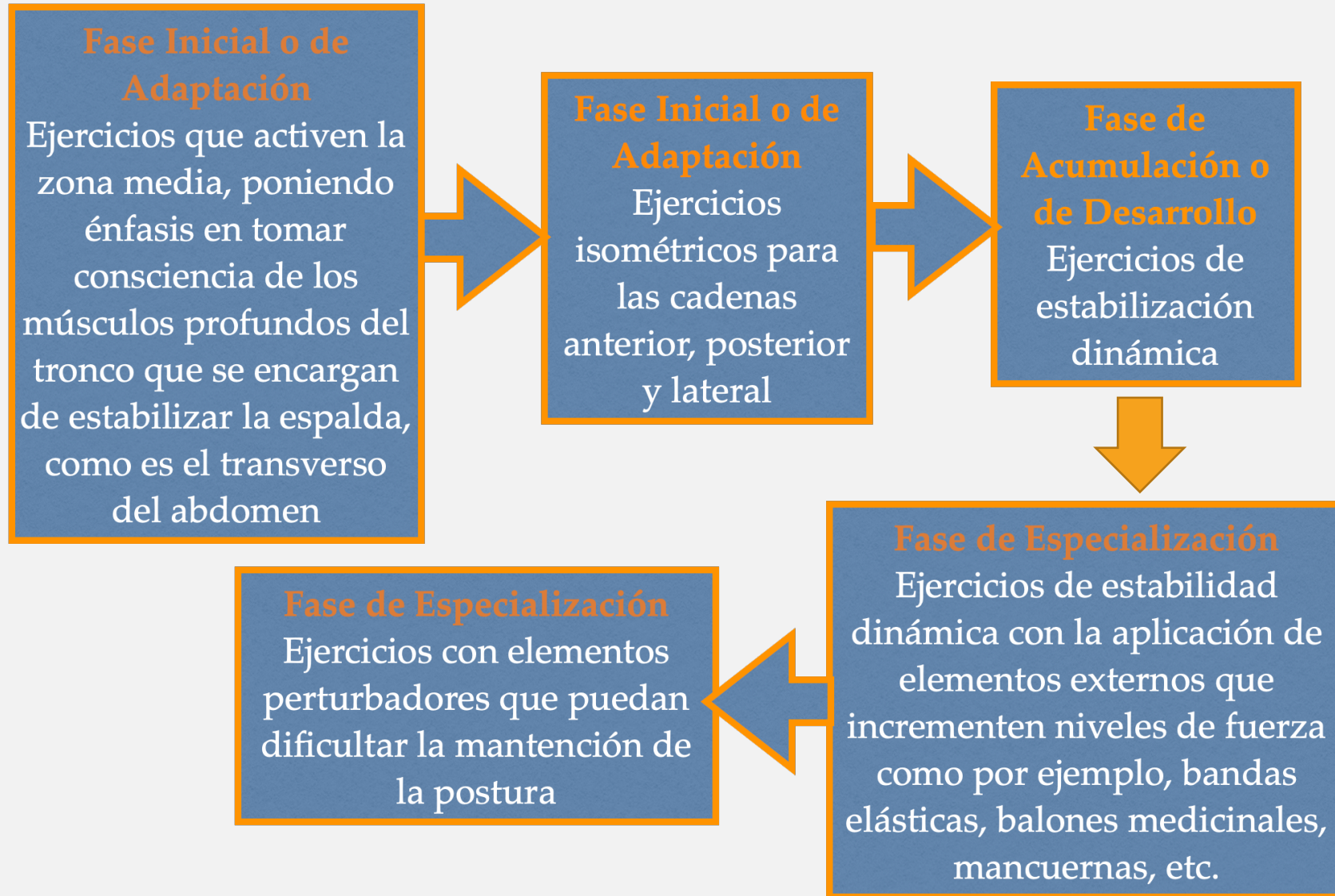
- **Activación de la musculatura profunda:** Transverso abdominal, oblicuo interno y multifidos. Mínima activación de la musculatura superficial (recto anterior abdominal)
- **“Tirar del vientre hacia la columna”** (hundir el ombligo).
- Fortalecimiento transverso y oblicuo interno. Reducción sección transversal del abdomen.
- Apoyo del entrenamiento de los pequeños músculos a través de ejercicios en decúbito supino.
- **Es más efectiva en incrementar la rigidez de la articulación sacroiliaca** (Richardson y Hodges, 2004)



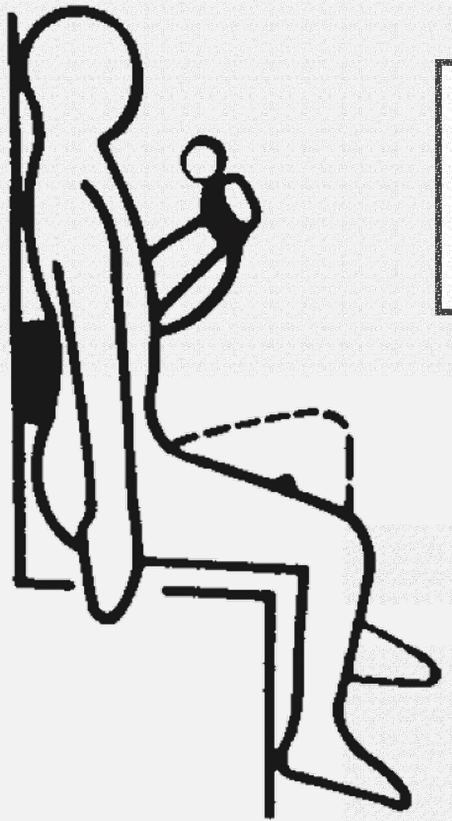
Bracing (Stuart McGill)

- **Contracción global.** Activación de musculatura profunda y superficial, flexora y extensora del tronco: transverso abdominal, oblicuo interno, multifidos, recto abdominal, oblicuo externo y erector espinal.
- **“Co-contracción de todos los músculos abdominales”.**
- Endurecimiento de la pared abdominal y musculatura erectora del tronco. Disminución del perímetro de cintura.
- Entrenamiento del CORE funcional.
- **Es más efectiva en estabilización lumbar** (McGill, 2004; Grenier, 2007; Vera García, 2007; Stanton, 2008)

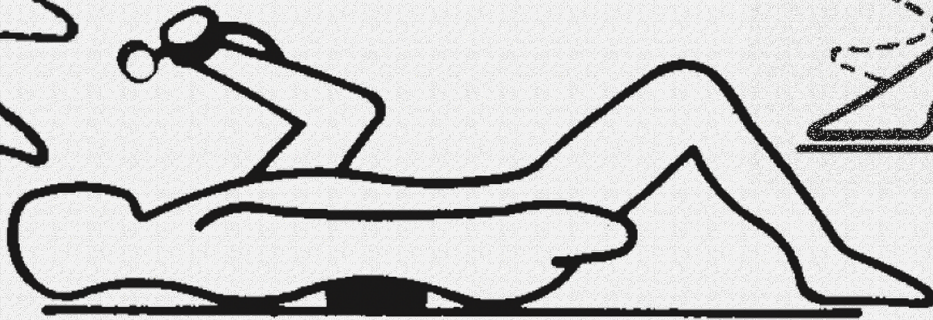
PROPUESTA DE PERIODIZACIÓN EN EL ENTRENAMIENTO DEL CORE



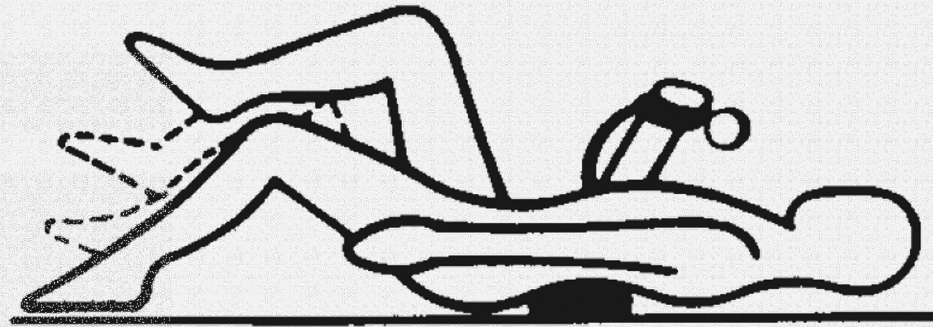
PRESIÓN SOBRE EL APARATO DE BIOFEEDBACK EN DISTINTAS POSICIONES



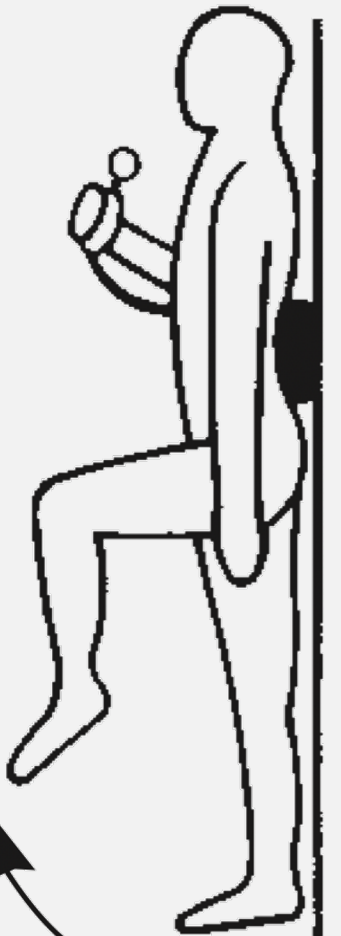
48 a 50 mm hg



40 mm hg



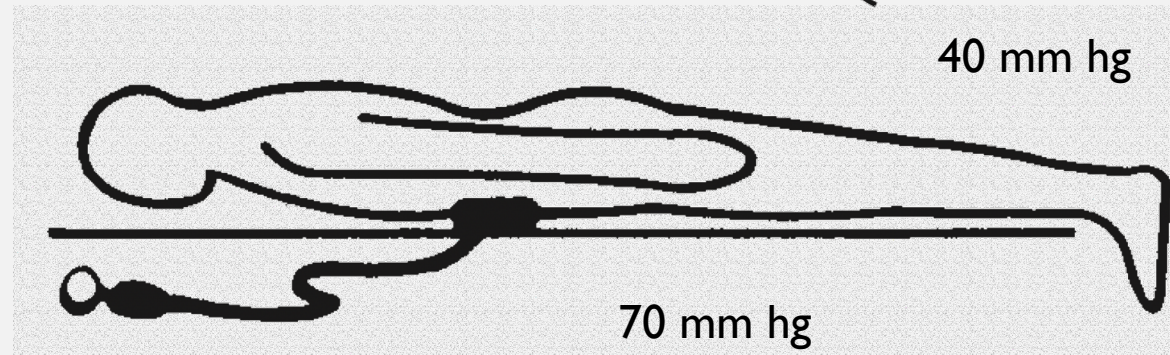
40 mm hg



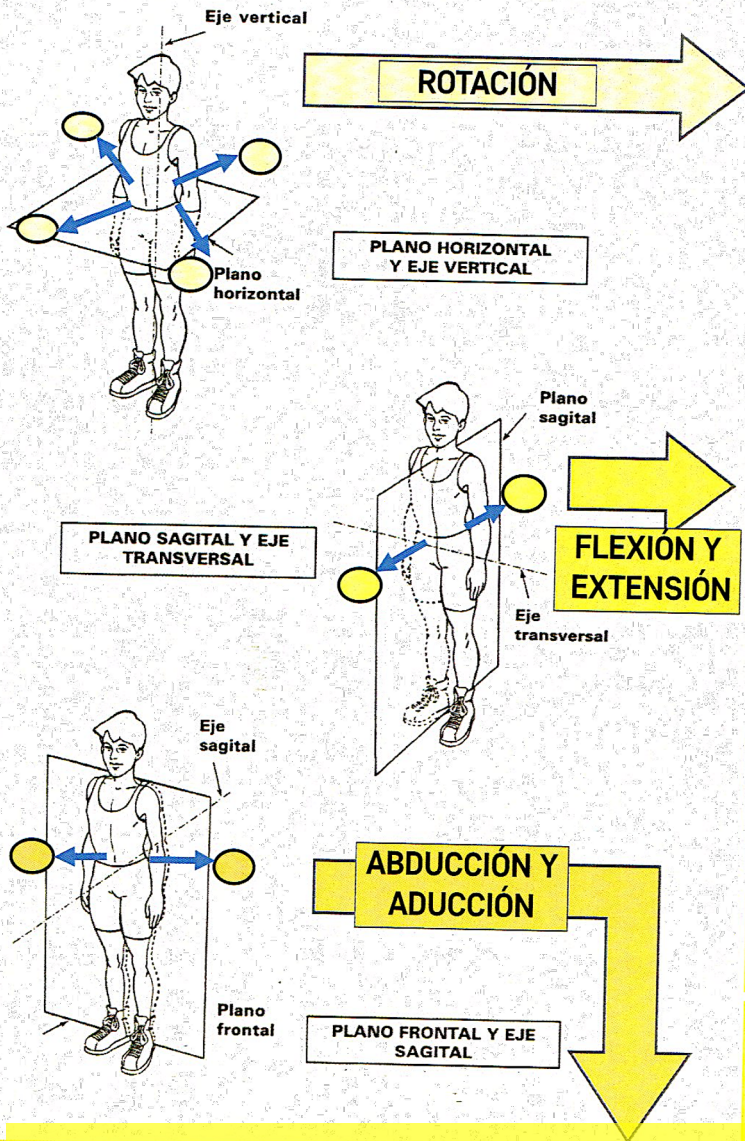
40 mm hg



40 mm hg



70 mm hg



Core Anti Rotación (vector de fuerza diagonal)

1. Entrena la resistencia muscular del CORE a rotar la columna hacia un lado.
2. Contrarrestando el vector de fuerza en plano horizontal (diagonal, lateral anterior o lateral posterior).
3. Oponiéndose a la rotación del eje longitudinal (vertical)

Core Anti Flexión (vector de fuerza anterior)

1. Entrena la resistencia muscular del CORE a flexionar la columna hacia adelante.
2. Contrarrestando el vector de fuerza en el plano sagital (longitudinal o antero – posterior) anterior.
3. Oponiéndose a la flexión generada a través del eje transversal.

