



Universidad Nacional
de Río Negro

Trabajo Final Integrador

“Efecto de la suplementación con monohidrato de creatina sobre la recuperación de la función y daño muscular luego de un estímulo con predominio de acciones excéntricas: ensayo doble ciego, aleatorizado y controlado con placebo”

Autor/a: Querejeta Morón, María Paz

Director/a: Scavo, Matías

Año: 2025

Sede atlántica
Viedma, Río Negro

Agradecimientos

Quiero agradecer a todas las personas que me han acompañado, brindado su apoyo y dado una mano a lo largo de este camino, tanto en lo académico como en lo personal.

En primer lugar, a mi familia, especialmente a mi mamá Mónica Morón y mi papá José Querejeta, por su amor incondicional y su apoyo constante en cada etapa de la vida que he atravesado. Gracias por enseñarme el valor del esfuerzo y la dedicación al trabajo. Además por darme la posibilidad de cambiar de ciudad o de carrera con tal de que me convierta en la mujer y profesional que yo deseara. Me siento muy afortunada de la familia que me tocó, de los valores que me transmitieron, y siento que son un ejemplo de superación diaria basado en el esfuerzo y el trabajo.

A mi madrina, María Fernanda Saboy, y a mi tío, Carlos Morón, quienes siempre han estado presentes brindándome su cariño, ayudándome en todo lo que necesité y buscando la forma para que yo me sintiera bien en cada momento.

A la Universidad de Río Negro, por darme el espacio para formarme profesionalmente. Agradecerle a mi tutor de tesis, Matías Scavo, por la predisposición tanto en sus clases como en la dirección de este trabajo final.

Índice general

Agradecimientos.....	2
Índice general.....	3
Índice de abreviaturas.....	5
Índice de figuras y gráficos.....	6
Resumen.....	8
a) Objetivo.....	8
b) Materiales y métodos.....	8
c) Resultados.....	8
d) Conclusión.....	9
e) Palabras claves.....	9
Introducción.....	10
Justificación.....	11
Objetivos.....	13
Objetivo general.....	13
Objetivos específicos.....	13
Antecedentes de la investigación.....	14
Marco teórico.....	16
a) Ayuda ergogénica.....	16
b) Suplementos.....	17
c) Pirámide nutricional.....	20
d) Regulación.....	22
• Argentina.....	22
• Provincia de Río Negro.....	23
• Mercosur (Mercado Común del Sur).....	23
• Mundo.....	24
e) Creatina.....	25
• Fórmula química.....	26
• Fuentes alimenticias de creatina.....	27
• Creatina en el ser humano.....	28
• Actividad metabólica.....	30
• Presentaciones.....	31
• Monohidrato de creatina.....	32
• Síntesis y absorción.....	36
• Creatina en el deporte y sus beneficios.....	39
• Efectos adversos.....	40
• Forma adecuada de consumo.....	41
• Dopaje.....	42
f) Daño muscular inducido por el ejercicio (EIMD).....	42

• Fisiología del daño muscular.....	43
- Daño estructural.....	43
- Daño químico.....	44
• Dolor.....	45
g) Entrenamiento.....	47
h) Acciones excéntricas.....	48
• Proceso inflamatorio.....	50
• Contraindicaciones del ejercicio excéntrico.....	50
i) Salto CMJ.....	51
Hipótesis.....	53
• H0.....	53
• H1 o HA.....	53
Metodología.....	54
a) Tipo de investigación.....	54
b) Diseño de investigación.....	54
c) Población.....	55
d) Muestra.....	55
e) Criterios de inclusión.....	57
f) Métodos estadísticos.....	58
g) Operacionalización de variables.....	60
h) Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	60
Resultados.....	67
a) Enzima creatinfosfoquinasa (CPK).....	67
b) Escala visual analógica de dolor (EVA).....	70
c) Salto con contramovimiento (CMJ).....	72
d) Relación existente entre el nivel de entrenamiento previo con el daño muscular inducido (EIMD).....	75
e) Relación entre función muscular y daño muscular inducido por el ejercicio (EIMD).....	77
Discusión.....	80
Conclusiones.....	83
a) Limitaciones del estudio y fundamentos de elección.....	84
b) Fortalezas del estudio.....	85
c) Recomendaciones para la práctica profesional y futuras investigaciones.....	86
Referencias bibliográficas:.....	88
Anexos.....	100
a) Consentimiento de los estudiantes.....	100
b) Laboratorios.....	101
c) Escala visual analógica.....	109
d) Salto CMJ.....	111
e) Fotos.....	111

Índice de abreviaturas

ADP: Adenosín Difosfato.

ANMAT: Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica

ANVISA: Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria.

ATP: Adenosín Trifosfato.

BCAA: Aminoácidos de cadena ramificada (Branched-Chain Amino Acids)

Ca: Calcio.

CAA: Código Alimentario Argentino.

CMJ: Salto con contramovimiento (Countermovement Jump).

CPK: Creatinfosfoquinasa

Cr: Creatina.

DOMS: Dolor muscular de inicio retardado/Dolor muscular de aparición tardío.

EIMD: Daño muscular inducido por el ejercicio.

ERC: Enfermedad Renal Crónica.

EVA: Escala visual analógica.

FDA: Administración de Alimentos y Medicamentos. Food and Drug Administration.

H: Hidrógeno.

IL-1: Interleucina-1.

IL-6: Interleucina-6.

ISSN: Sociedad internacional de Nutrición Deportiva (International Society of Sports Nutrition).

Pi: Fosfato inorgánico.

SD: Suplementos Dietéticos.

SDD: Suplementos Dietéticos Deportivos.

TFI: Trabajo Final Integrador.

TNF α : Factor de Necrosis Tumoral Alfa.

UE: Unión europea.

UNRN: Universidad de Río Negro.

Índice de figuras y gráficos

• Figuras

Figura N° 1. Historia de la creatina	14
Figura N° 2. Suplementos	19
Figura N° 3. Pirámide nutricional	20
Figura N° 4. Estructura química de la creatina	26
Figura N° 5. Creatina en el organismo	29
Figura N° 6. Estructura química del monohidrato de creatina	32
Figura N° 7. Certificación NSF sport	34
Figura N° 8. Certificación Informed Choice	35
Figura N° 9. Certificación Creapure	36
Figura N° 10. Metabolismo de la creatina	37
Figura N° 11. Estructura molecular de la creatina, fosfocreatina y creatinina	38
Figura N° 12. Eventos posteriores al daño muscular por ejercicio excéntrico	44
Figura N° 13. Variables de estudio	55
Figura N° 14. Esquema metodológico del trabajo final integrador (TFI)	57
Figura N° 15. Escala visual analógica de dolor (EVA)	62
Figura N° 16. Plataforma de salto	63
Figura N° 17. Protocolo de ejercicios	64
Figura N° 18. Niveles de CPK (U/L) en la medición pre entreno y post entreno en los diferentes grupos	67
Figura N° 19. Resultados estadísticos según suplemento administrado en los diferentes grupos.....	68
Figura N° 20. Escala visual analógica de dolor (EVA) en los diferentes grupos	70
Figura N° 21. Resultados estadísticos de la escala visual analógica (EVA) en los diferentes grupos	71
Figura N° 22. Salto con contramovimiento (CMJ) en los diferentes grupos	73
Figura N° 23. Resultados estadísticos del salto con contramovimiento (CMJ) en los diferentes grupos	74
Figura N° 24. Daño muscular según nivel de entrenamiento previo	76
Figura N° 25. Relación entre daño muscular y función muscular	78

