



UNRaf
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
RAFAELA

PROYECTO TRABAJO FINAL

Licenciatura en Ciencias del Entrenamiento

Optativa II: Investigación

“Comparación de dos protocolos de recuperación activa, con y sin contracciones isométricas, sobre la recuperación neuromuscular y psicobiológica en futbolistas juveniles”

Vottero Juan Jose

DNI: 42561008

Índice

PROYECTO TRABAJO FINAL	1
“Comparación de dos protocolos de recuperación activa, con y sin contracciones isométricas, sobre la recuperación neuromuscular y psicobiológica en futbolistas juveniles”	1
Resumen.....	3
Introducción	4
Hipótesis.....	7
Objetivo general	7
Objetivos específicos.....	8
Materiales y Métodos	8
<i>Diseño del estudio</i>	8
<i>Lugar y recursos</i>	9
Participantes.....	9
Procedimiento	10
Variables analizadas.....	11
Instrumentos de medición	12
Análisis estadístico.....	13
Alcances y limitaciones	14
Conclusión.....	15
Bibliografía.....	16

Resumen

La recuperación post-competencia en el fútbol constituye un proceso complejo que involucra componentes fisiológicos y psicológicos, cuya adecuada planificación resulta determinante para sostener el rendimiento y prevenir la fatiga acumulada. En este contexto, la recuperación activa se posiciona como una estrategia ampliamente utilizada, aunque la evidencia sobre modalidades específicas que optimicen la restauración neuromuscular continúa siendo limitada.

El presente estudio tuvo como objetivo analizar los efectos de la incorporación de contracciones isométricas de alta intensidad percibida en miembros inferiores dentro de un protocolo de recuperación activa post-competencia, comparándolo con un protocolo convencional basado únicamente en ejercicios de fuerza-resistencia de tren superior.

Se desarrolló un diseño longitudinal, cruzado y aleatorizado con futbolistas juveniles de 18 años. Las evaluaciones se realizaron inmediatamente post-partido, a las 48 horas y a las 72 horas posteriores. La recuperación neuromuscular fue evaluada mediante la altura del salto en el test de Countermovement Jump (CMJ), mientras que el estado psicobiológico fue valorado a través de un cuestionario digital de bienestar. Los datos fueron analizados mediante ANOVA de medidas repetidas y correlación de Pearson, estableciendo un nivel de significancia de $p < 0.05$.

Se plantea que la incorporación de estímulos isométricos de miembros inferiores en el segundo día post-competencia puede generar un cambio significativo en la recuperación

neuromuscular y psicobiológica, aportando evidencia aplicada sobre una estrategia que actualmente presenta escaso respaldo experimental en deportes colectivos.

Introducción

La recuperación post-competencia en futbolistas constituye un proceso diverso que integra componentes fisiológicos, estructurales y psicológicos. Su adecuada planificación resulta determinante para sostener el rendimiento deportivo y prevenir estados de fatiga acumulada o sobreentrenamiento.

La declaración de consenso internacional sobre recuperación y rendimiento en el deporte elaborada por Kellmann et al. (2018) establece que la recuperación debe comprenderse como un proceso dinámico y multifactorial que se sitúa en un continuo junto a la fatiga, determinado por la interacción entre cargas externas, respuestas internas y estrategias de compensación aplicadas. Los autores enfatizan la necesidad de implementar sistemas de monitoreo integrados que combinen marcadores fisiológicos y psicológicos, dado que ningún indicador aislado resulta suficiente para interpretar el estado funcional del deportista. Asimismo, destacan la importancia de individualizar las intervenciones de recuperación en función del contexto competitivo y de la variabilidad inter e intraindividual.

La literatura científica coincide en que el equilibrio entre carga de entrenamiento-competencia y estrategias de recuperación representa un pilar central para la optimización del rendimiento y la prevención de lesiones.

En este marco, podemos distinguir dos modalidades principales de recuperación: la pasiva, basada en la inactividad y la ausencia de estímulo sobre los grupos musculares comprometidos, y la activa, que incluye actividades de baja intensidad orientadas a estimular respuestas metabólicas y circulatorias que favorecen los procesos de reparación tisular.

En el fútbol profesional, la recuperación activa constituye una práctica ampliamente utilizada. Altarriba-Bartes et al. (2020) analizaron estrategias implementadas en equipos de primera división española y observaron que la mayoría combina métodos activos —ejercicio aeróbico ligero, movilidad, estiramientos— con intervenciones pasivas como crioterapia o masaje. Aunque se trata de un estudio descriptivo, sus resultados evidencian la centralidad de la recuperación activa dentro de la planificación semanal en contextos competitivos de alto nivel.