Core Anti Extensión (vector de fuerza posterior)

1. Entrena la resistencia muscular del CORE a extender la columna hacia atrás.
2. Contrarrestando el vector de fuerza en el plano sagital (longitudinal o antero – posterior) posterior.
3. Oponiéndose a la extensión generada a través del eje transversal.

Core Anti - Flexión Lateral (vector de fuerza lateral)

1. Entrena la resistencia muscular del CORE a inclinar la columna lateralmente hacia un lado.
2. Contrarrestando el vector de fuerza en el plano frontal hacia lateral.
3. Oponiéndose a la inclinación generada en el eje sagital

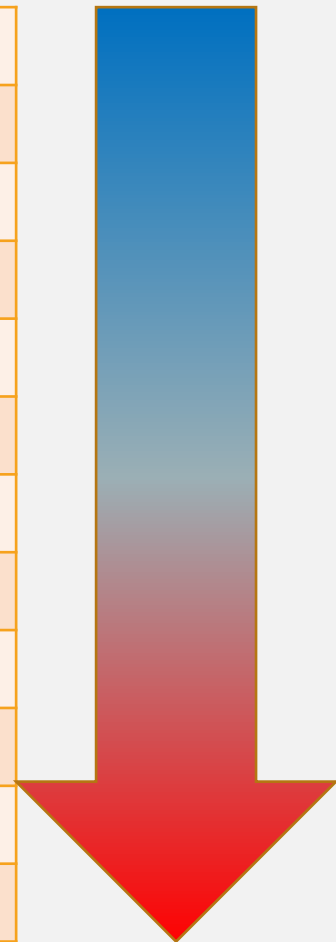
Extraído del libro
 “Entrenamiento actual del
 CORE” de Del Castillo
 (2020)

POSICIONES PARA EJECUCIÓN DE PRESS PALLOF

Sentado	Los pies están plantados en el suelo, los dedos de los pies apuntando hacia adelante Las rodillas están flexionadas a 90° La parte superior del cuerpo se mantiene erguida con la cabeza en una posición neutral
Arrodillado	La rodilla trasera se coloca en el suelo para ayudar a la estabilidad. La rodilla delantera está flexionada a 90° y está alineada con el pie delantero Asegure una posición neutral de la columna vertebral con la cabeza en una posición neutral
1/4 de sentadilla	Los pies están separados al ancho de los hombros, los dedos de los pies apuntando hacia adelante. La posición atlética se mantiene con las rodillas sobre los dedos de los pies. Asegúrese de que la musculatura del tronco esté sujeta, manteniendo una posición neutra de la columna
Posición de estocada	La posición de estocada se mantiene con la rodilla trasera levantada del suelo. Los dedos de los pies apuntando directamente hacia adelante con la rodilla delantera flexionada a 90° La parte superior del cuerpo se mantiene erguida con la musculatura del tronco sujeta
Parte superior del cuerpo	Movimiento controlado lento para cada repetición. Asegúrese de que las muñecas se mantengan en punto muerto en la posición de palanca larga. Inhale en la posición inicial y exhale al regresar.

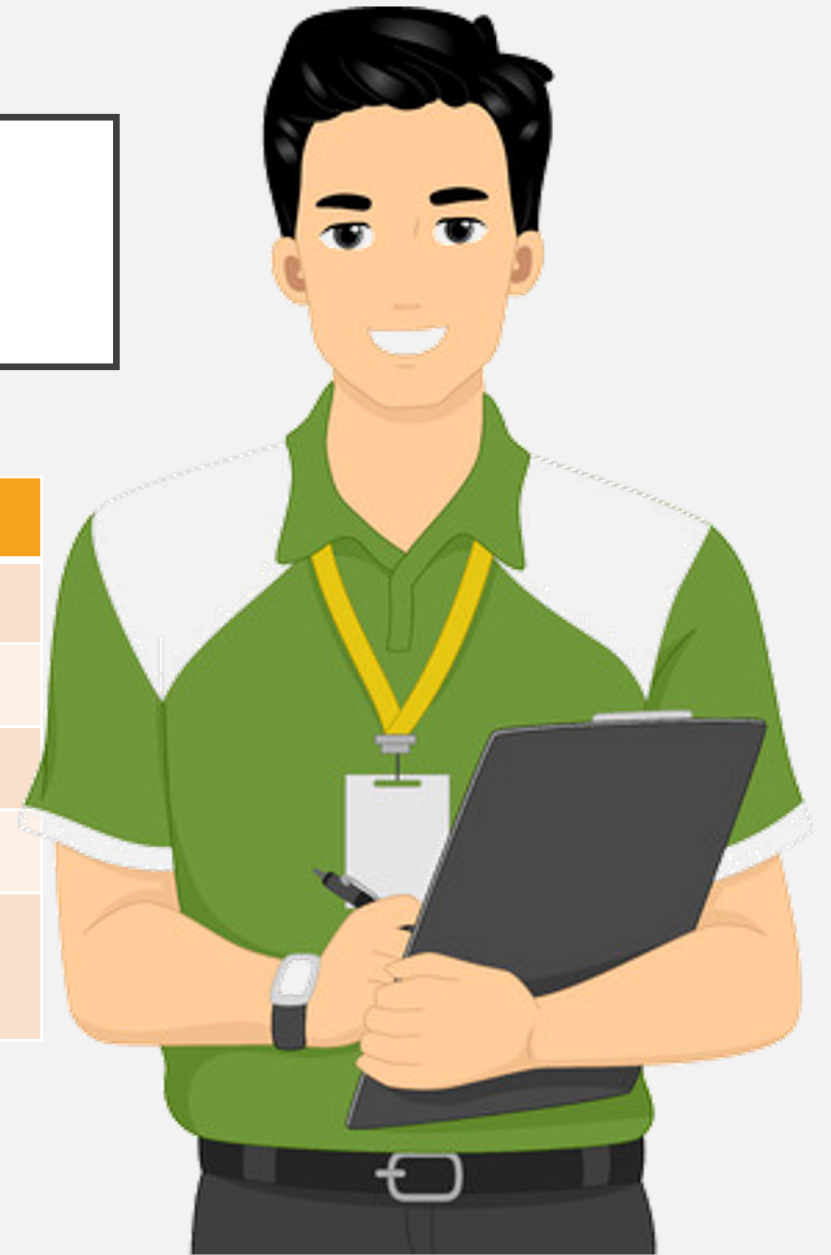
PROPUESTA DE PROGRESIÓN

Iniciantes	1	Palanca dinámica sentada
	2	Palanca larga sentada (mantención isométrica de 3 segundos)
	3	Palanca dinámica semiarrodillada (Figura 4-5)
Intermedio	4	Palanca larga en posición semiarrodillada (mantención isométrica de 3 segundos)
	5	¼ de sentadilla con palanca dinámica
	6	Palanca larga en posición de ¼ de sentadilla (mantención isométrica de 3 segundos)
Avanzado	7	Palanca dinámica en posición de estocada
	8	Palanca larga en posición de estocada (mantención isométrica de 3 segundos)
	9	Palanca larga en posición de estocada (mini círculos de 4 segundos)
Avanzado (intervención del instructor)	10	Palanca dinámica en sentadilla (intervención del instructor)
	11	Palanca dinámica en estocada (intervención del instructor)
	12	Palanca larga en estocada (mantención isométrica) (intervención del instructor)



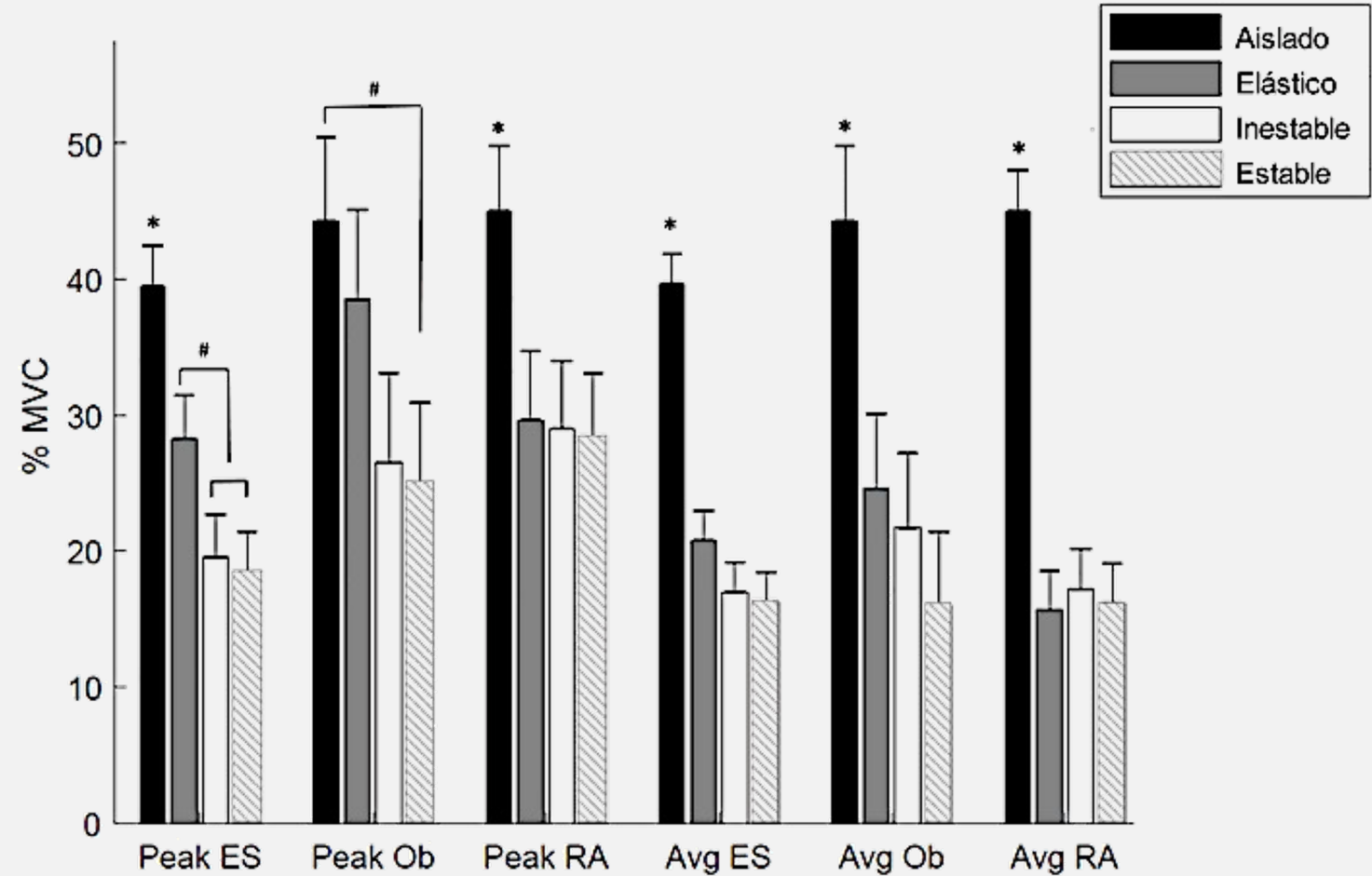
PROPUESTA DE PROGRAMACIÓN

	Iniciante	Intermedio	Avanzado
Nivel	1 - 3	4 - 6	7 - 12
Repeticiones	6 - 10	8 - 12	12 - 15
Series	2	3	3
Densidad	1:1	1:1	1:1
Frecuencia semanal	2 a 3 veces	2 a 3 veces	2 a 3 veces



ACTIVIDAD ELECTROMIOGRÁFICA DE ALGUNOS MÚSCULOS DE LA ZONA MEDIA EN VARIACIONES DE PLANCHAS Y ESTOCADAS

Participantes: 21 mujeres
entrenadas
recreativamente y sanas



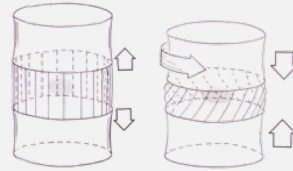
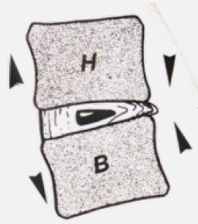
Actividad muscular máxima normalizada y la media (media $\pm$ SD) en los diferentes ejercicios.

Algunas consideraciones

- La actividad EMG en posición de pie se sitúa en torno al 2 a 4% de la contracción voluntaria máxima (Menayo, 2017)
- Los niveles bajos – moderados de co-activación muscular son capaces de generar niveles de rigidez suficientes para asegurar la estabilidad del raquis en personas sin patologías raquídeas (Juker, McGill, 1998; Vera García y col., 2006, 2007, 2008)
- Akuthota en el 2008 (citando a Cholewicki, 1999) expone los siguientes valores:
- 5% de la contracción voluntaria máxima para actividades de la vida diaria.
- 10% de la contracción voluntaria máxima para actividades de mayor intensidad.
- No es necesario un entrenamiento cuyo objetivo sea lograr niveles altos de fuerza, sino más bien, que todos los músculos del tronco participen de manera coordinada en la ejecución de determinado movimiento. Kavcic, Cholewicki, 2003; Grenier, 2007

- Los músculos del CORE son estabilizadores y frenos, no motores o aceleradores.
- Tienen un rol de protección en el movimiento, no lo crean.





Lineamientos

(Del Castillo 2020)



Alto Riesgo	Riesgo Medio	Bajo Riesgo
No recomendados. Eliminar • Combinan flexión + rotación lumbar. • Combinan grandes niveles de fuerza + velocidad lumbar.	“No para todos” Volumen moderado. Analizar deporte y deportista. Excluir en sujetos con patologías discales, osteoporosis, o diastásis recto abdominal. Máximo 25% del trabajo de CORE. Pequeña movilidad lumbar controlada.	Recomendados • Estáticos. • Cambios de peso. • Antimovimiento.