- **Tablas**

Tabla N° 1. Contenido de creatina en alimentos27

Tabla N° 2. Descripción y datos relevantes de las variables60

Resumen

a) Objetivo

Evaluar la incidencia de la suplementación con monohidrato de creatina sobre la recuperación de la función y daño muscular, luego de un estímulo con predominio de acciones excéntricas en estudiantes de 21 a 29 años pertenecientes a la carrera de nutrición.

b) Materiales y métodos

Estudio experimental, cuantitativo, aleatorizado, doble ciego y de corte longitudinal. Participaron 14 estudiantes (13 mujeres, 1 varón; 21-29 años) distribuidos en 4 grupos recibiendo dos de ellos dosis bajas y altas de creatina (0,1 y 0,3 g/kg/día) mientras los otros dos recibieron dosis bajas y altas del placebo (0,1 y 0,3 g/kg/día). La suplementación se hizo durante 7 días consecutivos. Se evaluaron los niveles de CPK sérica, percepción subjetiva del dolor con la escala EVA y función muscular con el test CMJ antes y después de un estímulo con predominio de acciones excéntricas. Para comparar medias entre los grupos y determinar si las diferencias observadas fueron significativas se empleó la prueba t de Student para muestras relacionadas. El nivel de correlación entre variables se determinó con el coeficiente de correlación de Pearson. El nivel de significancia fué de 0,05.

c) Resultados

Se observó alta variabilidad individual frente al estímulo. El grupo con creatina en dosis bajas mostró una disminución significativa de la CPK ($p < 0,05$) comparado con placebo a igual dosis. El dolor muscular se incrementó entre las 24-48 h post ejercicio, con niveles ligeramente menores en quienes recibieron creatina, sin significancia estadística. El salto CMJ mejoró levemente en los grupos con dosis bajas, aunque sin diferencias significativas. Se identificaron correlaciones débiles entre entrenamiento previo, daño muscular y función neuromuscular.

d) Conclusión

Los hallazgos respaldan la hipótesis alternativa, aunque dada la heterogeneidad de resultado y la falta de significancia estadística ($p < 0.05$) en la mayoría de las variables, no se puede descartar la hipótesis nula con certeza. La suplementación con creatina en dosis bajas podría atenuar el daño muscular inducido por ejercicio excéntrico, especialmente en sujetos con menor nivel de entrenamiento.

e) Palabras claves

Monohidrato de creatina, recuperación, función, daño muscular, acciones excéntricas.

Introducción

Durante el ejercicio físico, especialmente cuando éste incluye acciones excéntricas y no habituales, el músculo esquelético tiende a exacerbar el daño de las fibras musculares, llevando a una pérdida transitoria de su función.

Dicha pérdida está asociada a un detrimento de las propiedades neuro-contráctiles, dolor muscular de inicio retardado (DOMS), restricciones en el rango de movimiento e incremento de proteínas intramiocelulares como la enzima creatinquinasa (Ebbeling, 1989).

El daño muscular inducido por el ejercicio (EIMD) suele ser favorable para la reestructuración muscular, hipertrofia y ganancias de fuerza, aunque cuando el mismo no es resuelto y se produce de forma exagerada, y a la vez no se utilizan técnicas para la recuperación y adaptación del tejido muscular es probable que conduzca a lesiones y/o necrosis fibrilar (Marqués y Terrado, 2018).

Para contrarrestar estos efectos negativos y promover una recuperación más rápida se intentan buscar intervenciones nutricionales adecuadas. En esta línea, la suplementación con creatina se ha visto como una posible estrategia favorable. Si bien la creatina goza de amplia evidencia científica en varios aspectos relacionados al rendimiento y a la salud, la evidencia con respecto al impacto sobre la recuperación muscular luego del EIMD no es tan clara y aún no está del todo claro cuál sería la dosis óptima (Doma et. al, 2020; Jurado et al., 2020).

En este sentido es que surge nuestro problema de investigación y que intentaremos explicar: ***¿Cuál es el impacto de la suplementación con monohidrato de creatina sobre la recuperación de la función y daño muscular luego de un estímulo con predominio de acciones excéntricas en estudiantes universitarios?***

Justificación

El ejercicio físico genera un desgaste que puede provocar efectos secundarios en las personas, entre ellos el dolor muscular de aparición tardía (DOMS) . Este dolor es más intenso cuando el ejercicio físico involucra principalmente acciones excéntricas, lo que conlleva una reducción de la capacidad funcional posterior al mismo. Cabe destacar que el DOMS puede presentarse tanto en personas sedentarias como en deportistas (Jazme et al., 2017; Rodríguez, 2019).

En los últimos años, el mercado de la nutrición deportiva ha experimentado una notable expansión, alcanzando a un público más diverso. Anteriormente, sus consumidores principales eran fisicoculturistas y atletas de élite; no obstante, actualmente también lo integran personas interesadas en mejorar su salud y bienestar general. Asimismo, la accesibilidad a estos productos ha aumentado significativamente (Giraldo y Huallanco, 2021).

Dentro de las estrategias nutricionales utilizadas para favorecer la recuperación muscular, optimizar el rendimiento funcional y reducir el DOMS, la suplementación es una de las más empleadas. Su objetivo es complementar la alimentación y mejorar el desempeño de los deportistas, siempre considerando un plan nutricional adecuado según la persona y el tipo de entrenamiento.

En este contexto, la creatina es una de las ayudas ergogénicas con mayor respaldo científico. Se trata de un compuesto natural con nitrógeno, formado por aminoácidos. Entre sus diferentes presentaciones, el monohidrato de creatina ha demostrado ser la más efectiva en términos de absorción muscular y mejora del rendimiento en ejercicios de alta intensidad, además de contar con el mayor respaldo en investigaciones científicas (Kreider y Stout, 2021).

En cuanto surge un estudio que sugiera algún efecto positivo, por mínimo que sea, el sector comercial tiende a exagerar sus beneficios mediante estrategias de marketing, muchas veces sin el respaldo suficiente. Por ello, es fundamental recurrir a evidencia científica rigurosa y analizar los resultados de manera crítica para llegar a conclusiones confiables (Galancho, 2021). Además, la mayoría de los deportistas que consumen

suplementos lo hacen sin supervisión profesional, lo que puede representar un riesgo para su salud (Mihandoust, 2020).

El consumo de creatina se observa en todas las edades, aunque es más frecuente en personas menores de 30 años (Morrison et al, 2004).

Para este estudio, se seleccionó como muestra a estudiantes de la Universidad de Río Negro (UNRN) con el propósito de analizar, de manera teórica y práctica, los efectos reales de la suplementación con monohidrato de creatina sobre las variables dependientes de esta investigación. Esto permitirá brindar información útil para su formación académica y su futuro desempeño profesional. Además, contribuirá al conocimiento dentro de la Universidad y servirá como un recurso de divulgación no solo para los estudiantes, sino también para un amplio sector de la comunidad, incluidos pacientes y deportistas.

Objetivos

Objetivo general

Evaluar la incidencia de la suplementación con monohidrato de creatina sobre la recuperación de la función y daño muscular, luego de un estímulo con predominio de acciones excéntricas en estudiantes de 21 a 29 años pertenecientes a la carrera de nutrición.