Más allá de los componentes fisiológicos, la recuperación debe contemplar la dimensión psicológica del deportista. Diversos estudios en futbolistas juveniles han demostrado que la percepción subjetiva de bienestar —incluyendo fatiga, dolor muscular, calidad del sueño y estrés— se relaciona estrechamente con la carga semanal y el estado funcional del jugador. Nobari et al. (2021) reportaron variaciones intra e inter-semanales del bienestar en función de las demandas competitivas. De manera complementaria, Silva et al. (2022) observaron que el monitoreo sistemático del estado subjetivo permite interpretar de forma más precisa la respuesta individual a la carga.

La evaluación de la recuperación requiere integrar marcadores subjetivos y objetivos. En este sentido, el Countermovement Jump (CMJ) se ha consolidado como una herramienta válida y fiable para detectar alteraciones agudas en la función neuromuscular. Springham et al. (2024)

evidenciaron disminuciones significativas del rendimiento en CMJ tras partidos competitivos en futbolistas juveniles. Franceschi et al. (2023) confirmaron su sensibilidad al cambio a las 24, 48 y 72 horas post-competencia. Asimismo, Fitzpatrick et al. (2021) demostraron que la combinación de CMJ y cuestionarios de bienestar mejora la interpretación global del estado de fatiga.

En la búsqueda de estrategias innovadoras y eficientes que optimicen la recuperación activa, surge la posibilidad de incorporar contracciones isométricas de alta intensidad dentro de los protocolos post-competencia. Las acciones isométricas se caracterizan por generar activación muscular significativa sin desplazamiento articular visible, lo que podría permitir estimular el sistema neuromuscular con bajo costo mecánico.

Desde una perspectiva neurofisiológica, Schaefer y Bittmann (2017) diferenciaron dos modalidades de acción isométrica: empuje (PIMA), donde se ejerce fuerza contra una resistencia inamovible, y sostén (HIMA), donde se mantiene una posición frente a una carga externa. Las acciones de empuje presentan mayor estabilidad motora y menor complejidad coordinativa, lo que las convierte en una opción potencialmente adecuada en contextos de recuperación.

Lum y Barbosa (2019) señalaron que el entrenamiento isométrico puede inducir adaptaciones neuromusculares relevantes con una demanda energética relativamente menor en comparación con acciones dinámicas equivalentes. Si bien la evidencia específica sobre su aplicación como estrategia de recuperación post-competencia es limitada, estas características sugieren su potencial utilización en contextos donde se busca activar la musculatura sin incrementar la fatiga estructural o el desgaste mecánico.

En función de esta brecha en la literatura, el presente estudio experimental propone analizar las diferencias en la recuperación neuromuscular y psicobiológica entre futbolistas juveniles que realizan un protocolo de recuperación activa convencional utilizando solo sus miembros superiores y aquellos que incorporan a este estímulo antes nombrado dos tipos de contracciones isométricas de alta intensidad percibida en miembros inferiores.

Hipótesis

La incorporación de contracciones isométricas de alta intensidad percibida en miembros inferiores, dentro de un protocolo de recuperación activa post-competencia, genera un cambio significativo en la recuperación neuromuscular y psicobiológica de futbolistas juveniles, en comparación con un protocolo de recuperación activa que no incluye dicho estímulo.

Objetivo general

Analizar los efectos de un protocolo de recuperación activa basado en ejercicios de fuerza-resistencia de tren superior, complementados con contracciones isométricas de alta intensidad en miembros inferiores, sobre la recuperación neuromuscular y psicobiológica en futbolistas juveniles de 18 años.

Objetivos específicos

1. Cuantificar la recuperación neuromuscular mediante la variación en la altura del CMJ evaluada inmediatamente post-competencia, a las 48 y 72 horas posteriores.
2. Evaluar la evolución del estado psicobiológico mediante un cuestionario de bienestar aplicado en los mismos momentos temporales.
3. Comparar la evolución del rendimiento neuromuscular y del estado psicobiológico entre los distintos momentos post-competencia en función del protocolo de recuperación aplicado.

Materiales y Métodos

Diseño del estudio

Se desarrollará un estudio longitudinal, experimental, cruzado y aleatorizado, con una duración total de seis semanas dentro del calendario competitivo.