DISPOSITIVOS CON AGUA (WATERBAG)



EFFECTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE WATERBAG SOBRE LA ACTIVIDAD MUSCULAR DE LOS MÚSCULOS CENTRALES Y DE LAS EXTREMIDADES INFERIORES DURANTE 3 EJERCICIOS



Muestra:

20 sujetos (10 damas y 10 varones)

Edad: $21,1 \pm 1,5$ años

Estatura: $175,8 \pm 8,9$ cm

Masa corporal: $68,4 \pm 9,6$ kilos

Wezenbeek y col. (2022)

SENTADILLAS

Se pidió a los participantes que se agacharan hasta una posición de flexión de rodilla de 60° con los pies colocados ligeramente más anchos que el ancho de los hombros y los dedos de los pies apuntando hacia adelante. El palo de madera o waterbag se colocó detrás del cuello, apoyado sobre el músculo trapecio superior mediante un agarre en pronación. Los sujetos descendieron flexionando las caderas y las rodillas después de iniciar el ejercicio realizando una inclinación pélvica anterior, sin (demasiada) inclinación del tronco hacia adelante. Se instruyó a los sujetos para que realizaran este ejercicio a un ritmo correspondiente a las fases de 2 segundos hacia abajo (excéntrica) y 2 segundos hacia arriba (concéntrica).



Exercise	Muscle	Condition	Percentage of MVC, Mean (SD)	P value	Mean difference	Cohen d	95% CI	
							Lower bound	Upper bound
Squat	LES	AB	20 (10)	<.001	0.034	0.42	0.021	0.047
		Stick	16 (9)					
	EO	AB	13 (9)	.034	0.019	0.23	0.002	0.036
		Stick	11 (8)					
	GME	AB	10 (6)	.257	-0.019	0.23	-0.052	0.015
		Stick	12 (11)					
	GMA	AB	11 (8)	.644	0.005	0.13	-0.018	0.029
		Stick	10 (7)					
	BF	AB	12 (12)	.274	0.009	0.00	-0.008	0.025
		Stick	12 (13)					
	RF	AB	31 (22)	.493	0.011	0.04	-0.022	0.045
		Stick	30 (25)					

Nota: El valor de p en negrita indica significación estadística, $p < 0,05$, después de las correcciones de Bonferroni. Los valores de Cohen d representan un efecto de condiciones intermedias de pequeño a mediano para la actividad muscular normalizada significativamente diferente del LES y EO durante el ejercicio de sentadilla.

SUBIDA AL CAJÓN

Los sujetos ubican el palo de madera o waterbag detrás del cuello, descansando sobre el músculo trapecio superior usando un agarre en pronación. Se indicó a los participantes que subieran, con su pierna dominante, a una caja baja (30,5 cm) o alta (40,2 cm), según su altura (corte = 175 cm), comenzando desde una posición neutral (apoyo bilateral y pies separados al ancho de los hombros). Se ordenó que esta fase de subida concéntrica se ejecutara en un período de tiempo de 2 segundos, extendiendo con fuerza la pierna de trabajo después de la subida y simultáneamente llevando la otra pierna a una posición controlada y estable de flexión de cadera y rodilla de 90°, lo que Los participantes también tuvieron que aguantar durante 2 segundos. La recopilación de datos EMG se realizó exclusivamente durante estas fases de avance y mantenimiento.



Exercise	Muscle	Condition	Percentage of MVC, Mean (SD)	P value	Mean difference	Cohen d	95% CI	
							Lower bound	Upper bound
Step-up	LES	AB	15 (10)	.003	0.025	0.20	0.010	0.041
		Stick	13 (10)					
	EO	AB	20 (17)	.046	0.024	0.19	0.000	0.048
		Stick	17 (14)					
	GME	AB	30 (17)	.205	0.027	0.13	-0.016	0.069
		Stick	28 (13)					
	GMA	AB	19 (10)	.051	0.023	0.33	0.000	0.046
		Stick	16 (8)					
	BF	AB	20 (15)	.008	0.030	0.21	0.009	0.051
		Stick	17 (13)					
	RF	AB	22 (19)	.069	0.38	0.25	-0.003	0.079
		Stick	18 (12)					

Nota: El valor de p en negrita indica significación estadística, $p < 0,05$, después de las correcciones de Bonferroni. Los valores de Cohen d representan un pequeño efecto de condiciones intermedias para la actividad muscular normalizada significativamente diferente del LES, EO y BF durante el ejercicio incremental.

ESTOCADA HACIA ADELANTE

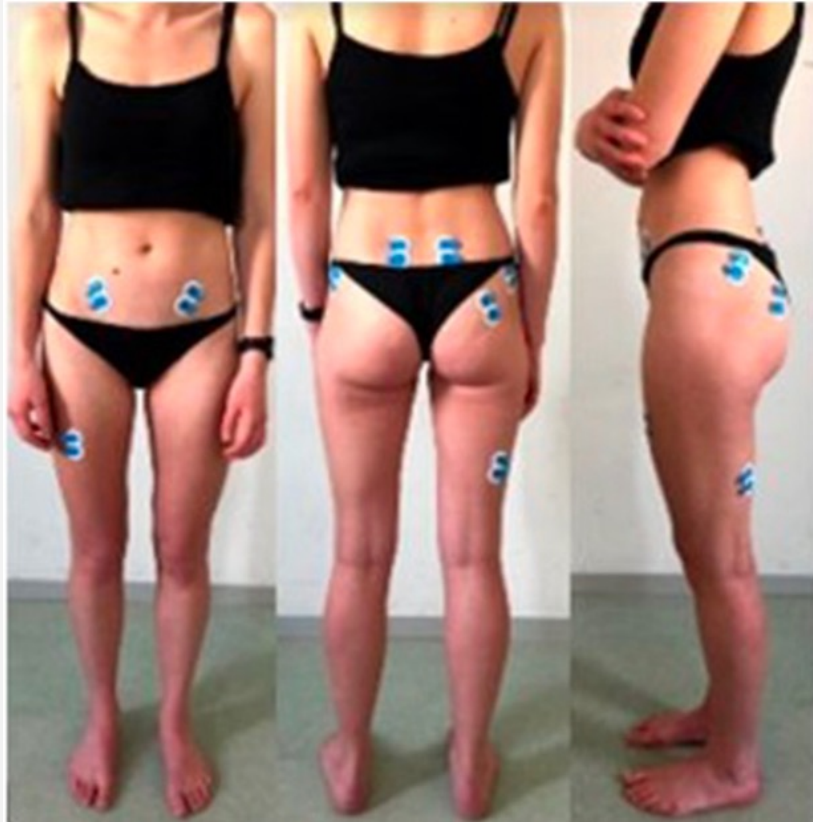
El palo de madera o el waterbag se colocó detrás del cuello, apoyado sobre el músculo trapecio superior mediante un agarre en pronación. Se instruyó a los sujetos a realizar una estocada hacia adelante con la pierna dominante para alcanzar una posición de flexión de rodilla de 90° tanto en la pierna delantera como en la trasera, comenzando desde una posición neutral con ambos pies colocados al ancho de los hombros. Durante la estocada, los sujetos debían mantener ambos pies paralelos, los dedos apuntando hacia adelante y el pie trasero permaneciendo en la posición inicial. El ritmo de esta estocada hacia adelante se estableció correspondiente a fases excéntrica (descenso) y concéntrica (ascenso) de 4 segundos cada una.



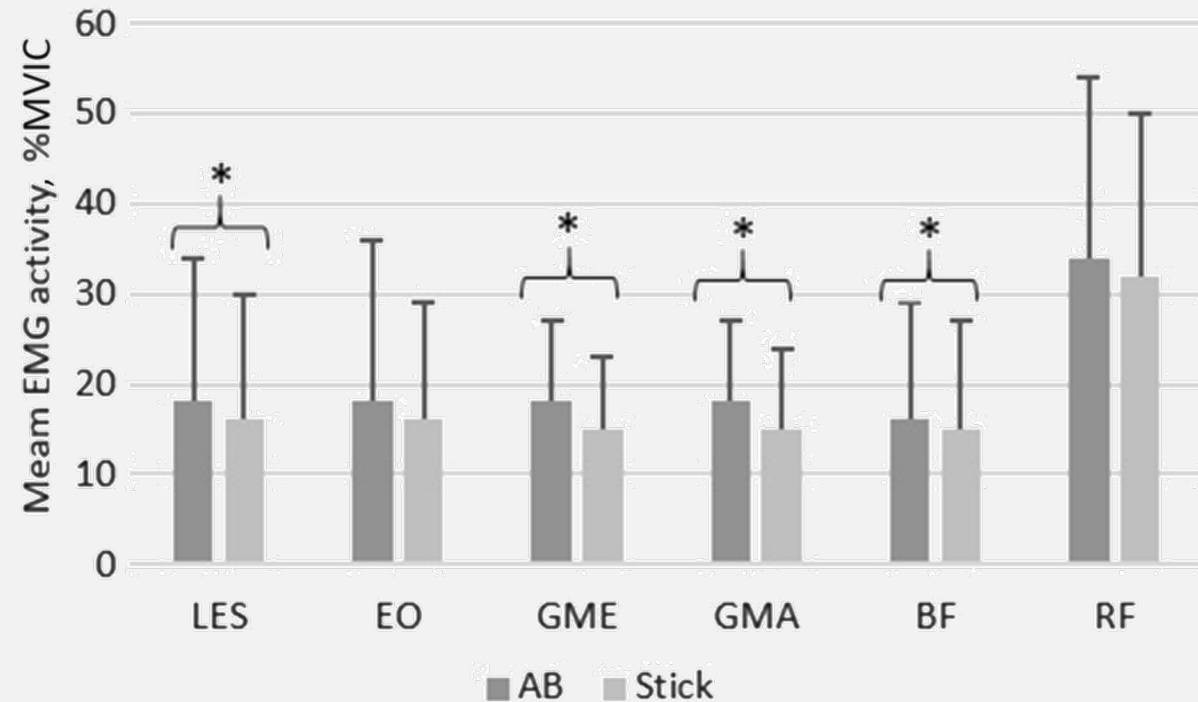
Exercise	Muscle	Condition	Percentage of MVC, Mean (SD)	P value	Mean difference	Cohen d	95% CI	
							Lower bound	Upper bound
Lunge	LES	AB	18 (16)	.001	0.023	0.13	0.010	0.035
		Stick	16 (14)					
	EO	AB	18 (18)	.071	0.025	0.13	-0.002	0.052
		Stick	16 (13)					
	GME	AB	18 (9)	<.001	0.024	0.35	0.013	0.035
		Stick	15 (8)					
	GMA	AB	18 (9)	.010	0.023	0.33	0.006	0.039
		Stick	15 (9)					
	BF	AB	16 (13)	.008	0.017	0.08	0.005	0.029
		Stick	15 (12)					
	RF	AB	34 (20)	.082	0.018	0.15	-0.002	0.038
		Stick	32 (18)					

Nota: el valor de p en negrita indica significación estadística, $p < 0,05$, después de las correcciones de Bonferroni. Los valores de Cohen d representan un efecto de condiciones intermedias de pequeño a mediano para la actividad muscular normalizada significativamente diferente del LES, GME, GMA y BF durante el ejercicio de estocada.

ESTOCADA DE FRENTE



Colocación del electrodo de superficie



Activación EMG normalizada de LES (erector de la columna), EO (oblicuo externo), GME (glúteo medio), GMA (glúteo mayor), BF (bíceps femoral) y RF (recto femoral) durante el ejercicio de estocada, realizado con waterbag y un palo de madera. MVC, contracción isométrica voluntaria máxima; *Diferencia significativa ($P < 0,05$).

ACTIVIDAD MUSCULAR DURANTE EL LEVANTAMIENTO DE ENVIÓN CUANDO SE REALIZA CON UNA BARRA, UN SACO DE ARENA Y UNA BOLSA DE AGUA CON LA MISMA CARGA ABSOLUTA.

Participantes:

Jóvenes universitarios varones en forma ($n=21$; edad: $25 \pm 2,66$ años; altura: $180,71 \pm 5,42$ cm; masa corporal: $80,32 \pm 9,8$ kg; porcentaje de grasa corporal: $12,41 \pm 3,56$ %) participaron voluntariamente en este estudio. Los participantes tenían un mínimo de un año de experiencia en entrenamiento de fuerza, realizando al menos dos sesiones por semana de intensidad moderada a vigorosa. Además, los participantes debían estar familiarizados con el ejercicio de envión.



CARACTERÍSTICAS DE LA INTERVENCIÓN

Familiarización

2 sesiones 48 y 72 horas antes de la recolección de datos para el estudio, practicaron los tres ejercicios hasta que el investigador consideró que estaban siendo ejecutados de manera correcta y los participantes se sentían conformes con su desempeño.



Parte inicial:

Protocolo: ligero calentamiento donde cada participante realizó cinco minutos de ejercicios de movilidad sin movimientos balísticos y luego realizaron cinco repeticiones de envión tradicional sin carga adicional (es decir, sólo con una barra de 10 kg)



Recogida de datos:

Los participantes realizaron el envión con una carga absoluta de 20 kilos con los 3 implementos. El movimiento ascendente de la barra se realizó en un movimiento continuo sin interrupción, lo más explosivo posible. Se utilizó un ritmo de 1 segundo para el descenso al clean y un ritmo de 1 segundo más para el descenso a la posición inicial antes de iniciar la siguiente repetición. La cadencia del movimiento de descenso se controló con el uso de un metrónomo ajustado a 60 bpm. Se proporcionó retroalimentación visual y verbal a los participantes para mantener el rango de movimiento y la distancia de las manos durante la recopilación de datos. Cada participante realizó tres repeticiones consecutivas en las tres condiciones, con dos minutos de descanso entre ejercicios.