Objetivos específicos

Evaluar los efectos de la suplementación con monohidrato de creatina sobre el dolor muscular de inicio retardado a las 24, 48 y 72 horas post-estímulo.

Determinar los efectos de la suplementación con monohidrato de creatina sobre la recuperación del salto con contramovimiento.

Valorar la influencia de la suplementación con dosis baja y alta de monohidrato de creatina sobre un marcador clave de daño muscular inducido por el ejercicio excéntrico.

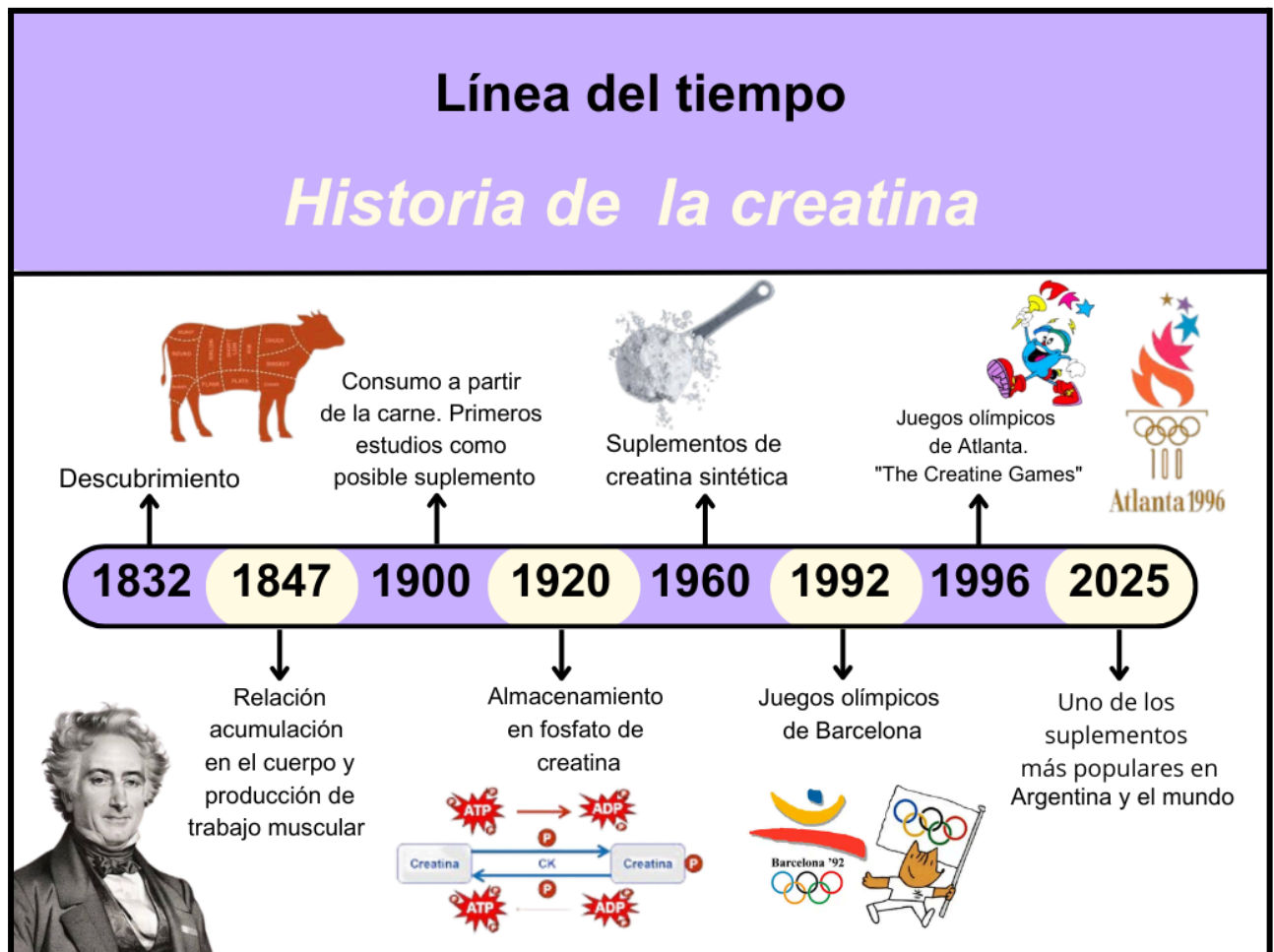
Establecer las relaciones existentes entre el nivel de entrenamiento previo con el daño muscular inducido

Establecer las relaciones existentes entre la función muscular y el daño muscular inducido.

Antecedentes de la investigación

Figura N° 1

Historia de la creatina.



Nota: Representa la historia resumida de la creatina desde 1832 hasta la actualidad (2025). Elaboración propia.

En 1832, el químico francés Michel Eugène Chevreul descubrió por primera vez la creatina mientras investigaba los componentes del músculo esquelético en la carne, siendo esta la primera matriz alimentaria en la que se identificó dicha sustancia. Posteriormente, en 1847, Justus von Liebig concluyó que la acumulación de creatina en el cuerpo está directamente relacionada con la producción de trabajo muscular (Del Castillo, 2000).

A principios del siglo XX, comenzaron los estudios sobre el uso de la creatina como suplemento. En la década de 1920, se descubrió que las células musculares almacenan energía en forma de fosfato de creatina, el cual puede liberarse rápidamente en momentos de alta demanda energética (Del Castillo, 2000).

En la década de 1960, durante la Guerra Fría, se inició la producción de creatina sintética, que fue adoptada principalmente por los países de la Unión Soviética. Sin embargo, su uso como suplemento deportivo no se popularizó hasta 1992, cuando algunos atletas británicos recibieron suplementación con creatina en los Juegos Olímpicos de Barcelona. Entre ellos destacaron Linford Christie (medallista de oro en 100 metros masculinos) y Sally Gunnell (medallista de oro en 400 metros vallas femeninos). A partir de ese momento, la creatina comenzó a ganar reconocimiento y a ser objeto de numerosas investigaciones sobre sus efectos ergogénicos (Del Castillo, 2000).

En los Juegos Olímpicos de Atlanta 1996, el consumo de creatina se hizo aún más notorio, al punto de que estos fueron referidos como "*The Creatine Games*" ("Los Juegos de la Creatina") (Del Castillo, 2000). Se estima que aproximadamente el 80% de los deportistas utilizaron creatina, contribuyendo significativamente a la obtención de medallas de oro (Jeukendrup y Gleeson, 2019; p.349).

Actualmente, su consumo se ha extendido a atletas recreativos, universitarios y profesionales (Mihandoust, 2020). Se estima que el consumo mundial de creatina en el ámbito deportivo alcanza aproximadamente 3.000.000 kg/año (Jeukendrup, Asker y Gleeson, 2019; p.349).

Entre las disciplinas con mayor prevalencia de consumo destacan el levantamiento de pesas y el fisicoculturismo, con un 90% de sus atletas suplementados (Mesa et al., 2001).

De acuerdo con la Revista de la Sociedad Internacional de Nutrición Deportiva, los principales motivos y fuentes de información sobre la suplementación con creatina varían considerablemente. Un 34% de los consumidores la utilizan por recomendación de sus entrenadores, un 18% se basa en información de Internet o en comentarios de otras personas, un 5% sigue recomendaciones de vendedores de suplementos, y solo el 13% consulta a un profesional de la salud, principalmente médicos y nutricionistas (Mesa et al., 2001; Rodríguez, 2019).