El diseño contemplará la aplicación de dos modalidades diferentes de recuperación activa, con un esquema cruzado a mitad del protocolo. Cada jugador participará en ambas condiciones experimentales durante dos períodos consecutivos de tres semanas cada uno. La asignación inicial a cada protocolo se realizará de manera aleatorizada, procurando mantener homogeneidad en relación con minutos disputados, posición de juego y la participación en competencia de AFA.

La fuente de datos será primaria, obtenida a partir de mediciones directas del rendimiento neuromuscular y del estado psicobiológico de los participantes.

Lugar y recursos

Las evaluaciones se llevarán a cabo en las instalaciones del club en donde se desempeñe la competencia. En caso de mantener la condición de visitante, se preparará con antelación al final del partido, un espacio apartado dentro del vestuario cedido. Este lugar debe reunir la condición de poseer un suelo rígido que no amortigüe el impacto y deforme la alfombra de contacto.

Posteriormente, dentro de la semana de entrenamiento, las evaluaciones serán realizadas dentro del gimnasio que posee la institución en el cual los jugadores desarrollan su actividad habitual.

Los recursos disponibles para la realización del proyecto incluirán:

- Alfombra de contacto Axon Jump® para la medición del CMJ.
- Aplicación digital “Training Feel” para la valoración del estado psicobiológico.
- Espacio físico y equipamiento de gimnasio para la ejecución de los protocolos.
- Recursos humanos correspondientes al cuerpo técnico y preparador físico responsable de proyecto.

Participantes

Participarán 34 futbolistas juveniles de 18 años pertenecientes a un plantel competitivo de la Asociación del Fútbol Argentino. Los criterios de inclusión serán los siguientes:

- Haber disputado al menos 60 minutos de competencia oficial durante el fin de semana previo a la intervención.

- Asistir y participar de las evaluaciones de control neuromuscular y cuestionarios de bienestar realizadas los días lunes y martes a primera hora.

- Completar de manera íntegra al menos una fase completa del protocolo de recuperación.

Se excluirán aquellos jugadores que:

- Presenten lesiones musculares o articulares en curso.

- No cumplen con los criterios mínimos de participación.

- No completen alguno de los protocolos de recuperación activa en su totalidad.

Los participantes serán informados sobre los procedimientos a realizar y se les solicitará su consentimiento para la utilización de los datos con fines académicos.

Procedimiento

Las evaluaciones se realizarán en 3 momentos distintos: inmediatamente postpartido, a las 48hs y a las 72hs después de la competencia oficial. En el segundo día postpartido es donde se lleva a cabo el protocolo de recuperación correspondiente a cada grupo. (*Figura 1*)

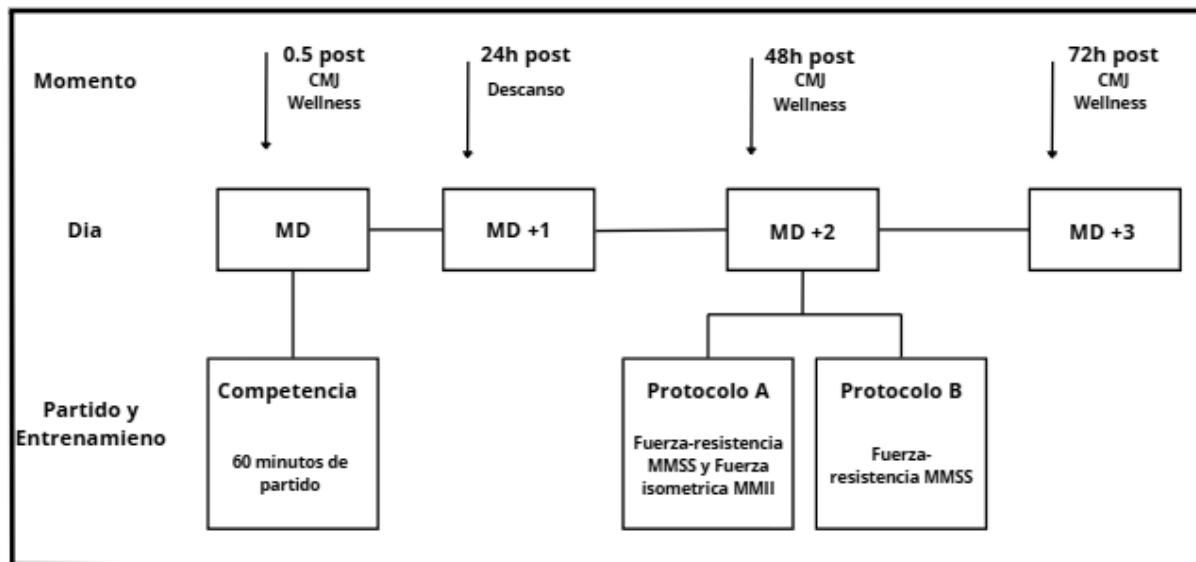


Figura 1

El Protocolo A incluirán ejercicios de fuerza-resistencia de tren superior combinados con contracciones isométricas de alta intensidad en miembros inferiores. El Protocolo B consistirá en ejercicios de fuerza-resistencia de tren superior sin incorporación de estímulos isométricos. [VER ANEXO 1](#)

VARIABLES ANALIZADAS

Recuperación neuromuscular

- Variable cuantitativa continua.
- Indicador: altura de salto (cm) en el test Countermovement Jump.