ACTIVACIÓN MUSCULAR MEDIA EN EL MISMO EJERCICIO EJECUTADO CON DISTINTOS DISPOSITIVOS (N=21)



	Tradicional	Con saco de arena	Con dispositivo de agua
Deltoides porción anterior	70 $\pm$ 6,1 (61-81)	69 $\pm$ 5,5 (61-80)	77 $\pm$ 5,7 (68-88)
Oblicuo externo	26 $\pm$ 4,7 (16-35)	27 $\pm$ 4,9 (18-37)	60 $\pm$ 7,9 (51-70)*
Erector espinal	74 $\pm$ 4,0 (66-85)	70 $\pm$ 4,2 (62-81)	85 $\pm$ 4,9 (76-96)*
Glúteo medio	23 $\pm$ 2,4 (15-34)	22 $\pm$ 2,3 (14-33)	29 $\pm$ 2,3 (22-40)*

Los datos se expresan como medias de mínimos cuadrados $\pm$ SEM (intervalos de confianza) en porcentaje de las contracciones isométricas voluntarias máximas (MVIC). *Diferencia entre condiciones estadísticamente significativa a $p \leq 0,05$

EJERCICIOS TRADICIONALES VERSUS LOS REALIZADOS EN SUPERFICIES INESTABLES



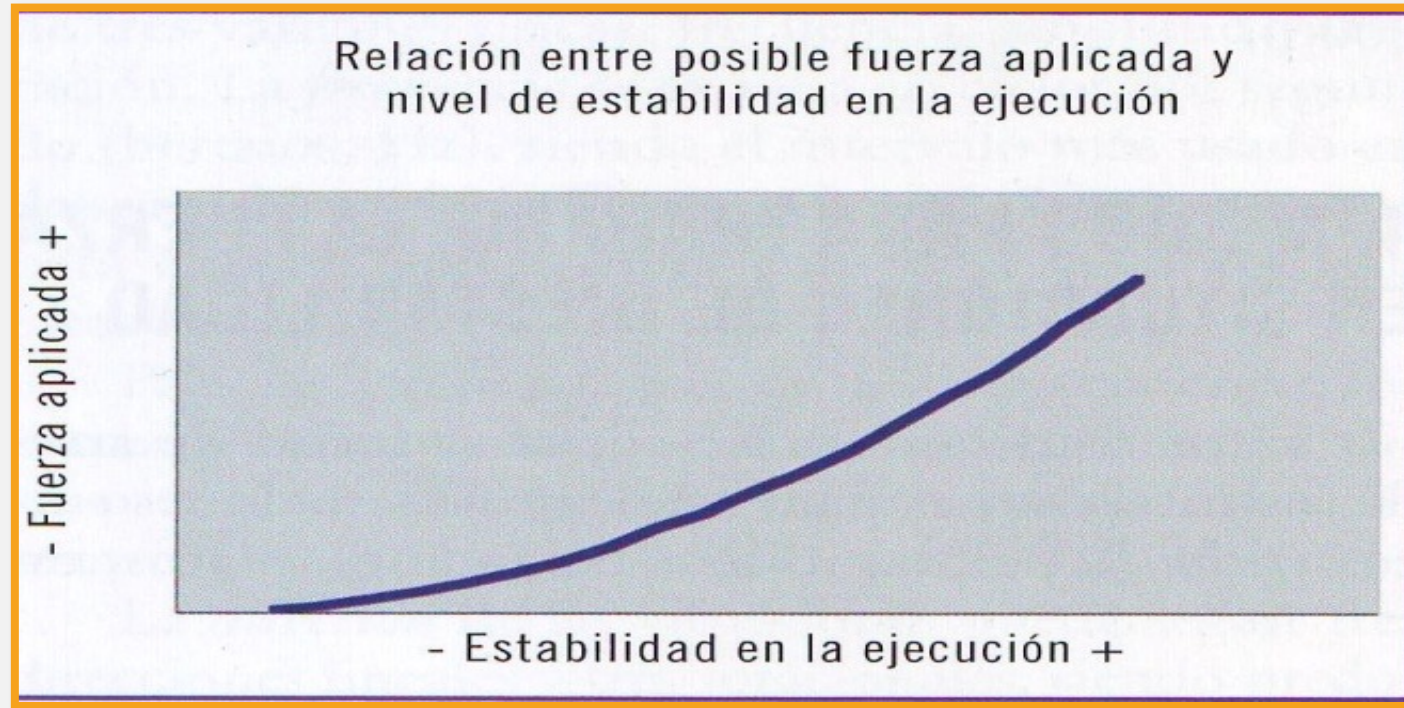
80% 1 RM

- Sentadillas
- Peso Muerto



- Supermán
- Puentes Laterales

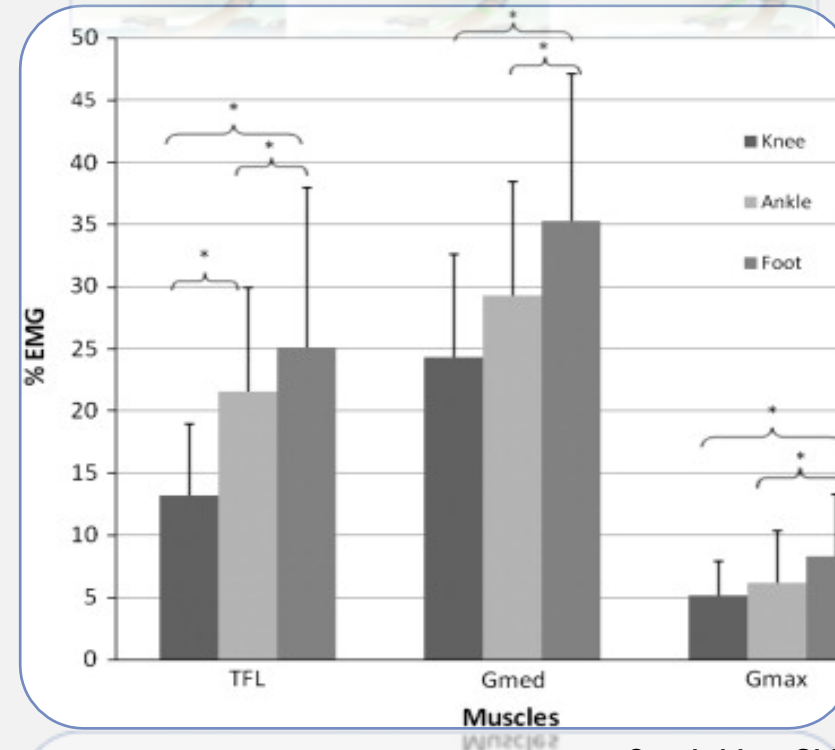
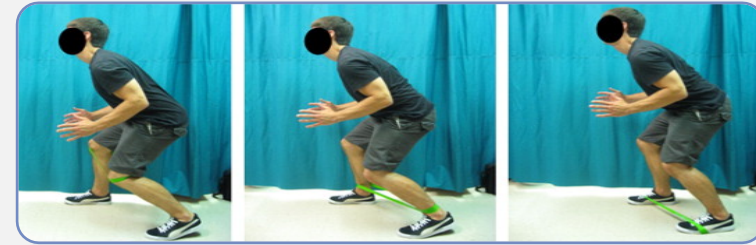
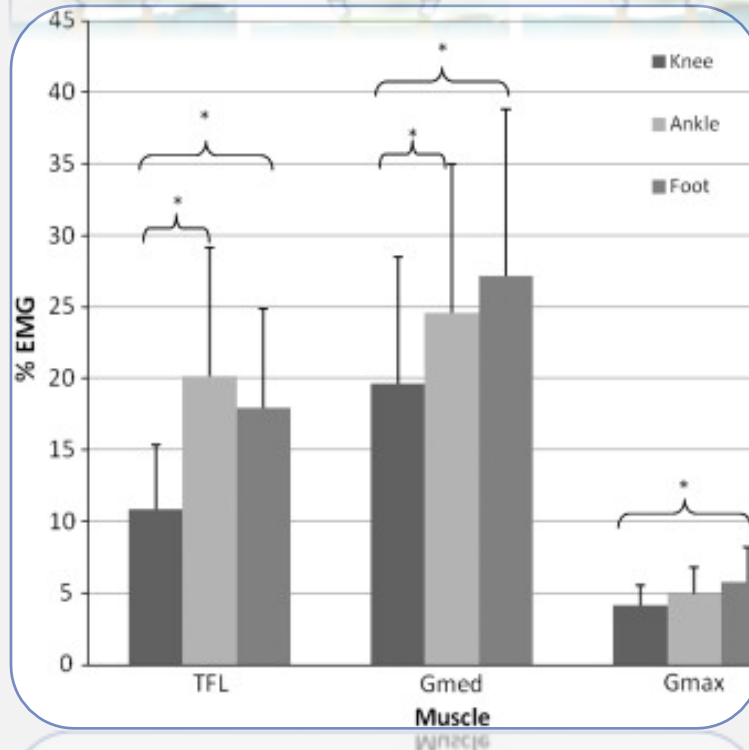
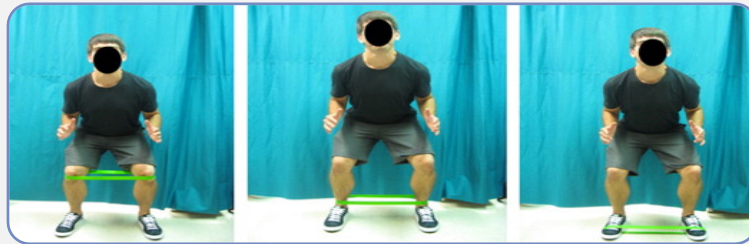
- Los ejercicios ejecutados en superficie estable presentaron hasta un 60% más de activación de los erectores espinales y el cuadrado lumbar, sin diferencias significativas en la implicación del oblicuo externo y la porción inferior del recto abdominal.

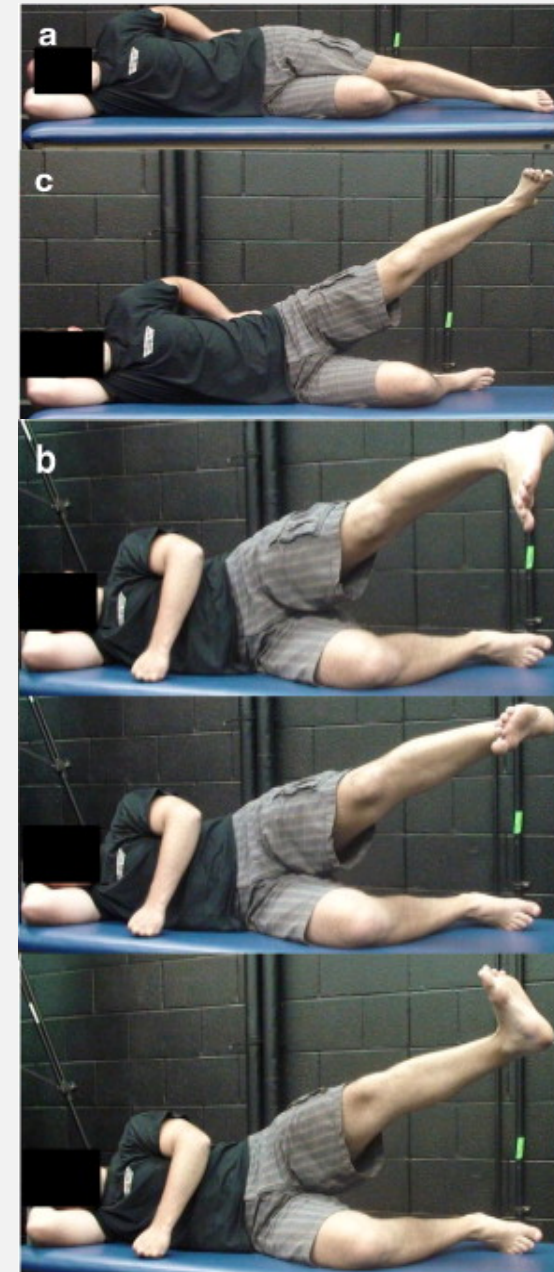
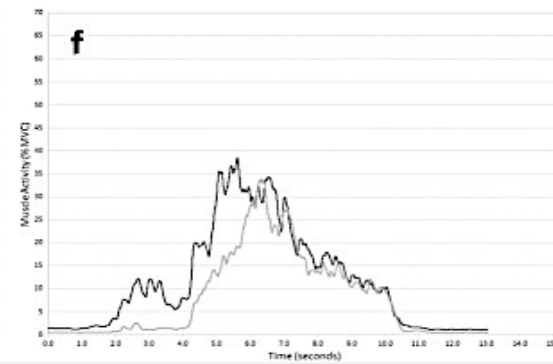
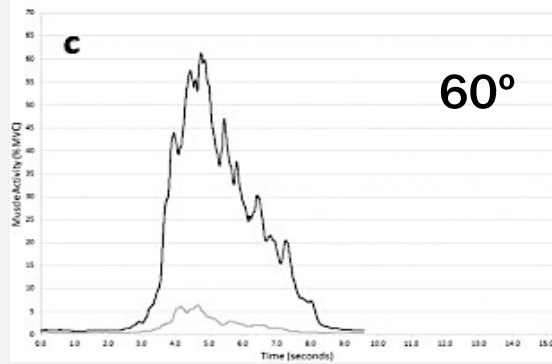
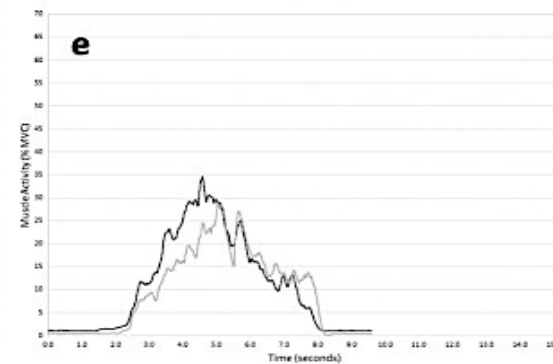
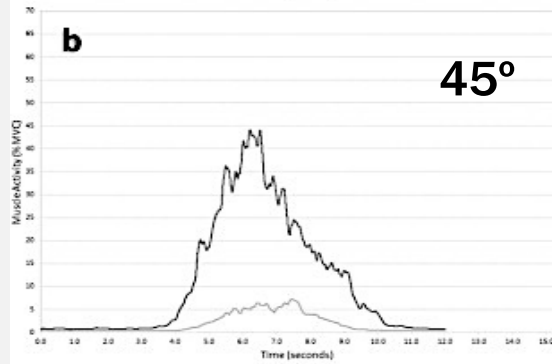
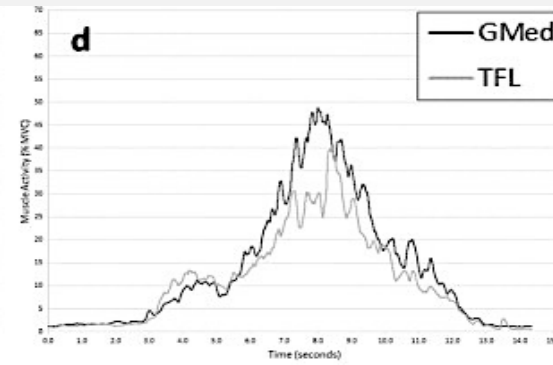
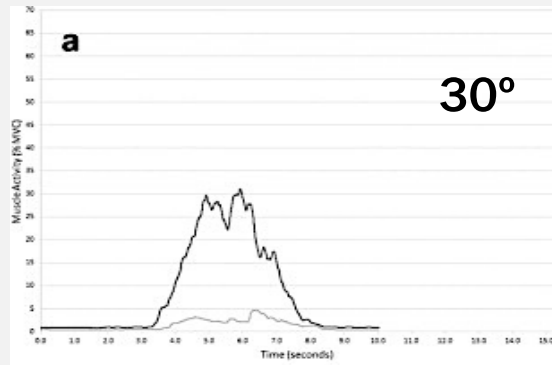
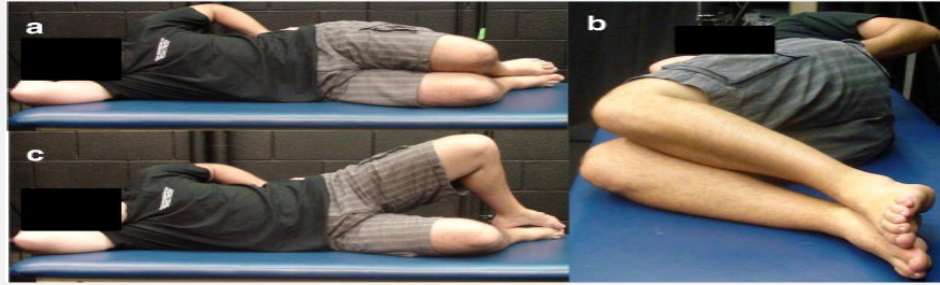