Marco teórico

a) Ayuda ergogénica

El término "ergogénico" proviene del griego, específicamente de los términos "ergo" o "ergon", que significa "trabajo". Una sustancia es considerada ergogénica cuando tiene la capacidad de generar trabajo o incrementar su cantidad. En teoría, las ayudas ergogénicas permiten que una persona lleve a cabo más esfuerzo físico del que podría lograr sin su ayuda (Colcas, 2017; Barbero 2006).

El concepto de ergogénesis hace referencia al proceso de producción de energía, y si una sustancia específica mejora el rendimiento mediante la generación de energía, se clasifica como sustancia ergogénica (Colcas, 2017).

En el ámbito deportivo, una ayuda ergogénica se define como cualquier técnica o sustancia utilizada para optimizar la producción, regulación y eficiencia de la energía. Su propósito principal es mejorar el desempeño físico al potenciar habilidades como la fuerza, velocidad y la coordinación, además de contribuir a la reducción de la ansiedad y los temblores, el control del peso, el aumento de la agresividad y la actitud competitiva, así como a retrasar la fatiga y acelerar la recuperación del organismo (Garnés y Mas; 2005).

Las ayudas ergogénicas pueden clasificarse según su naturaleza o formas de acción en:

- **Nutricionales:** Son aquellas sustancias que, a partir de la alimentación, ofrecen beneficios al rendimiento deportivo. Se pueden identificar las siguientes subclasificaciones:
 - a) Sustancias que reponen el gasto hídrico: como las bebidas isotónicas y el agua.
 - b) Concentrados de nutrientes, clasificados según su naturaleza química, que incluyen:
 - Compuestos con hidratos de carbono (Como la maltodextrina, dextrosa, fructosa, glucosa)
 - Compuestos lipídicos (como los ácidos grasos omega 3 y el glicerol)

- Compuestos proteicos y derivados nitrogenados (como proteínas, creatina, creatinina, glutamina, BCAA, L-arginina, L-ornitina, L-lisina, L-carnitina, ácido aspártico, taurina, colina, inosina).
- c) Sustancias modificadoras del pH: como el bicarbonato sódico y el aspartato de potasio y magnesio.
- d) Macrodosis de vitaminas y minerales: en caso de deficiencias. No se requieren en individuos con una dieta equilibrada, y el exceso puede provocar efectos adversos.
- e) Misceláneos: Son sustancias que se utilizan pero que no contienen respaldo científico, como la jalea real, el polen, la lecitina de soja, el ajo y el germen de trigo.
- Fisiológicas: Incluyen estrategias que optimizan funciones corporales, como el aumento de glóbulos rojos mediante dopaje sanguíneo, el uso de oxígeno o ciertas sales minerales.
- Mecánicas: Engloban el equipamiento que favorece la ejecución de movimientos o mejora la eficiencia del atleta, como calzado especializado, indumentaria técnica o soportes ergonómicos.
- Psicológicas: Se refieren a técnicas enfocadas en la preparación mental, tales como la hipnosis, la psicoterapia o el control del estrés.
- Farmacológicas: Consisten en el uso de sustancias que pueden estimular o inhibir ciertas funciones fisiológicas, como antioxidantes, cafeína, diuréticos, los betabloqueantes. Muchos deportistas consideran también al alcohol, la cocaína, marihuana y las anfetaminas, pero estas están prohibidas en el deporte profesional dado que pueden contribuir a un riesgo para la salud e incluso ser letales. (Barbero, 2006; Bolado, 2014).

b) Suplementos

El término suplemento proviene del latín *supplementum*, que significa suplir, agregar o modificar algo para mejorarlo o perfeccionarlo (Giraldo, L. y Huallanco, J.; 2021).

El uso de suplementos nutricionales tiene como propósito alcanzar diversos objetivos, tales como mejorar el rendimiento físico durante actividades prolongadas, acelerar los procesos de recuperación muscular, regular el equilibrio hidroelectrolítico y la

termorregulación del cuerpo, ayudar en el desarrollo de masa muscular, contribuir a optimizar la energía, mejorar la resistencia y proporcionar nutrientes específicos que no siempre se obtienen de la dieta habitual. Estos suplementos se diseñan para complementar la alimentación y asegurar que el cuerpo reciba los nutrientes necesarios para un rendimiento físico máximo y una mejor recuperación. (Barbero, 2006; Giraldo, L. y Huallanco, J.; 2021).

No se usan como reemplazo del plan alimentario, ni del entrenamiento. Están dirigidos a personas sanas y no deben consumirse con la expectativa de tratar, curar o prevenir enfermedades o dolencias (Barrios, 2023).

Los suplementos deportivos se encuentran disponibles en diversas presentaciones, tales como comprimidos, cápsulas, polvos, bebidas, barritas energéticas y geles (Código Alimentario Argentino, 2019).

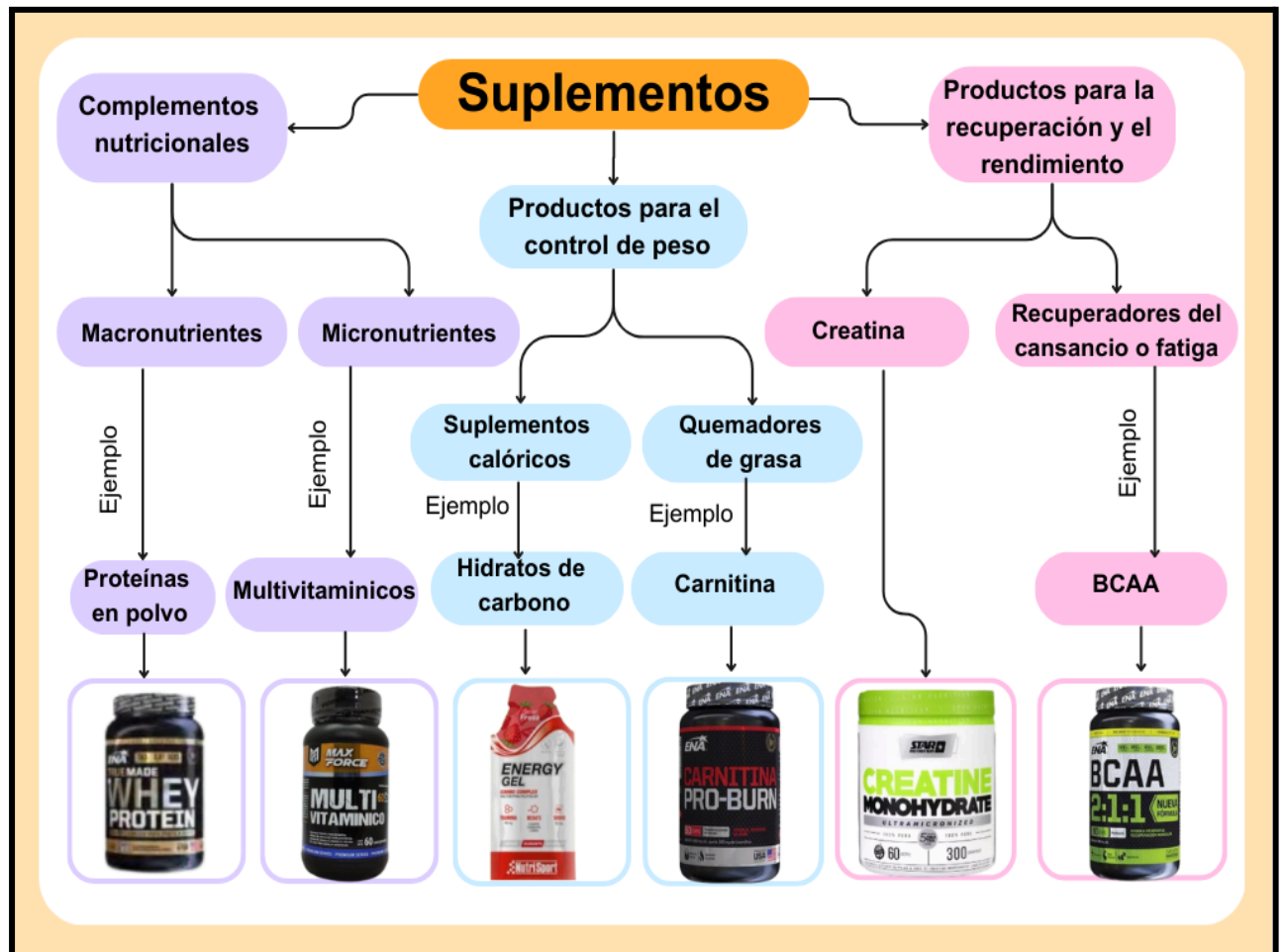
Se estima que solo el 10% de los suplementos legales realmente son efectivos, y su impacto depende de factores como un contexto adecuado, una dieta bien planificada, un programa de entrenamiento adaptado al deportista y la implementación de buenos hábitos como el descanso y el manejo del estrés. Sin embargo, existen pruebas que sugieren que, si se utilizan correctamente, pueden ofrecer beneficios (Galancho, I.; 2021).