Recuperación psicobiológica

- Variable cuantitativa continua.
- Indicador: puntaje global de bienestar obtenido mediante la aplicación “Training Feel”

Instrumentos de medición

Evaluación neuromuscular

La recuperación neuromuscular será evaluada mediante el test de Countermovement Jump (CMJ), utilizando una alfombra de contacto Axon Jump®.

Se registrará la altura de salto en centímetros. Cada jugador realizará dos intentos válidos, con un minuto de pausa entre intentos. Se considerará para el análisis el mejor resultado obtenido.

[VER ANEXO 2](#)

Evaluación psicobiológica

El estado psicobiológico será evaluado mediante la aplicación digital de libre acceso “Training Feel”.

La herramienta consta de cuatro preguntas relacionadas con:

- Calidad del sueño.
- Dolor muscular.
- Fatiga percibida.
- Nivel de estrés.

Cada ítem será respondido en una escala numérica de 1 a 10. A partir de las respuestas individuales, la aplicación generará un puntaje global integrado que representará el estado psicobiológico general del jugador. Este valor será utilizado como variable cuantitativa para el análisis estadístico. **[VER ANEXO 2](#)**

Análisis estadístico

Se obtendrán valores individuales de altura de salto en contramovimiento y puntajes de bienestar en cada uno de los momentos evaluados. Para cada jugador se calcularán las variaciones entre los distintos momentos post-competencia.

Las diferencias entre protocolos y momentos serán analizadas mediante un análisis de varianza (ANOVA) de medidas repetidas para cada variable dependiente, permitiendo determinar si el tipo de recuperación influye significativamente en la evolución del rendimiento neuromuscular y del estado psicobiológico.

Adicionalmente, se realizará un análisis de correlación de Pearson con el objetivo de examinar la relación entre los cambios observados en la altura del CMJ y las variaciones en el puntaje global de bienestar.

El nivel de significancia estadística se estableció en $p < 0.05$. [VER ANEXO 3](#)

Alcances y limitaciones

El presente estudio presenta ciertas limitaciones que deben considerarse al interpretar sus resultados. En primer lugar, si bien las contracciones isométricas fueron ejecutadas bajo la indicación o la percepción subjetiva de cada individuo de lo que podría considerarse “alta intensidad”, no se realizó una cuantificación objetiva de la contracción voluntaria máxima (MVC) mediante dinamometría u otro instrumento de medición. Por lo tanto, la intensidad real del estímulo puede presentar variabilidad interindividual, lo que podría influir en la magnitud de la respuesta neuromuscular observada a posterior en las mediciones.

Asimismo, el estudio no incorpora mediciones objetivas de carga externa durante la competencia, tales como variables obtenidas mediante dispositivos GPS –cantidad de esfuerzos de alta intensidad, cantidad de aceleraciones, demandas locomotivas y neuromusculares–. La inclusión de estos registros habría permitido contextualizar con mayor precisión el nivel de exigencia individual previo a la aplicación del protocolo de recuperación.

Finalmente, aunque el entrenamiento isométrico cuenta con respaldo en la literatura en términos de activación neuromuscular y eficiencia mecánica, la evidencia específica sobre su aplicación como estrategia de recuperación post-competencia en deportes colectivos continúa siendo limitada. En este sentido, los resultados obtenidos deben interpretarse como un aporte exploratorio dentro de un campo que aún requiere mayor desarrollo experimental.

Conclusión

El presente estudio busca aportar evidencia aplicada al campo del entrenamiento deportivo, analizando los efectos de distintos protocolos de recuperación activa sobre la recuperación neuromuscular y psicobiológica en futbolistas juveniles. Se parte de la premisa de que la gestión del proceso de recuperación post-competencia constituye un componente esencial dentro de la planificación semanal, en tanto permite sostener el rendimiento y evitar la aparición de fatiga acumulada o estados de sobreentrenamiento.