La coactivación antagonista bajo la influencia del entrenamiento en superficies inestables puede contribuir a un decremento de la producción de fuerza tanto en el tren superior (Behm, D.; Anderson, K., 2006; Willardson, J., 2007) como en el tren superior (Anderson, K; Behm, D., 2004; Koshida, S. y col., 2008).



EFFECTO DE LA COLOCACIÓN DE LA MINIBANDA EN LA ACTIVACIÓN DEL TENSOR DE LA FASCIA LATA, GLÚTEO MEDIO Y GLÚTEO MAYOR DURANTE DOS EJERCICIOS COMUNES





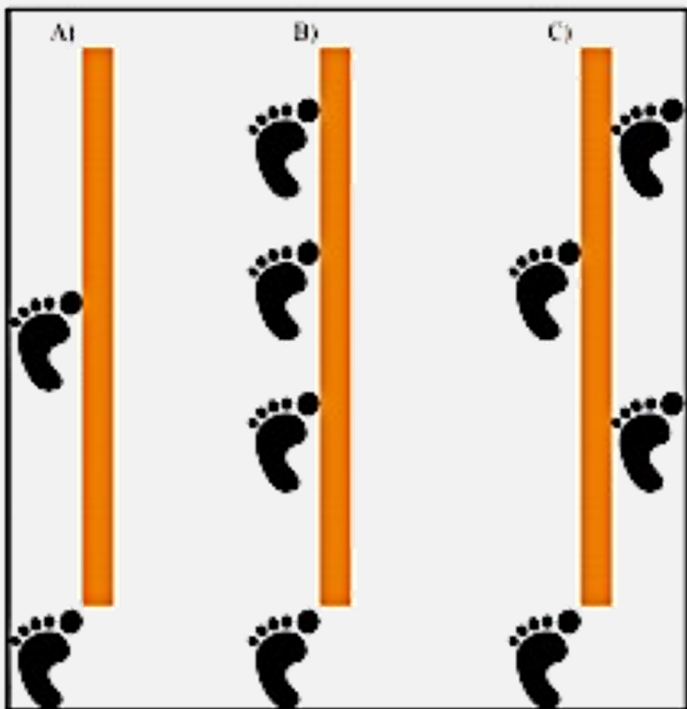


Correlación del índice ASI (%) entre los diferentes test neuromusculares.

	SINGLE HOP TEST	TRIPLE HOP TEST	CROSSOVER TEST	COD	SLCJ
SINGLE HOP TEST	1	0,364	0,060	0,380	-0,365
TRIPLE HOP TEST		1	0,297	-0,353	-0,076
CROSSOVER TEST			1	0,047	0,013
COD				1	0,498*
SLJC					1

COD_ Cambio de dirección; SLCJ_ Salto vertical unilateral con contra-movimiento

*_Correlación significativa entre test neuromusculares ($p < 0,05$).



- A. Single Hop Test
- B. Triple Hop Test
- C. Crossover Test

ASIMETRIAS



- Asimetrías de fuerza de más de **10%** entre miembros inferiores puede significar cuatro veces más de probabilidad de lesión en extremidad inferior

Gustavsson y col. (2006)

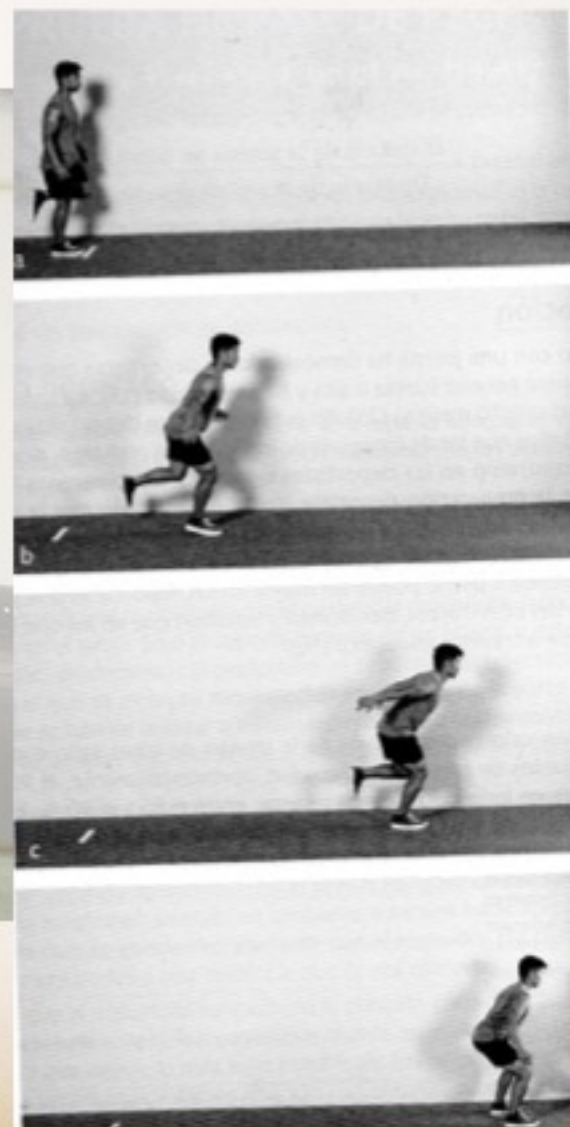
Protocolo

El sujeto se coloca en la línea de partida previamente delimitada, con la punta del pie sobre la misma. El apoyo es monopodal, la superficie de contacto de la planta del pie debe estar en el suelo en su totalidad y los brazos van libres.

Una vez que el sujeto ha controlado la posición del cuerpo en apoyo monopodal, se le pide que salte lo más lejos posible dando tres saltos con una sola pierna, aterrizando, en el último salto, con los dos pies.

Una vez finalizado los saltos, debe mantener la posición final con el objetivo de medir la distancia alcanzada que se registra desde la línea de partida hasta el borde distal del talón.

El alumno hará tres intentos con cada pierna con una pausa de entre 30 segundos a un minuto.



Paulo Sáez Madain

**Resultado
final**

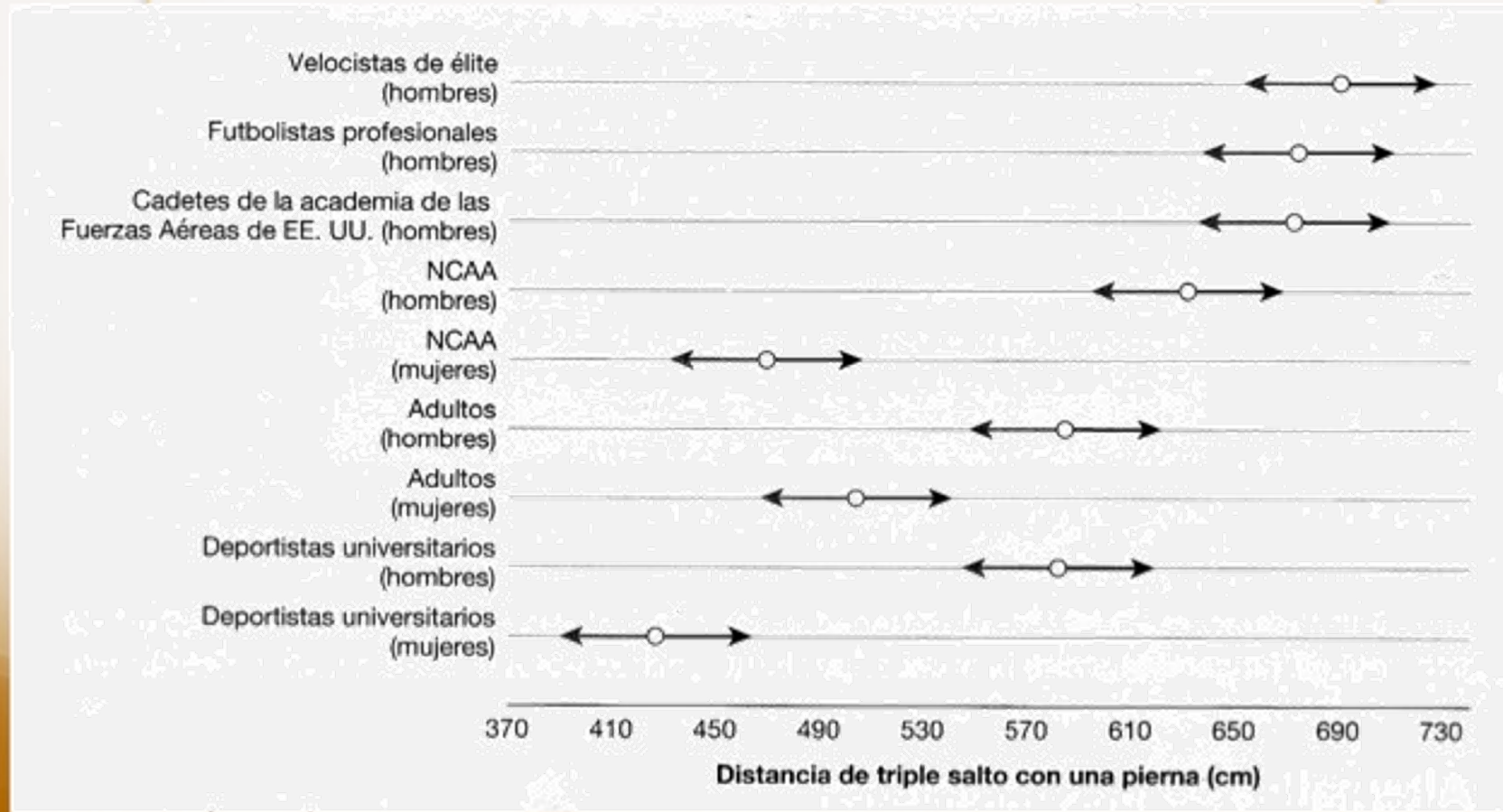


- Mayor distancia registrada.
- Promedio de los tres intentos.