En las últimas décadas, el uso de suplementos dietéticos (SD) en la población adulta ha crecido significativamente. En 2022, el mercado global de productos de nutrición deportiva alcanzó un valor de 45,000 millones de dólares, experimentando un aumento del 60% respecto a 2016. Es crucial señalar que los suplementos deportivos no pueden reemplazar una dieta deficiente; sin una alimentación adecuada, los efectos de los suplementos serán mínimos o casi imperceptibles (Giraldo, L. y Huallanco, J., 2021; Galancho, I., 2021).

No existe una clasificación universal para definir los tipos de suplementos dietéticos deportivos (SDD), pero frecuentemente se ha agrupado en tres grandes categorías: complementos nutricionales, productos para control de peso y productos para la recuperación y rendimiento en el deporte (Giraldo, L y Huallanco, J; 2021).

Figura N° 2

Suplementos.

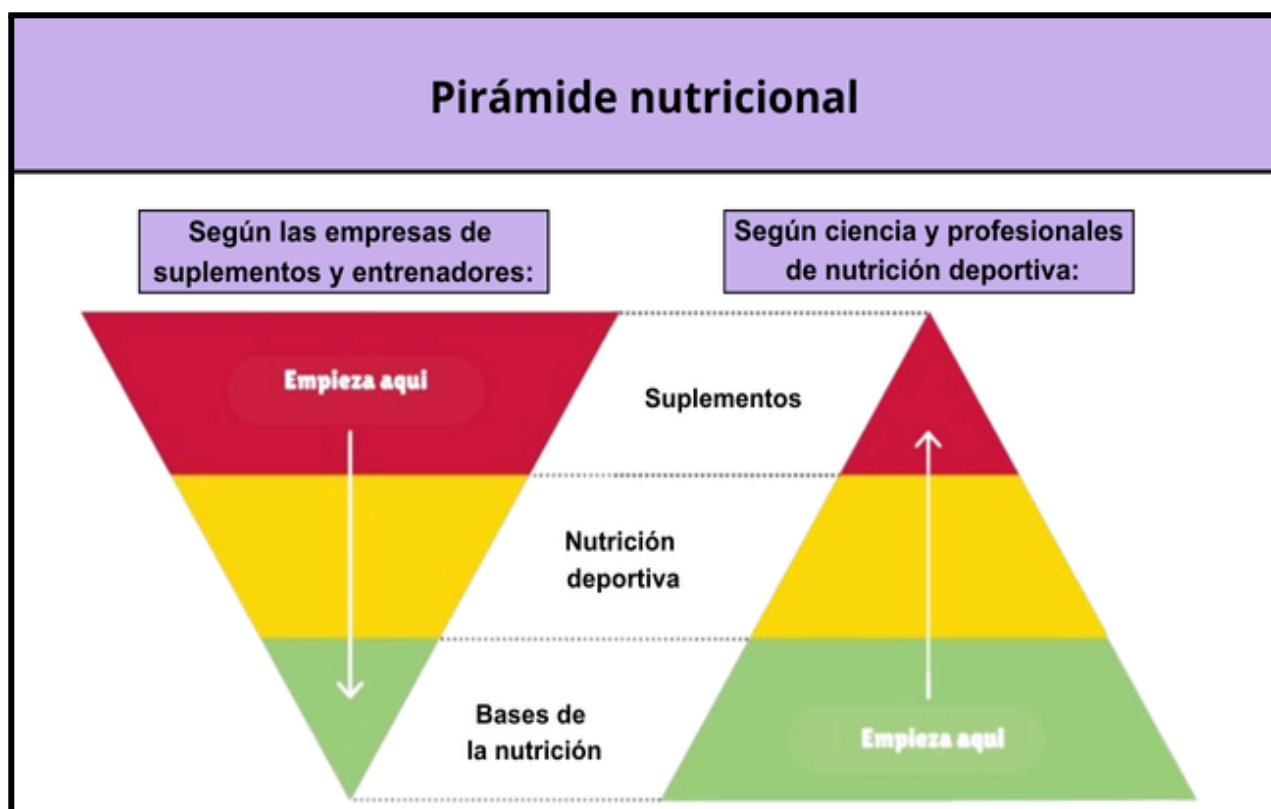


Nota: Elaboración propia, basada en información de Giraldo, L y Huallanco, J; 2021, Repositorio Académico de la Universidad Católica de Perú.

c) Pirámide nutricional

Figura N° 3

Pirámide nutricional.



Nota: Extraída de Jeukendrup, 2015.

En la práctica cotidiana, la jerarquización de las estrategias nutricionales no siempre se ajusta a los principios basados en la evidencia científica. La siguiente figura, elaborada por Jeukendrup (2015) y difundida en el portal *MySportScience*, presenta una comparación entre el abordaje comúnmente adoptado por muchos atletas, frecuentemente impulsado por la industria de los suplementos, y el enfoque recomendado por expertos en nutrición deportiva basada en la evidencia científica (Jeukendrup, 2015).

Pirámide invertida (izquierda): Representa la secuencia de prioridades que adoptan frecuentemente muchos atletas, donde el punto de partida es la suplementación, ubicada en la base de la pirámide invertida, sin antes consolidar una alimentación adecuada. Este

enfoque es común tanto en el ámbito deportivo recreacional como en el competitivo (Jeukendrup, 2015).

Entre los factores que contribuyen a la creciente utilización de suplementos se destacan la influencia de las estrategias de marketing por parte de la industria, que suele presentar estos productos como soluciones rápidas y eficaces para mejorar el rendimiento físico; la percepción errónea de que los suplementos pueden compensar deficiencias nutricionales o generar mejoras sustanciales en la composición corporal y el desempeño físico sin necesidad de modificar otros aspectos del estilo de vida; y la falta de asesoramiento profesional por parte de nutricionistas especializados (Jeukendrup, 2015).