En este sentido, el primer día de entrenamiento tras la jornada libre, no debe ser considerado únicamente un espacio de descanso, sino una oportunidad estratégica para estimular y acelerar los procesos de recuperación. La incorporación de ejercicios que activen la musculatura sin provocar daño estructural, como las contracciones isométricas podrían favorecer el restablecimiento de los parámetros neuromusculares y psicológicos, contribuyendo a mantener la continuidad del entrenamiento y la preparación competitiva.

Entender la recuperación activa como parte del proceso adaptativo —y no como una instancia únicamente pasiva— permite optimizar la respuesta del jugador ante la carga y mejorar su disposición a los estímulos posteriores. En un calendario competitivo exigente, donde los intervalos entre partidos son reducidos, este enfoque funcional de la recuperación se presenta como una herramienta concreta para prevenir la fatiga neuromuscular, sostener la capacidad de respuesta y potenciar la eficiencia del rendimiento semanal.

Bibliografía

1. Kellmann, M., Bertollo, M., Bosquet, L., Brink, M., Coutts, A. J., Duffield, R., Erlacher, D., Halson, S. L., Hecksteden, A., Heidari, J., Kallus, K. W., Meeusen, R., Mujika, I., Robazza, C., Skorski, S., Venter, R., & Beckmann, J. (n.d.). Recovery and Performance in Sport: Consensus Statement. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(2), 240-245. Retrieved Feb 27, 2026, from <https://doi.org/10.1123/ijsp.2017-0759>
2. Altarriba-Bartes, A., Peña, J., Vicens-Bordas, J., Casals, M., Peirau, X., & Calleja-González, J. (2020). The use of recovery strategies by Spanish first division soccer teams: a cross-sectional survey. *The Physician and Sportsmedicine*, 49(3), 297–307. <https://doi.org/10.1080/00913847.2020.1819150>
3. Nobari H, Fani M, Clemente FM, Carlos-Vivas J, Pérez-Gómez J and Ardigò LP (2021). Intra- and Inter-week Variations of Well-Being Across a Season: A Cohort Study in Elite Youth Male Soccer Players. *Front. Psychol.* 12:671072. doi: [10.3389/fpsyg.2021.671072](https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.671072)
4. Silva, A. F., Oliveira, R., Cataldi, S., Clemente, F. M., Latino, F., Badicu, G., Greco, G., Leão, C., Bonavolontà, V., & Fischetti, F. (2022). Weekly Variations of Well-Being and Interactions with Training and Match Intensities: A Descriptive Case Study in Youth Male Soccer Players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(5), 2935. <https://doi.org/10.3390/ijerph19052935>

5. Springham, M., Singh, N., Stewart, P., Matthews, J., Jones, I., Norton-Sherwood, C., May, D., Trehan Sharma, S., Salter, J., Strudwick, A. J., & Shaw, J. (2024). *Acute neuromuscular and perceptual responses to U-18 English Premier League academy football match play*. *European Journal of Sport Science*, 24(10), 1405–1413. <https://doi.org/10.1002/ejsc.12191>
6. Schaefer, L. V., & Bittmann, F. N. (2017). Are there two forms of isometric muscle action? Results of the experimental study support a distinction between a holding and a pushing isometric muscle function. *BMC sports science, medicine & rehabilitation*, 9, 11. <https://doi.org/10.1186/s13102-017-0075-z>
7. Lum, D., & Barbosa, T. M. (2019). Brief Review: Effects of Isometric Strength Training on Strength and Dynamic Performance. *International journal of sports medicine*, 40(6), 363–375. <https://doi.org/10.1055/a-0863-4539>
8. Franceschi, A., Robinson, M. A., Owens, D., Brownlee, T., Ferrari Bravo, D., & Enright, K. (2023). *Reliability and sensitivity to change of post-match physical performance measures in elite youth soccer players*. *Frontiers in Sports and Active Living*, 5, 1173621. <https://doi.org/10.3389/fspor.2023.1173621>
9. Fitzpatrick, J. F., Hicks, K. M., Russell, M., & Hayes, P. R. (2021). *The reliability of potential fatigue-monitoring measures in elite youth soccer players*. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(12), 3448–3452. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003317>

Anexo 1:

Procedimiento experimental

El estudio se llevará a cabo a lo largo de seis semanas consecutivas, dentro del calendario competitivo. El procedimiento se estructurará en dos mesociclos de tres semanas cada uno, separadas por un cruce de grupos:

Mesociclo 1 (Semanas 1–3):

- Grupo A: protocolo de recuperación activa con fuerza isométrica de alta intensidad en tren inferior sumado a la fuerza-resistencia en tren superior.
- Grupo B: protocolo de recuperación activa con fuerza-resistencia en tren superior.