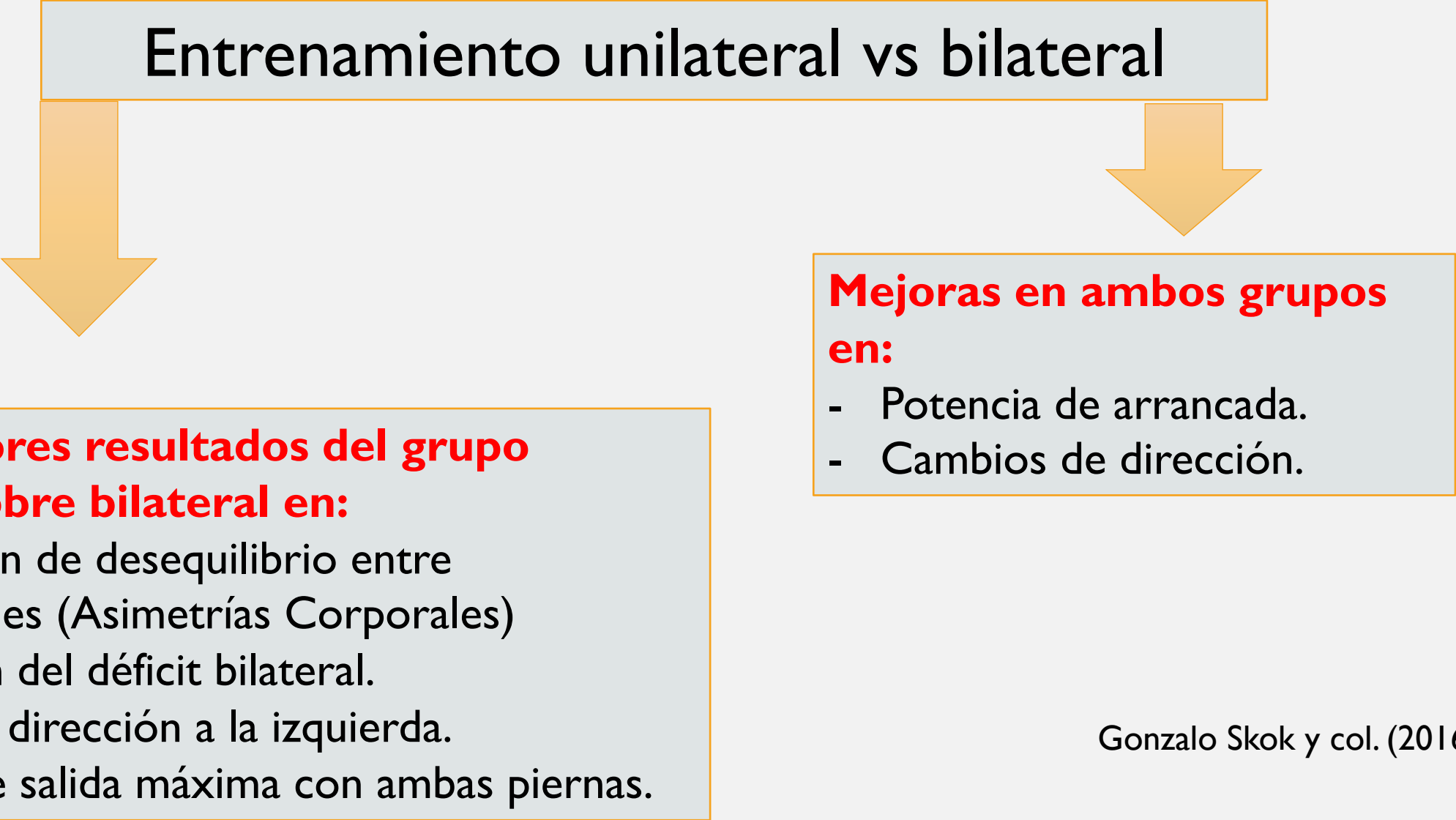
**Índice de simetría
lateral**



**(Distancia de la pierna no dominante /
Distancia de la pierna dominante) x 100**



Entrenamiento unilateral vs bilateral



Mucho mejores resultados del grupo unilateral sobre bilateral en:

- Disminución de desequilibrio entre extremidades (Asimetrías Corporales)
- Corrección del déficit bilateral.
- Cambio de dirección a la izquierda.
- Potencia de salida máxima con ambas piernas.

Mejoras en ambos grupos en:

- Potencia de arrancada.
- Cambios de dirección.

Gonzalo Skok y col. (2016)

FAI (FUNCTIONAL ANKLE INSTABILITY)

- Es una patología definida por sensaciones de "cedimiento" en los tobillos y esguinces de tobillo recurrentes [Tropp, 2002]. Los déficits de equilibrio están asociados con el FAI y estos déficits han sido indicativos de futuras lesiones por esguince de tobillo [Arnold y col., 2009; McGuine y col., 2000].



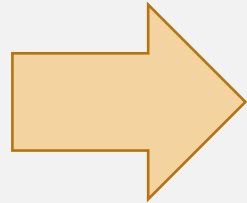
Posibles causas
(Arnold y col., 2009; Hertel, 2018)

Déficit de fuerza en el tobillo

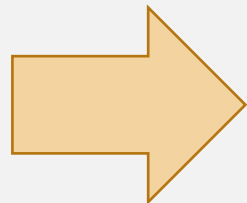
Desaferentación de ligamentos
Eliminación o interrupción de los impulsos nerviosos aferentes por destrucción de las vías aferentes

EQUILIBRIO

- Burke habla de equilibrio estable, justificando que este se produce en el momento en que la actuación de fuerzas contrapuestas de movimiento dan un resultado de cero. Estas fuerzas antagónicas actúan continuamente permitiendo al sujeto (ya sea en posición estática o dinámica) el mantenimiento del equilibrio (en Álvarez del Villar, 1987)



Equilibrio estático: la habilidad o facultad del individuo para mantener el cuerpo en posición estable sin que se produzca desplazamiento del cuerpo.



Equilibrio dinámico: Habilidad para mantener la posición del cuerpo en acciones que demanden movimiento.

PRUEBA DE EQUILIBRIO DE KORDEXL



- Objetivo: Valorar el equilibrio estático del individuo en posición erecta.
- Protocolo: El sujeto comenzará la prueba con un pie en el suelo y el otro apoyado sobre una tabla de 2 cm de ancho y 10 cm de altura. Las manos se ubican a los costados de la cadera.
- A la señal del controlador, el ejecutante levantará la pierna que se encuentra apoyada en el suelo y tratará de mantener el equilibrio el máximo tiempo posible con la pierna de apoyo sobre la tabla.
- Se cronometrará el tiempo transcurrido desde la señal del controlador hasta que el examinado apoya la pierna libre en el suelo o saca las manos de la cadera.
- Si el ejecutante mantiene la posición de equilibrio al llegar el minuto, se interrumpe el ejercicio.
- Se realizarán tres intentos y se promedia los dos mejores tiempos.

PRUEBA DE EQUILIBRIO FLAMENCO



- Objetivo: Valorar el equilibrio estático del sujeto.
- Protocolo: El ejecutante se coloca en posición erguida, con un pie en el suelo y el otro apoyado sobre una tabla de 3 cm de ancho.
- A la señal del evaluador, el ejecutante flexionará la rodilla de la pierna que está apoyada en el suelo hasta que será sostenida por la mano del mismo lado.
- El cronometraje se interrumpe en cada pérdida de equilibrio del sujeto, reanudándose cada vez que vuelva a mantener el equilibrio de una forma continuada hasta un tiempo total de 1 minuto.
- Si el ejecutante cae más de quince veces en los primeros 30 segundos, se finaliza la prueba.
- Se contabilizará el número de intentos necesarios en 1 minuto, se realizarán varios intentos previos antes de cronometrar la prueba definitiva.

VALORES DE REFERENCIA

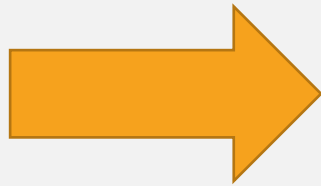


Intervalos	12 – 13 años masculino	12-13 años femenino	14 años masculino	14 años femenino	15 años masculino	15 años femenino	16 años masculino	16 años femenino	17 – 18 años masculino	17 – 18 años femenino
1	18	19	19	18	19	19	17	17	21	20
2	16	16	17	16	17	16	15	14	18	16
3	14	15	14	13	14	14	12	12	15	13
4	12	13	11	11	11	11	10	9	12	10
5	10	11	9	10	9	7	7	7	7	6
6	9	8	8	8	8	6	6	6	6	5
7	8	6	7	7	7	5	5	5	5	4
8	7	4	6	4	6	4	4	4	4	3
9	5	2	3	2	3	3	2	3	3	2
10	3	0	0	0	0	2	0	0	2	1



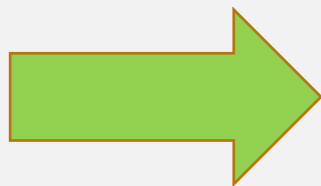
VARIABLES ASOCIADAS A INESTABILIDAD FUNCIONAL DEL TOBILLO

COPV: Velocidad del centro
de presión



Evalúa las cualidades temporales del control postural donde las diferencias en puntos consecutivos se dividen por el cambio de tiempo.

COPA-95: Elipse del área
del centro de presión del
percentil 95



Evalúa las cualidades espaciales del control postural examinando el grado en que los puntos de datos se mueven dentro de una elipse que rodea el conjunto de datos

Variables que han predicho esguinces de tobillo según McGuine y col (2000); Tropp, Ekstrand y Gillquist (1984); Ross y col. (2009); Tropp (1986)

EQUILIBRIO E INESTABILIDAD DE TOBILLO

Objetivo: Determinar cual es el mejor test para identificar diferencias entre sujetos con y sin antecedentes de esguince de tobillo mediante la valoración del equilibrio cuantificado mediante valoración del centro de presión (velocidad, área) y puntuación de error.

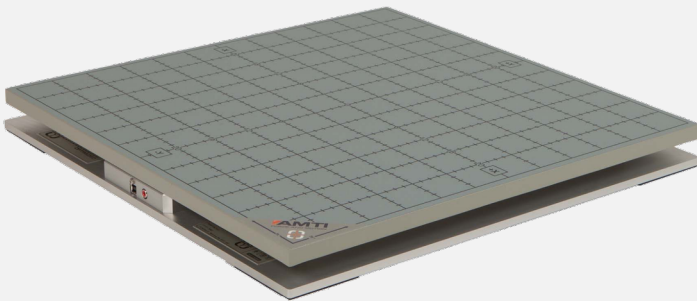
Test considerado: Apoyo monopodal durante 20 segundos con ojos cerrados y manos en la cadera

Sujetos sin antecedentes de lesión de tobillo

N	Estatura	Masa	Edad
17	168 $\pm$ 9 cm	66 $\pm$ 14 k	24 $\pm$ 5 años

Sujetos con antecedentes de lesión de tobillo

N	Estatura	Masa	Edad
17	172 $\pm$ 9 cm	71 $\pm$ 11 k	22 $\pm$ 3 años



Plataforma de fuerza modelo AccuSway Plus

	COPV	COPA-95	Puntuación de error
COPV	I		
COPA-95	0,68 *(PAG <0,001)	I	
Puntuación de error	0,60 *(PAG <0,001)	0,76 *(PAG <0,001)	I

Valores r de Pearson para la velocidad del centro de presión (COPV), el área del centro de presión 95 (COPA-95) y la puntuación de error. * Estadísticamente significativa (P 0.005).

Modelo	FAI y grupo de tobillo estable	Grupo FAI	Grupo de tobillo estable
COPA-95	65%	53%	77%
Puntuación de error	71%	59%	82%
COPV	74%	65%	82%
Puntuación de error / COPA-95	71%	59%	82%
COPV / COPA-95	74%	65%	82%
COPV / Puntuación de error	74%	71%	77%
COPV / Puntuación de error / COPA-95	77%	71%	82%

Porcentaje de casos agrupados (inestabilidad funcional del tobillo (FAI) o tobillos estables) identificados correctamente con modelos de regresión lineal utilizando la velocidad del centro de presión (COPV), el área del centro de presión 95 (COPA-95) y la puntuación de error.

CONCLUSIONES

- Una evaluación del equilibrio multifactorial que utilice medidas instrumentadas y no instrumentadas es mejor para predecir la pertenencia a un grupo, ya que una de las medidas puede detectar deterioros en el equilibrio, en tanto que, con otras puede pasar desapercibido.
- En segundo lugar, el COPV y la puntuación de error están relacionados, pero ambos tienen una variación distinta que permite a cada uno evaluar diferentes aspectos del equilibrio. Así, ambas medidas analizadas juntas maximizan la correcta clasificación de los sujetos con FAI.
- Por último, COPV fue el mejor predictor de la pertenencia a un grupo y puede haber superado la puntuación de error porque tiene la capacidad de evaluar pequeños cambios en la estabilidad.
- Al comparar las medias de grupo COPV y la puntuación de error, cualquiera de las medidas puede usarse para detectar déficits.
- El COPA-95 no fue un factor predictivo único de la pertenencia a un grupo, ni fue diferente entre los grupos de tobillo, debido a su baja varianza única.

BALANCE ERROR SCORING SYSTEM (BESS)

Hace una valoración del equilibrio en tres posturas diferentes, apoyo de los pies, apoyo monopodal y la postura en tándem sobre dos superficies diferentes, suelo y goma espuma.

El deportista colocará las manos en las caderas y estará con los ojos cerrados. No se deben usar zapatos.



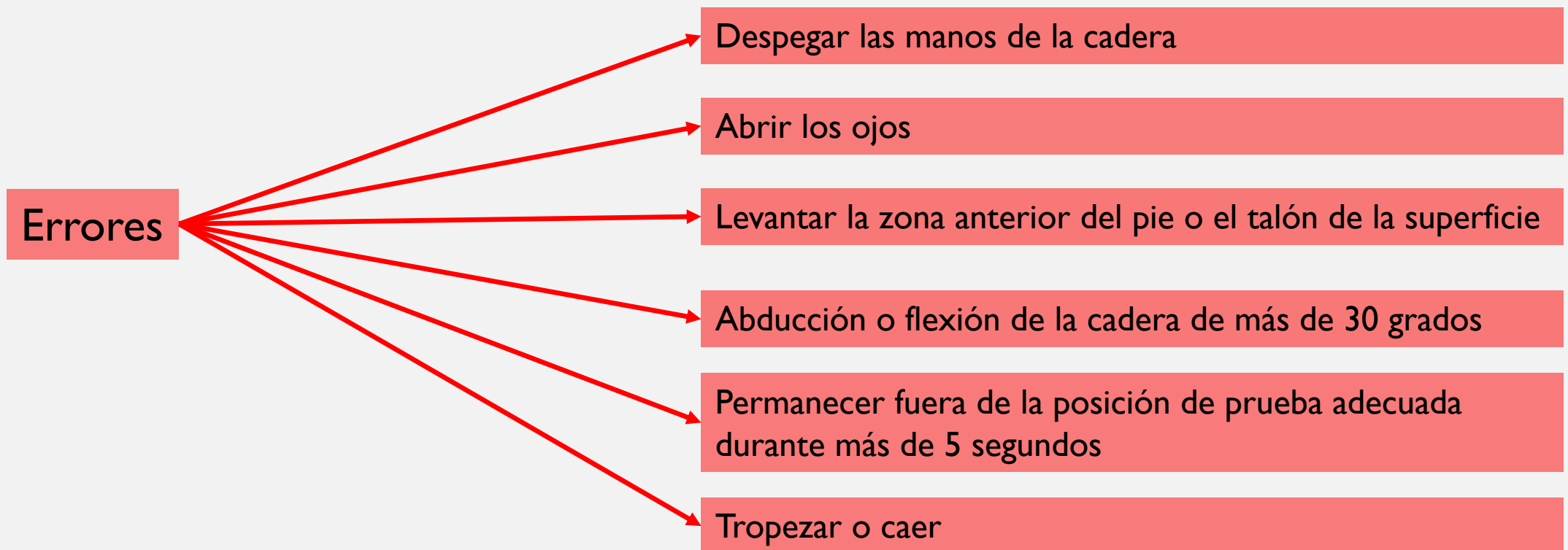
En el apoyo bipodal, los pies están planos sobre la superficie de prueba, aproximadamente a la anchura de la pelvis.