Dentro de estas percepciones erróneas, además de lo mencionado, se encuentran diversos mitos y creencias, como la idea de que los suplementos son más efectivos que una dieta saludable, o que pueden brindar resultados inmediatos, a diferencia de los beneficios de una alimentación equilibrada, cuyos efectos positivos requieren más tiempo para manifestarse. En muchos casos, las personas asumen que “saben de alimentación” por falta de consulta con un profesional, y consideran que su dieta ya es adecuada, por lo que el siguiente paso creen que sería incorporar suplementos para potenciar aún más su rendimiento (Jeukendrup, 2015).

El riesgo de este enfoque radica en que se minimiza, o incluso se descuida, la importancia de una dieta equilibrada y personalizada, lo cual puede comprometer tanto la salud como el rendimiento deportivo a largo plazo (Jeukendrup, 2015).

Pirámide fundamentada en la evidencia científica (derecha): Plantea un enfoque respaldado por estudios científicos y avalado por nutricionistas deportivos y profesionales de la salud. Se priorizan primero los aspectos básicos de la alimentación antes de considerar la inclusión de suplementos. Manifiesta que la base de la pirámide es una dieta equilibrada, con el objetivo es satisfacer las necesidades básicas del organismo, sostener un estado de salud óptimo y promover la recuperación y adaptación al entrenamiento, basándose en los requerimientos energéticos y nutricionales del individuo y garantizando la disponibilidad de macro y micronutrientes esenciales (Jeukendrup, 2015).

En el segundo nivel o nivel intermedio, se encuentra la nutrición deportiva, que incluye la planificación y periodización de la ingesta de nutrientes en función de las demandas

específicas del deporte practicado y de las distintas fases de entrenamiento o competición. Comprende estrategias como el timing de los macronutrientes (por ejemplo, la ingesta de carbohidratos antes, durante y después del ejercicio), la hidratación adecuada y la manipulación de la disponibilidad energética para optimizar el rendimiento (Jeukendrup, 2015).

Finalmente, en la cima de la pirámide se ubica la suplementación, que debe ser específica, justificada por evidencia científica, adaptada a las necesidades individuales del deportista y siempre supervisada por profesionales de la salud. Solo tras asegurar una dieta equilibrada y una correcta nutrición deportiva se considera la inclusión de suplementos (por ejemplo, el monohidrato de creatina) (Jeukendrup, 2015).

d) Regulación

- **Argentina**

Los suplementos se encuentran mencionados en el capítulo XVII artículo 1381 del Código Alimentario Argentino (CAA) y dispuestos por la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT). En el se los menciona como “productos destinados a incrementar la ingesta dietaria habitual, suplementando la incorporación de nutrientes y/u otros ingredientes en la dieta de las personas sanas que, no encontrándose en condiciones patológicas, presenten necesidades básicas dietarias no satisfechas o mayores a las habituales”. Dichos suplementos se encuentran autorizados por el organismo desde 1998. (Código Alimentario Argentino, 2022).

En cuanto a los suplementos dietéticos deportivos (SDD), no existe una normativa específica que los regule. Aproximadamente el 20% de los suplementos en el mercado están destinados a los deportistas (De la Casa, L.; 2018).

Los suplementos suelen ser percibidos socialmente como "medicamentos", pero legalmente son clasificados como alimentos (De la Casa, L.; 2018).

Según investigaciones, el 89% de los suplementos disponibles en el mercado cumplen con las normativas establecidas en el Código Alimentario Argentino (CAA) (De la Casa, L.; 2018).

La creatina se encuentra en el artículo mencionado, establece un límite de 5 g/día de creatina, basado en una ingesta habitual de 2000 kcal diarias. Sin embargo, este valor energético es generalmente inferior al consumo calórico promedio de un deportista (De la Casa, 2018).

En los últimos años, la venta de suplementos dietarios a través de Internet ha aumentado significativamente en el país. Sin embargo, muchos de estos productos carecen de registro oficial y no cumplen con las normativas vigentes, lo que representa un riesgo potencial para la salud pública (De la Casa, 2018).

- **Provincia de Río Negro**

Al igual que el resto de las provincias, Río Negro no cuenta con una normativa específica para regular los suplementos dietéticos (SD), ni los suplementos dietéticos deportivos (SDD). Se rige con las normativas nacionales.

- **Mercosur (Mercado Común del Sur)**

No existe un marco regulatorio comunitario único para los suplementos dietéticos. Es responsabilidad de cada país miembro desarrollar y aplicar sus propias normativas nacionales para regular las actividades relacionadas con la producción, comercialización y consumo de estos productos (De la Casa, 2018).

Dentro de este bloque regional, solo tres países cuentan con una legislación específica para deportistas: Brasil, Uruguay y Chile (De la Casa, 2018).

En Brasil, la Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria (ANVISA) estableció la Resolución Directiva Colegiada N° 18 el 28 de abril de 2010. Esta normativa regula los alimentos formulados específicamente para ayudar a los atletas a cubrir sus necesidades nutricionales o mejorar su rendimiento físico. En su clasificación, distingue entre suplementos hidroelectrolíticos, energéticos, proteicos, de sustitución parcial de comidas, de creatina y de cafeína, todos destinados exclusivamente a atletas (ANVISA, 2010).

Uruguay, por su parte, modificó el Capítulo 32 del Reglamento Bromatológico Nacional mediante el Decreto 330/2014, promulgado el 13 de noviembre de 2014. En esta actualización, define los suplementos como alimentos diseñados para complementar las

necesidades nutricionales de los deportistas con el fin de optimizar su desempeño físico. La normativa clasifica estos productos en suplementos hidroelectrolíticos, a base de hidratos de carbono y proteicos, pero excluye aquellos que contienen creatina, cafeína añadida y aminoácidos aislados, entre otros componentes (Ministerio de Salud Pública de Uruguay, 2014).

En Chile, el marco regulatorio se encuentra establecido en el artículo N° 539, incorporado por el Decreto 253/02. Esta legislación define los suplementos alimentarios y los alimentos para deportistas como productos diseñados para satisfacer las necesidades de individuos sanos, en especial aquellos que practican ejercicios físicos intensos y prolongados. Además, el artículo N° 540 determina que en la etiqueta de estos productos debe figurar la denominación "ALIMENTO PARA DEPORTISTAS..." acompañada de afirmaciones específicas como "Alto en energía", "Buena fuente energía", "Alto en hidratos de carbono disponibles", "Buena fuente de hidratos de carbonos disponibles", "Alto en proteínas", "Buena fuente de proteínas", "Con adición de aminoácidos", "Con adición de electrolitos" o "Con adición de vitaminas y/o minerales" (Ministerio de Salud de Chile, 1996).

- **Mundo**

A nivel internacional, la regulación de los suplementos dietéticos deportivos varía significativamente. La industria de los suplementos dietéticos es un mercado global en constante crecimiento y expansión. Organismos como el Codex Alimentarius y países o bloques con influencia en la legislación alimentaria, como Estados Unidos, no cuentan con una normativa específica para estos productos, aplicando en su lugar las regulaciones generales de los suplementos dietarios (SD). Esta situación genera una falta de requisitos específicos y un control limitado sobre los productos que se comercializan, así como sobre las características y beneficios que se promocionan (De la Casa, 2018).