Mesociclo 2 (Semanas 4–6):

Los grupos intercambiarán los protocolos, completando así otras tres semanas de control y evaluaciones.

Cada sesión de recuperación activa se llevará a cabo todos los lunes por la mañana, siendo esta la primera sesión de todas las semanas de entrenamiento, dos días después del partido oficial.




Protocolos de intervención




1. Protocolo A – Recuperación activa con fuerza isométrica de tren inferior y fuerza-resistencia de tren superior:

- Bloque 1: ejercicios de fuerza-resistencia para tren superior (press de pecho, remo australiano, biceps con barra y fondos de tríceps) con cargas bajas (50-60% 1RM) y alto

volumen (3 series de 8-12 repeticiones). Pausa nula entre ejercicios. Pausa de 1´ al finalizar todo el ciclo.

- Bloque 2: ejercicios isométricos de alta intensidad para tren inferior (sentadilla isométrica unipodal empujando estructura inamovible, puente de glúteos empujando contra barra inamovible detenida por compañeros).
 - Duración de contracción: 10–12 segundos.
 - Número de repeticiones: 2–3 por ejercicio
 - Series: 3, con pausas de 45–60 segundos.

Ejercicios MMSS:	Imagen	Semana	Series	Reps.	Intensidad
Press plano con barra.		1	2	8	55% 1RM
		2	3	9	60% 1RM
		3	3	10	50% 1RM
Remo australiano.		1	2	8	PC
		2	3	9	+15% PC
		3	3	10	PC
Curl de bíceps con barra.		1	2	10	RIR 1-2
		2	3	12	RIR 0-1
		3	3	10	RIR 1-2

Fondos de tríceps pies en cajón.		1	2	10	+15% PC
		2	3	12	PC
		3	3	10	PC
Ejercicios MMII:	Imagen	Semana	Series	Repeticiones	Intensidad
Empuje isométrico de cuádriceps.		1	3	2 - 10"	70% CVM
		2	3	3 - 10"	70% CVM
		3	3	2 - 12"	80% CVM
Empuje isométrico de isquiotibiales y glúteos.		1	3	2 - 10"	70% CVM
		2	3	3 - 10"	70% CVM
		3	3	2 - 12"	80% CVM

Nota. 1RM=Repetición máxima; PC=Peso corporal; CVM=Contracción voluntaria máxima; RIR=Repeticiones en recámara.

1.2 Ejercicios isométricos de empuje. (PIMA)

Extensión isométrica unilateral de rodilla contra estructura inamovible

El ejercicio consistió en una contracción isométrica unilateral de empuje en cadena cinética cerrada, orientada predominantemente al complejo extensor de rodilla del miembro inferior ejecutante.

El participante se posicionó parado sobre un apoyo monopodal, con el pie completamente sobre el suelo y el miembro contralateral en el aire. Se adoptó una semiflexión de rodilla (~30–40°) en la pierna de trabajo, manteniendo alineación de rodilla con el segundo metatarsiano y pelvis en posición neutra.

Desde esta posición, el jugador realizó una acción de empuje vertical contra una barra fija e inamovible ubicada sobre la cintura escapular, intentando extender la rodilla del miembro ejecutante sin producir desplazamiento articular observable ni modificación de la posición corporal.

Se controlaron los siguientes aspectos técnicos:

- Apoyo plantar completo del miembro ejecutante.
- Estabilidad pélvica sin inclinación contralateral.
- Tronco erguido y neutro.
- Ausencia de bloqueo completo de rodilla.
- Activación voluntaria submáxima de elevada intensidad percibida según percepción.

El ejercicio corresponde a una modalidad pushing isometric muscle action (PIMA), caracterizada por el desarrollo de fuerza contra una resistencia estable sin movimiento, priorizando el control de la magnitud de fuerza aplicada.

Extensión isométrica unilateral de cadera contra estructura inamovible

El segundo ejercicio consistió en una contracción isométrica unilateral de empuje en cadena cinética cerrada, orientada principalmente a los extensores de cadera del miembro inferior ejecutante.

El participante adoptó posición de decúbito supino, con una rodilla en flexión aproximada de 90° (miembro ejecutante) y el pie apoyado en el suelo. El miembro contralateral se mantuvo sin apoyo evitando asistencia mecánica.