En apoyo monopodal, el deportista debe mantenerse erguido sobre la pierna no dominante con la extremidad contralateral mantenida en aproximadamente 20° de flexión de coxofemoral, 45° de flexión de rodilla y posición neutral en el plano frontal.

En la postura en tándem, un pie se coloca delante del otro con el talón del pie anterior tocando la punta del pie posterior. La pierna no dominante del atleta está en posición posterior.

BALANCE ERROR SCORING SYSTEM (BESS)

La prueba dura 20 segundos. El examinador debe comenzar a contar los errores sólo después de que el individuo haya asumido la posición de prueba adecuada. Si ocurren varios errores al mismo tiempo, solo se cuenta uno. El número máximo de errores para una sola condición es 10. El sistema de puntuación va de 0 a 60 (las puntuaciones más bajas indican un mejor equilibrio y menos errores). El número de errores en cada intento se suma para obtener una puntuación total.



VALORES NORMATIVOS DE REFERENCIA BESS

Edad	n	Media	Mediana	Desvío estándar	Superior	Sobre el promedio	Normal	Bajo el promedio	Pobre	Muy pobre
20-29	65	11,3	11,0	4,8	0-5	6-7	8-14	15-17	18-23	24+
30-39	173	11,5	11,0	5,5	0-4	5-7	8-15	16-18	19-26	27+
40-49	352	12,5	11,5	6,2	0-5	6-8	9-16	17-20	21-28	29+
50-54	224	14,2	12,0	7,5	0-6	7-8	9-18	19-24	25-33	34+
55-59	197	16,5	15,0	7,6	0-7	8-10	11-20	21-28	29-35	36+
60-64	148	18,0	16,5	7,8	0-8	9-12	13-22	23-28	29-40	41+
65-69	77	19,9	18,0	7,1	0-12	13-15	16-24	25-32	33-38	39+
Varones										
20-29	26	10,4	10,0	4,4	0-4	5-6	7-14	15	16-21	22+
30-39	97	11,5	11,0	5,5	0-4	5-6	7-15	16-18	19-26	27+
40-49	212	12,4	12,0	5,7	0-5	6-7	8-16	17-20	21-27	28+
50-54	142	13,6	12,0	6,9	0-6	7	8-17	18-23	24-28	29+
55-59	117	16,4	15,0	7,2	0-7	8-10	11-20	21-28	29-34	35+
60-64	89	17,2	16,0	7,1	0-8	9-11	12-21	22-27	28-35	36+
65-69	56	20,0	18,0	7,3	0-12	13-4	15-23	24-33	24-39	40+
Damas										
20-29	39	11,9	11,0	5,1	0-5	6-7	8-14	15-19	20-25	26+
30-39	76	11,4	10,5	5,6	0-4	5-6	7-15	16-19	20-27	28+
40-49	140	12,7	11,0	6,9	0-5	6-7	8-15	16-20	21-29	30+
50-54	82	15,1	13,0	8,2	0-7	8-9	10-20	21-24	25-35	36+
55-59	80	16,7	15,0	8,2	0-8	9-10	11-21	22-28	29-39	40+
60-64	59	19,3	17,0	8,8	0-9	10-12	13-22	23-31	32-43	44+
65-69	21	19,9	18,0	6,6	0-13	14	15-24	25-27	28-38	39+
Damas: IMC ≥30										
20-49	27	17,3	16,0	6,5	0-8	9-12	13-22	23-27	28-33	34+
50-64	32	21,6	20,0	8,4	0-11	12-14	15-27	28-32	33-41	42+

Iverson y Koehle (2013)

*Los tamaños de muestra inusualmente pequeños limitan la utilidad de estos valores normativos de referencia. La puntuación máxima para cada ensayo se redujo a 10 puntos. IMC: índice de masa corporal. La masa corporal tuvo un mayor efecto sobre el rendimiento del equilibrio en las mujeres que en los hombres. Se obtienen puntuaciones superiores en menos del 10% de la muestra. Las puntuaciones por encima del promedio se producen en aproximadamente el 15%, las puntuaciones generalmente normales se producen en aproximadamente el 50%, las puntuaciones por debajo del promedio se producen en aproximadamente el 15%, las puntuaciones bajas se producen en aproximadamente el 8% y las puntuaciones muy malas se producen en menos del 2%. Estos rangos de clasificación corresponden a los siguientes rangos percentiles: Muy pobre < 2.º percentil; pobre = percentil 2-9; por debajo del promedio = percentil 10 a 24; en términos generales normal = percentil 25 a 75; por encima del promedio = percentil 76-90; superior > percentil 90.

VALORES DE REFERENCIAS DEL TEST DE APOYO MONOPODAL

N	Edad	Media Izquierda mm ²	Media Derecha mm ²	Media Ambas mm ²	Diferencia %
105	23,78 $\pm$ 12,17 (8-71 años)	1279 $\pm$ 449	1359 $\pm$ 611	1319 $\pm$ 536	23,43 $\pm$ 21,67



**Niños
Menor de 15 años**

N: 10

Media mm²

1650 $\pm$ 491



**Niñas
Menor de 13 años**

N: 10

Media mm²

1625 $\pm$ 710

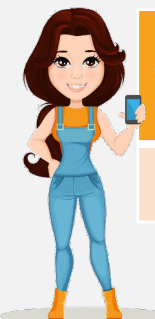


**Jóvenes
15-18 años**

N: 9

Media mm²

1323 $\pm$ 456



**Jóvenes
13-16 años**

N: 14

Media mm²

1222 $\pm$ 350

1er quintil	531 - 1070
2do quintil	1071 - 1609
3er quintil	1610 - 2148
4to quintil	2149 - 2687
5to quintil	2688 - 3226

Adultos

N: 62

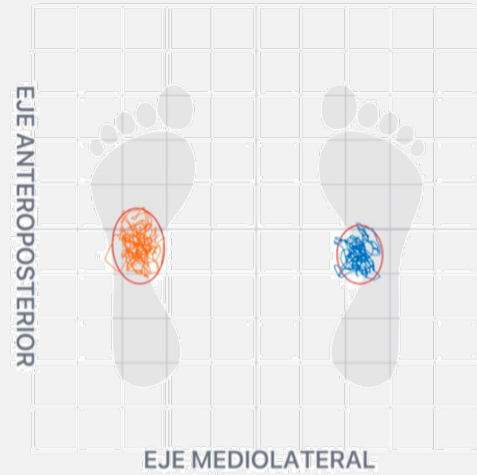
Media mm²

1237 $\pm$ 414

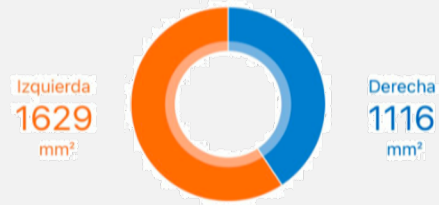


Equilibrio en Apoyo Monopodal

Trial 1



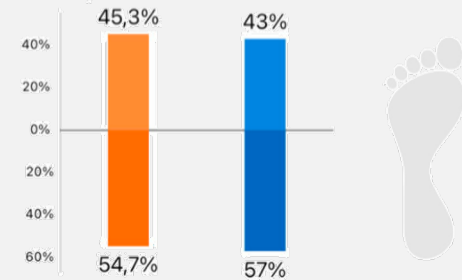
Área de elipse



31.5% Asymmetry

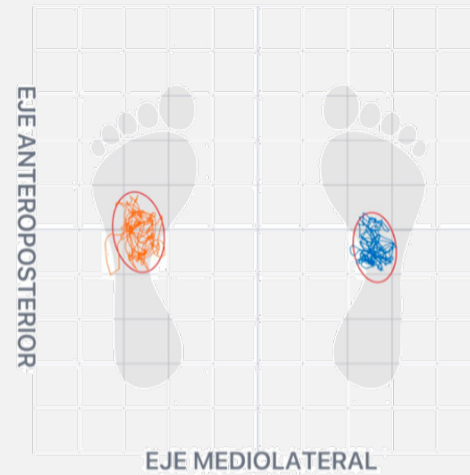
Distribución del peso

Punta del pie

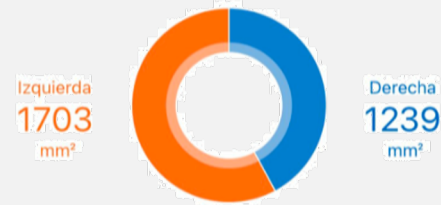


Talón del pie

Trial 2



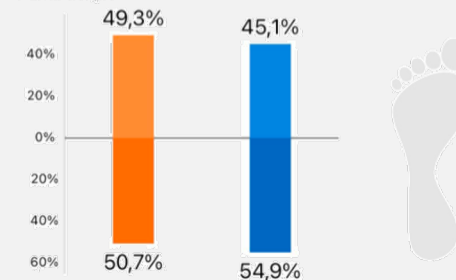
Área de elipse



27.2% Asymmetry

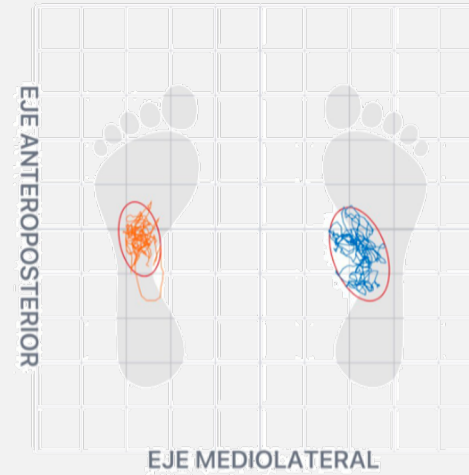
Distribución del peso

Punta del pie

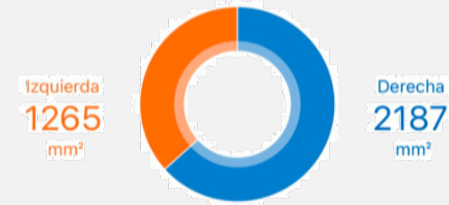


Talón del pie

Trial 3



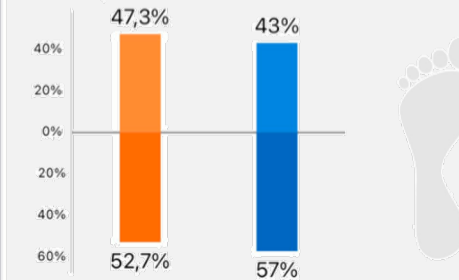
Área de elipse



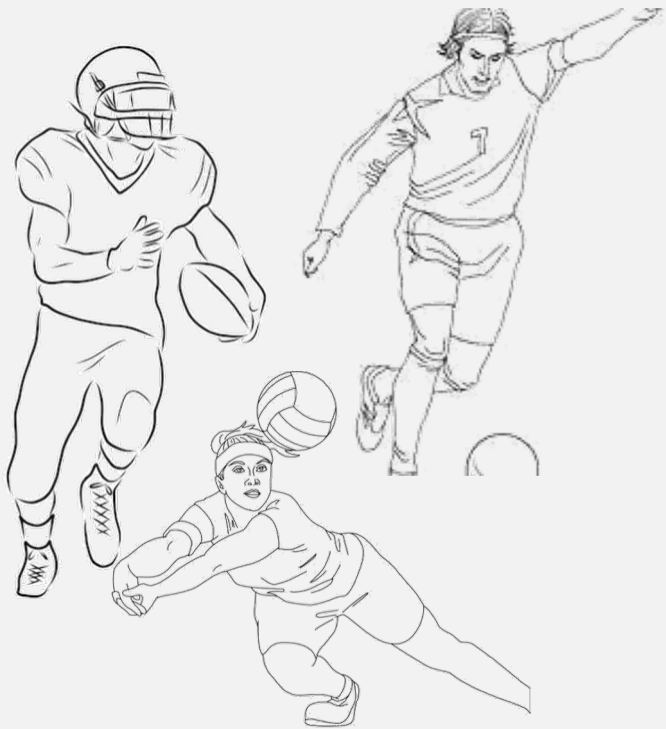
42.2% Asymmetry

Distribución del peso

Punta del pie



Talón del pie



PRUEBA DE EQUILIBRIO CON UNA SOLA PIERNA PARA IDENTIFICAR EL RIESGO DE ESGUINCES DE TOBILLOS

- Muestra: 230 deportistas practicantes de fútbol americano (varones), fútbol (varones y damas) y voleibol (damas)

Prueba de equilibrio monopodal de 10 segundos de duración
con los ojos cerrados

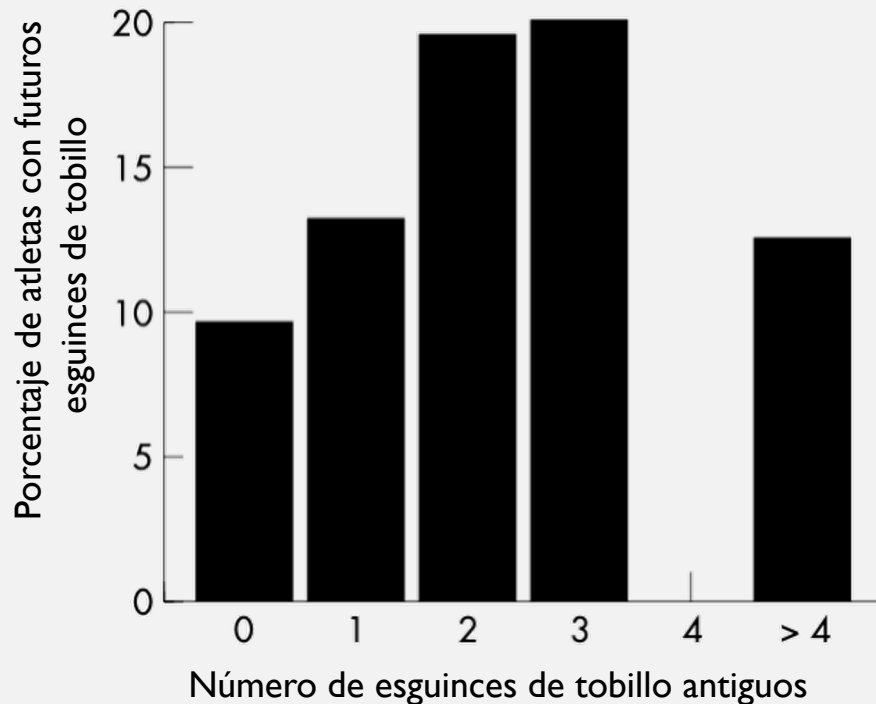
Evaluación de equilibrio al inicio de
pretemporada y posterior
seguimiento durante 14 semanas

Cuestionario

¿Aplica vendajes en los tobillos?
¿Ha tenido un esguince de tobillo en los
últimos dos años?
Si tuvo más de un esguince de tobillo,
¿cuántos?
Cuando tuvo su último esguince de
tobillo, ¿Qué hizo como tratamiento?
Si tuvo un esguince de tobillo ¿hizo
reentrenamiento del equilibrio?