La Unión Europea se encuentra en un proceso de transición en cuanto a la regulación de los complementos alimenticios. Actualmente, estos productos están regidos por la Directiva 2002/46/CE del Parlamento Europeo, que establece un marco normativo general. En 2013, se introdujo el Reglamento 609/2013 con el propósito de incluir los alimentos destinados a deportistas. Sin embargo, su implementación no se llevó a cabo debido a las dificultades para diferenciar si un producto debía clasificarse como un

alimento específicamente formulado para deportistas o simplemente como un alimento convencional enriquecido con nutrientes y con declaraciones de propiedades saludables dirigidas a este grupo (De la Casa, 2018; Unión Europea, 2013).

El objetivo de este reglamento era establecer un marco normativo claro y con seguridad jurídica, que garantizara la protección de los consumidores, evitando confusión en la clasificación de los productos y asegurando que su comercialización se realizará bajo criterios regulados y transparentes (De la Casa, 2018).

Por otro lado, Australia y Nueva Zelanda sí cuentan con una normativa específica que regula los “alimentos formulados suplementarios para deportistas” a través de su código. Estos productos están destinados a ayudar a los deportistas a alcanzar sus objetivos nutricionales o de rendimiento físico. Deben utilizarse como suplementos de la dieta y no como la fuente principal de nutrición. Además, no se permite su consumo en niños. Los clasifican en suplementos “alto en hidratos de carbono”, “energía - proteína” o “energía” (De la Casa, 2018).

e) Creatina

El término "creatina" tiene su origen en la palabra griega "kreas", que significa "carne". Es conocida por su nombre químico N-(aminoiminometil)-N-metilglicina, siendo un compuesto natural nitrogenado que juega un papel fundamental en el metabolismo celular (Kreider et al., 2022).

La creatina es una molécula que se produce de manera natural en el organismo, específicamente en los riñones, el hígado y el páncreas, a partir de tres aminoácidos esenciales: L-arginina, glicina y L-metionina (De la Peña, 2019).

Aunque la creatina se forma a partir de aminoácidos, se la considera erróneamente como tal, ya que no cumple con la definición tradicional. Los aminoácidos son moléculas orgánicas que se combinan para formar proteínas. La creatina no se incorpora a las proteínas. Tampoco sirve como componente estructural de las proteínas, como lo hacen los aminoácidos esenciales, condicionalmente esenciales o no esenciales. Además, la creatina y los aminoácidos cumplen principalmente funciones fisiológicas diferentes. Mientras que las proteínas participan en procesos como la reparación tisular y el

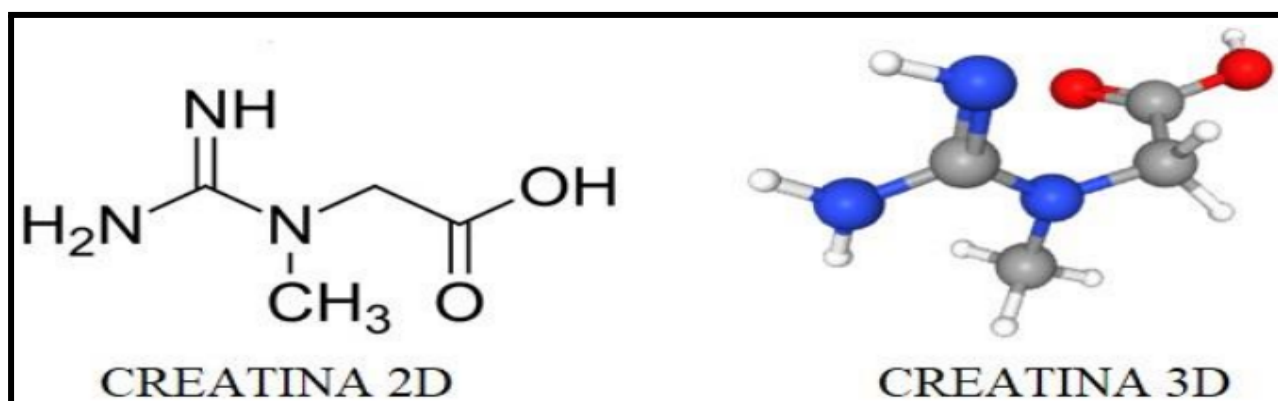
crecimiento, la creatina desempeña un papel clave en la producción de energía contribuyendo así a la mejora del rendimiento deportivo. (De la Peña, 2019; Kreider et. al., 2022).

- **Fórmula química**

Su fórmula molecular es $C_4H_9N_3O_2$. Presenta un punto de fusión de 255°C y se descompone a 303°C . Su solubilidad en agua es de 13,3 mg/mL a una temperatura de 18°C , y su densidad es de 1,33 a 25°C (Bermúdez, 2021).

Figura N° 4

Estructura química de la creatina.



Nota: Extraída de “Efectos de la suplementación con monohidrato de creatina en adultos jóvenes sanos: una revisión sistemática”, Bermúdez H., J, 2021.

El monohidrato de creatina de calidad farmacéutica se caracteriza por su color blanco puro, similar a la nieve, y una textura fina comparable al azúcar. Si el producto presenta un tono amarillento o cualquier otro color diferente al blanco, es posible que su calidad no sea óptima (Barbero, 2006).

En cuanto al sabor, la creatina auténtica tiene un ligero toque amargo. Si percibes un sabor excesivamente dulce o con una textura calcárea, podría indicar impurezas o la presencia de otros compuestos no deseados, lo que comprometería su eficacia y seguridad (Barbero, 2006).

- **Fuentes alimenticias de creatina**

La creatina se encuentra principalmente en alimentos de origen animal, como pescados, carne de cerdo, vaca, pollo y conejo. En menor proporción, también está presente en huevos y productos lácteos (De la Peña, 2019).

En contraste, los alimentos de origen vegetal contienen cantidades insignificantes de creatina, lo que hace que su aporte en la alimentación sea muy limitado (De la Peña, 2019).

Tabla N° 1

Contenido de creatina en alimentos.



ALIMENTOS	Gramos de creatina por cada 100 g de alimento en crudo
Arenque	0.70
Cerdo	0.55
Vaca	0.45
Salmón	0.45
Atún	0.40
Conejo	0.35
Pollo	0.35
Bacalao	0.30

Nota: Elaboración propia, basada en “El gran manual de la suplementación deportiva”, Galancho. I; 2021.

Es importante destacar, que al manipular las carnes y someterlas a métodos de cocción, los gramos de creatina en los alimentos se reducen. Por esta razón, resulta prácticamente imposible alcanzar a través de la alimentación la cantidad de creatina necesaria para generar efectos significativos (Galancho, I; 2021).

Las personas vegetarianas, veganas o aquellas que no consumen regularmente alimentos de origen animal pueden optar por la creatina sintética. Al no ingerir esta sustancia con frecuencia a través de la alimentación, su organismo tiende a ser más receptivo al suplemento, favoreciendo su almacenamiento. Sin embargo, no son las únicas que podrían beneficiarse o necesitarla, por lo que siempre es recomendable consultar con un profesional antes de incorporarla (Colegio de nutricionistas Prov. de Bs As., 2023).