Una barra fija e inamovible fue colocada sobre la pelvis, contra la cual el sujeto efectuó una acción de empuje vertical intentando extender la cadera sin generar desplazamiento de la estructura ni variación del ángulo articular.




Se controlaron:

- Pelvis neutra, evitando rotaciones o inclinaciones laterales.
- Rodilla del miembro ejecutante estable en el plano frontal.
- Activación voluntaria predominante del glúteo mayor e isquiotibiales.
- Intensidad submáxima elevada según percepción del esfuerzo.

Al igual que el ejercicio anterior, esta tarea corresponde a una modalidad PIMA, en la que el sujeto empuja contra una resistencia estable sin que se produzca desplazamiento visible.

2. Protocolo B – Recuperación activa con fuerza-resistencia de tren superior:

- Bloque 1: ejercicios de fuerza-resistencia para tren superior (press de pecho, remo australiano, biceps con barra y fondos de tríceps.) con cargas bajas (55-65% 1RM) y alto volumen (3-4 series de 8-12 repeticiones). Pausa nula entre ejercicios. Pausa de 1' al finalizar todo el ciclo.
- En este protocolo no se incluyen estímulos isométricos.

Ejercicios MMSS:	Imagen	Semana	Series	Reps	Intensidad
Press plano con barra.		1	3	8	55% 1RM
		2	4	9	65% 1RM
		3	4	10	55% 1RM
Remo australiano.		1	3	8	PC
		2	4	9	+15% PC
		3	4	10	PC
Curl de biceps con barra.		1	3	10	RIR 1-2
		2	4	12	RIR 0-1

		3	4	10	RIR 1-2
Fondos de tríceps pies en cajón.		1	3	10	+15% PC
		2	4	12	PC
		3	4	10	PC

Nota. 1RM=Repetición máxima; PC=Peso corporal; CVM=Contracción voluntaria máxima; RIR=Repeticiones en recámara.

Ambos protocolos tendrán una duración total de 35-40 minutos, precedidos por 8 minutos de movilidad articular general con los siguientes ejercicios:

- Flexo-extensiones; Rotaciones externas; Circunducciones de hombro asistidos de bastón.
- Sentadilla de arranque con bastón y Bisagras de cadera asistidos de bastón.

Anexo 2:

Instrumentos de medición y procedimientos de evaluación

1. Evaluación del rendimiento neuromuscular

El rendimiento neuromuscular de los miembros inferiores fue evaluado mediante el test de Countermovement Jump (CMJ) utilizando una alfombra de contacto marca Axon Jump®.

La alfombra de contacto permite registrar el tiempo de vuelo (t) del salto a partir de la interrupción del contacto con la superficie. A partir del tiempo de vuelo se calcula la altura del salto mediante una ecuación derivada del movimiento en el eje vertical.

La altura del salto (h) se determinó utilizando la siguiente fórmula: $h = t^2 \times g / 8$

Donde:

- h = altura del salto (metros)
- t = tiempo de vuelo (segundos)
- g = aceleración de la gravedad (9,81 m/s²)

La fórmula surge del análisis cinemático del movimiento vertical, asumiendo que el centro de masas describe una trayectoria parabólica simétrica durante la fase aérea del salto. El valor final de altura fue expresado en centímetros para su posterior análisis estadístico.

Procedimiento de ejecución del CMJ

- Los jugadores realizaron el test con manos en la cintura para evitar influencia del braceo.

(Imagen 1)



Imagen 1.

- Se le dio una señal auditiva con la señal “¡Va!” para que el jugador inicie con el salto.
- Se exigió un contramovimiento previo a la fase concéntrica
- Se solicitó descender hasta un ángulo aproximado de 90° de flexión de rodilla.
- Se realizaron dos intentos válidos, separados por 1 minuto de recuperación pasiva.
- Se registró el mejor valor obtenido.

Las evaluaciones de control se realizaron en tres momentos:

1. Día de partido (sábado 12.30hs): Primer evaluación de rendimiento con CMJ inmediatamente habiendo finalizada la competencia.
2. Día +2 postpartido (lunes 8:00 h): Segunda evaluación de rendimiento con CMJ en la primera práctica de la semana, sumado al cuestionario de bienestar obtenido previo a que inicie la sesión.

3. Día +3 postparto (martes 8:00 h): Tercera evaluación de CMJ y repetición del cuestionario de bienestar, para comparar el efecto agudo de la intervención del día +2 postparto.

2. Evaluación psicobiológica

El estado psicobiológico fue evaluado mediante la aplicación digital de libre acceso “Training Feel”, completada antes del inicio de cada uno de los entrenamientos.