RESULTADOS

28 esguinces de tobillos reportados



- Existe una asociación entre esguince de tobillo y prueba de equilibrio positiva.
- No vendar los tobillos era perjudicial en los deportistas con una prueba de equilibrio positiva sin antecedentes de esguinces previos.

COMPARACIÓN ENTRE EL ENTRENAMIENTO CON SALTOS UNILATERALES Y BILATERAL SOBRE EL RENDIMIENTO Y LA FUERZA DEL SALTO DE UNA VS DOS PIERNAS

15 sujetos moderadamente entrenados (8 chicos y 7 chicas). 6 semanas entrenamiento, 2 veces/semana.

Dos grupos: Entrenamiento unilateral Entrenamiento bilateral

Objetivo: Comparar los efectos del entrenamiento unilateral y el bilateral en fuerza máxima, RFD y saltos.

Test

CMJ unilateral y bilateral

DJ unilateral y bilateral

Fuerza isométrica máxima y RFD leg press unilateral y bilateral



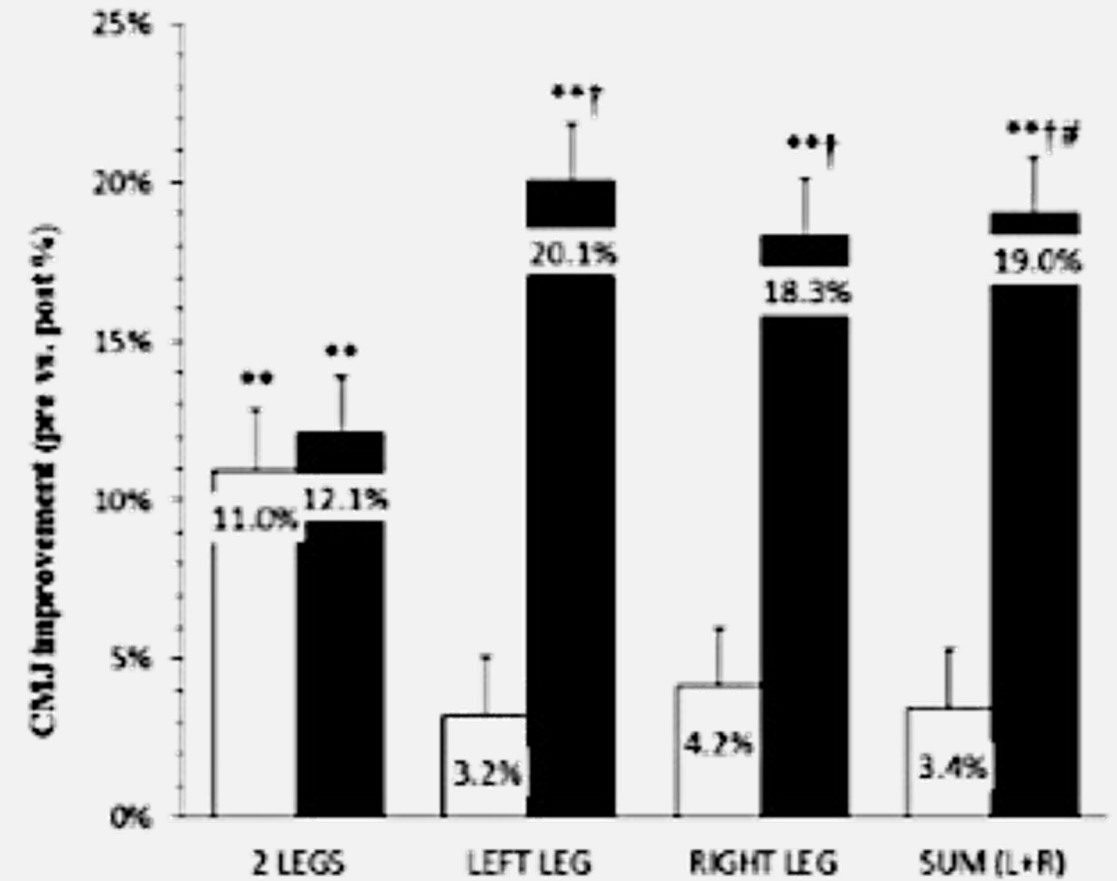
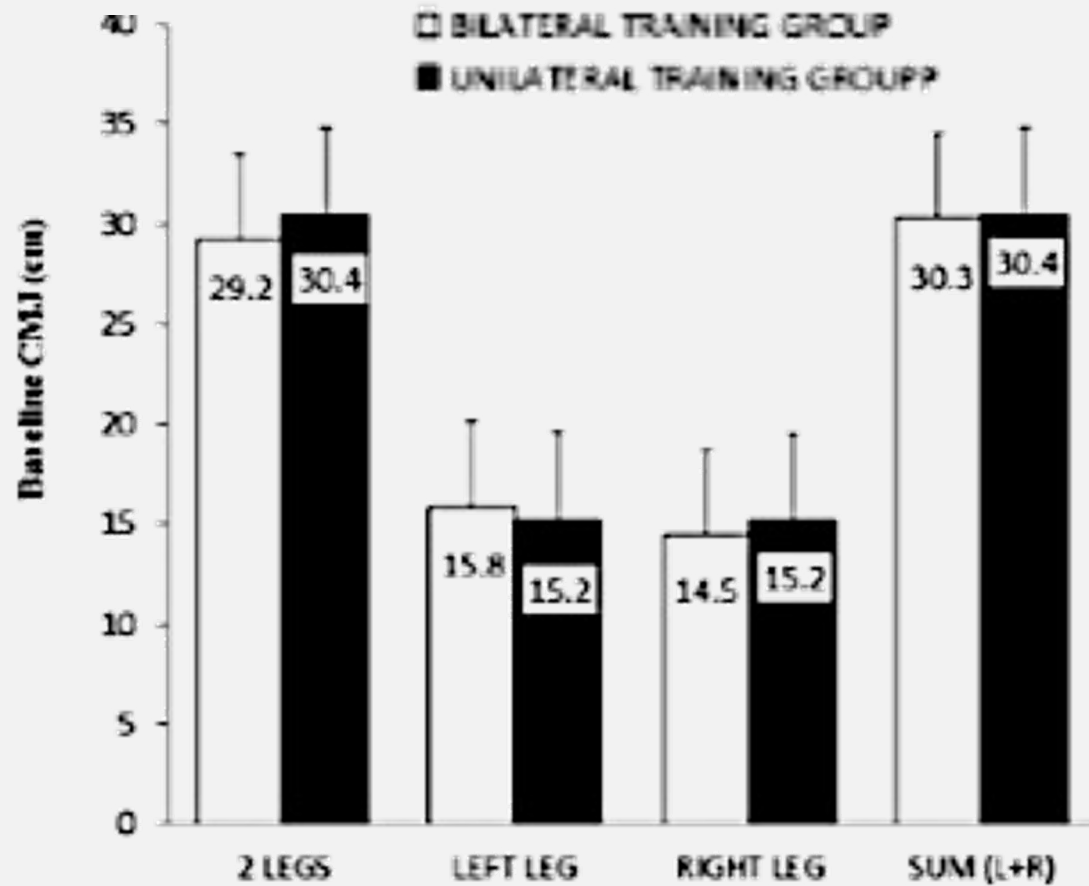
PROTOCOLO DE ENTRENAMIENTO

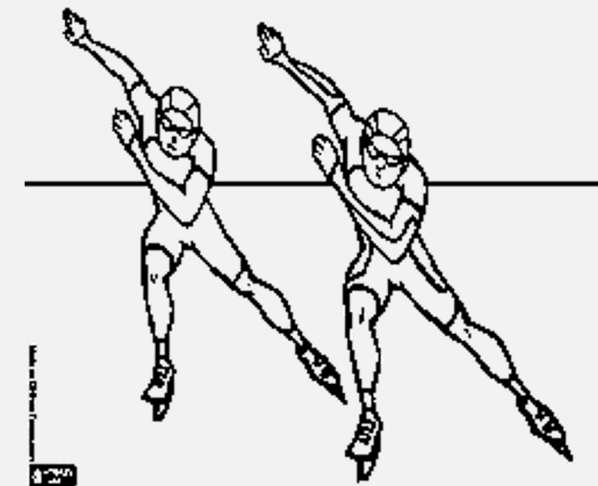
	Week 1–3 sets	Week 4–6 sets	Repetitions
Bilateral training group			
1. Two-leg jumps for distance	2	3	10
2. Countermovement jumps	2	3	10
3. Lateral jumps	2	3	10
4. Box jumps	2	3	10
5. Jumps over hurdles	2	3	10
6. Drop jumps	2	3	10
7. Leg extensions	3	4	6 at 60% or 3 at 90% 1RM†
8. Leg curls	3	4	8 at 60% 1RM
Unilateral training group			
1. Hops	2	3	5 per leg
2. Single-leg countermovement jumps	2	3	5 per leg
3. Single-leg lateral jumps	2	3	5 per leg
4. Single-leg box jumps	2	3	5 per leg
5. Single-leg jumps over hurdles	2	3	5 per leg
6. Single-leg drop jumps	2	3	5 per leg
7. Single-leg leg extensions	3	4	6 at 60% or 3 at 90% 1RM†
8. Single-leg leg curls	3	4	8 at 60% 1RM
*1RM = 1 repetition maximum.			
†The program was performed twice per week for 6 wk.			
‡Performed on the first or the second session of each training week (see text for details).			

RESULTADOS

	Bilateral training group			Unilateral training group			Bilateral vs. unilateral group improvement
	Pretraining	Posttraining	% Pre vs. post	Pretraining	Posttraining	% Pre vs. post	
Double-leg measurements							
Maximal force (N)	1,766 ± 583	2,093 ± 611	18.5†	1,724 ± 329	2,070 ± 415	20.0†	n.s.
RFD 0–50 (N·s ⁻¹)	6,265 ± 3,392	7,142 ± 3,369	14.0	8,555 ± 3,032	9,918 ± 2,379	15.9	n.s.
RFD 0–100 (N·s ⁻¹)	6,310 ± 2,514	8,002 ± 3,010	26.8‡	7,591 ± 2,308	9,674 ± 1,905	27.4†	n.s.
RFD 0–200 (N·s ⁻¹)	5,195 ± 1,944	6,280 ± 2,078	20.9	5,452 ± 1,406	6,821 ± 1,222	25.1	n.s.
RFD 0–300 (N·s ⁻¹)	3,948 ± 1,509	4,765 ± 1,528	20.7	3,894 ± 974	4,964 ± 804	27.5	n.s.
Sum of right- and left-leg measurements							
Maximal force (N)	2,003 ± 593	2,241 ± 573	11.9†	2,019 ± 375	2,499 ± 470	23.8†	<0.01
RFD 0–50 (N·s ⁻¹)	7,327 ± 3,593	7,233 ± 2,577	−1.3	7,971 ± 4,098	10,677 ± 3,303	33.9†	<0.05
RFD 0–100 (N·s ⁻¹)	7,343 ± 2,873	8,330 ± 2,863	13.4	7,794 ± 3,160	10,620 ± 2,890	36.3†	<0.05
RFD 0–200 (N·s ⁻¹)	5,896 ± 2,028	6,755 ± 2,076	14.6	6,097 ± 1,783	7,710 ± 1,642	26.5	n.s.
RFD 0–300 (N·s ⁻¹)	4,327 ± 1,386	5,045 ± 1,485	16.6	4,549 ± 1,235	5,607 ± 1,113	23.2	n.s.

RESULTADOS





$$BI(\%) = \left[100 \times \left(\frac{\text{Bilateral}}{\text{Unilateral Right} + \text{Unilateral Left}} \right) \right] - 100$$

DEFICIT BILATERAL = negativo

FACILITACIÓN BILATERAL = positivo

Deportes Asimétricos

Déficit bilateral: Suma de fuerzas de cada extremidad por separado es mayor que la fuerza desarrollada en acciones bilaterales.

Deportes Simétricos

Facilitación bilateral: Suma de fuerzas de cada extremidad por separado es menor que la fuerza desarrollada en acciones bilaterales.

Preferencia por
Ejercicios Simétricos

Preferencia por
Ejercicios Asimétricos



- La situación de inestabilidad específica se incrementa en los ejercicios con apoyo monopodal o unilaterales, en donde se requiere de mayor activación de la musculatura central para estabilizar la columna.