La herramienta consiste en cuatro preguntas de autopercepción:

1. ¿Cómo dormiste anoche?
2. ¿Cuánto te duelen los músculos?
3. ¿Cuán fatigado estás hoy?
4. ¿Cuán estresado estás hoy?

Cada pregunta se responde mediante una escala del 1 al 10. (Imagen 2)



Imagen 2

Procedimiento de aplicación

- El cuestionario fue completado individualmente.
- Se respondió previo al inicio del entrenamiento.
- No se permitió interacción entre jugadores durante la respuesta.

La aplicación utiliza una escala tipo Likert de 1 a 10 puntos en cada una de las cuatro dimensiones evaluadas. En la dimensión “calidad del sueño”, valores más altos indican mejor estado. En las dimensiones “dolor muscular”, “fatiga” y “estrés”, valores más altos indican mayor malestar.

Para unificar la dirección interpretativa y permitir el cálculo de un unico valor numérico coherente, la aplicación realiza una recodificación inversa de las variables negativas mediante la siguiente operación:

$$\text{Valor corregido} = (11 - \text{valor original})$$

Una vez recodificadas las variables correspondientes, calcula el puntaje global de bienestar mediante el promedio de las cuatro dimensiones:

$$\text{Wellnes} = (\text{Sueño} + \text{Dolor muscular} + \text{Fatiga} + \text{Estres}) / 4$$

Relación entre variables

Para el análisis integrador del estudio, se consideró:

- Estado neuromuscular → Altura del CMJ (cm).
- Estado psicobiológico → Puntaje global wellness.

Ambas variables fueron comparadas en los distintos momentos de evaluación y entre protocolos.

Anexo 3:

Fundamentación del método estadístico

El presente estudio adoptó un diseño longitudinal, cruzado y con medidas repetidas, en el cual los mismos sujetos fueron evaluados en distintos momentos temporales (post-partido, Z48 horas y +72 horas) bajo dos condiciones experimentales diferentes (Protocolo A y Protocolo B).

Dado que:

- Se comparan más de dos momentos temporales.
- Se analizan dos condiciones experimentales.
- Las mediciones se realizan sobre los mismos sujetos.
- Se busca identificar posibles interacciones entre protocolo y tiempo.

El método estadístico seleccionado fue el Análisis de Varianza (ANOVA) de medidas repetidas. El ANOVA de medidas repetidas permite determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre medias cuando intervienen múltiples factores, controlando la variabilidad intra-sujeto y reduciendo el riesgo de error tipo I que implicaría realizar múltiples comparaciones independientes.

Variables

Se realizaron análisis independientes para las siguientes variables dependientes:

- Altura del salto en Countermovement Jump (CMJ), expresada en centímetros.
- Puntaje global de bienestar psicobiológico obtenido mediante la aplicación “Training Feel”.

Los factores considerados en el modelo fueron:

- Factor intra-sujeto: Tiempo (post-partido, +48 h, +72 h).
- Factor inter-sujetos: Tipo de protocolo (A y B).

Procedimiento

El análisis estadístico siguió las siguientes etapas:

1. Registro de valores individuales en cada momento de evaluación.
2. Cálculo de medias y desvíos estándar para cada protocolo y momento temporal.
3. Aplicación de ANOVA de medidas repetidas para determinar:
 - Efecto principal del tiempo.
 - Efecto principal del protocolo.
 - Interacción protocolo \times tiempo.
4. Obtención del estadístico F y su correspondiente valor p.
5. Interpretación de significancia estadística.

El nivel de significancia fue establecido en $p < 0.05$.

Cuando el valor p resultó inferior al nivel establecido, se consideró que existían diferencias estadísticamente significativas atribuibles al protocolo o a la interacción entre protocolo y tiempo.

Análisis de correlación

Adicionalmente, se realizó un análisis de correlación de Pearson con el objetivo de examinar la relación entre:

- La variación en la altura del CMJ.

- La variación en el puntaje global de bienestar

El coeficiente de correlación (r) permitió identificar la magnitud y dirección de la asociación lineal entre ambas variables.

Los valores posibles de r se interpretaron de la siguiente manera:

- r cercano a $+1$: asociación positiva fuerte.
- r cercano a 0 : ausencia de relación lineal.
- r cercano a -1 : asociación negativa fuerte.

Un valor $p < 0.05$ indicó que la relación observada no se debía al azar.

Este análisis complementó el ANOVA al explorar si los cambios en la recuperación objetiva (neuromuscular) se asociaron con los cambios en la recuperación subjetiva (psicobiológica).