- **Creatina en el ser humano**

Aproximadamente el 95% de la creatina se localiza en el músculo, especialmente en el músculo esquelético, aunque también en el músculo liso y cardíaco. El músculo esquelético contiene fibras musculares tipo I y tipo II, las cuales tienen una distribución diferente de creatina. Las fibras tipo II, que son fibras de contracción rápida, tienen un contenido de creatina aproximadamente un 30% mayor que las fibras tipo I, que son de contracción lenta. Las fibras tipo I son más eficientes en actividades de resistencia y baja intensidad, como caminar, yoga o pilates, que requieren un esfuerzo sostenido. Por otro lado, las fibras tipo II se utilizan principalmente en movimientos explosivos y de alta intensidad, como los sprints o el levantamiento de pesas (Jeukendrup & Gleeson, 2019).

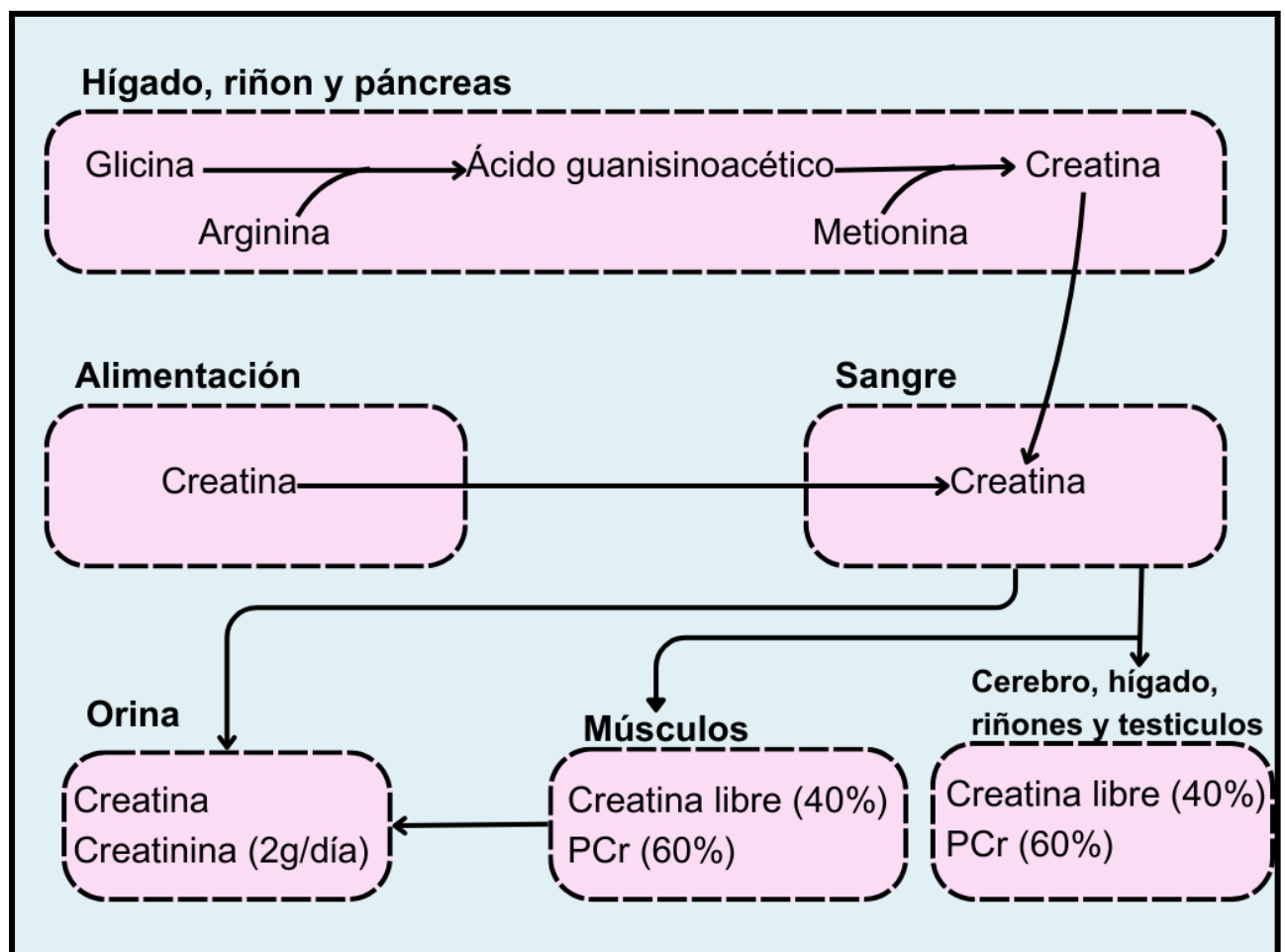
El proceso de absorción de creatina en el cuerpo es mediante un transporte activo dependiente de sodio y cloro, y una vez dentro del músculo, el 40% de la creatina se encuentra libre, mientras que el 60% está almacenado como fosfocreatina (PCr). La creatina libre es esencial para la resíntesis de fosfocreatina, que se ve reducida rápidamente durante esfuerzos de alta intensidad, empezando a disminuir tan solo dos segundos después de iniciar el ejercicio. La fosfocreatina juega un papel crucial en la rápida resíntesis de ATP, lo que tiene un impacto directo en el rendimiento durante ejercicios cortos y de alta intensidad (Bolado, D., 2014).

El 5% restante de la creatina en el organismo se encuentra en el cerebro, hígado, riñones y testículos, y en estos tejidos la relación entre creatina libre y fosfocreatina es similar a la observada en el músculo (Galancho, I., 2021).

Se calcula que las necesidades diarias de creatina en una persona “normal” de 70 kg son aproximadamente de 2 gramos. En los deportistas, la cantidad de creatina almacenada en el músculo puede ser mayor debido a la adaptación al entrenamiento y las demandas específicas de la disciplina que se practique.

Figura N° 5

Creatina en el organismo.



Nota: Elaboración propia, basada en el libro “Sport nutrition: An introduction to energy production and performance” (3rd ed., p. 349). Human Kinetics, Jeukendrup, A., & Gleeson, M., 2019.

- **Actividad metabólica**

La energía es la capacidad de realizar trabajo o generar fuerza. En el contexto muscular, el adenosín trifosfato (ATP) es la única fuente de energía que puede ser utilizada directamente para la contracción muscular y otros procesos celulares que requieren energía. Cuando el músculo se contrae, el ATP se descompone en ADP y fosfato inorgánico (Pi) para suministrar energía:



Sin embargo, las reservas de ATP son limitadas y solo pueden sostener la actividad muscular intensa durante 1 o 2 segundos. Cuando la concentración de ATP muscular disminuye alrededor del 30 %, el músculo entra en estado de fatiga. Para evitar esto, el ATP debe regenerarse rápidamente a una velocidad similar a la de su degradación, asegurando que su concentración se mantenga estable (Jeukendrup y Gleeson; 2019).

Aquí es donde la fosfocreatina (PCr) desempeña un papel fundamental. Dentro de la fibra muscular, la concentración de PCr es entre tres y cuatro veces mayor que la del ATP, lo que refleja su importancia en el metabolismo energético. La PCr actúa como un sistema de almacenamiento de fosfatos de alta energía, los cuales pueden ser transferidos rápidamente al ADP para regenerar ATP en los primeros segundos de esfuerzo intenso. Este proceso es catalizado por la enzima *creatina-cinasa*, facilitando la restauración del ATP y liberando creatina en el proceso:



La estrecha relación entre ATP y PCr permite que el sistema de fosfágenos sea el principal proveedor de energía en actividades de corta duración y alta intensidad. Sin embargo, debido a que las reservas de PCr son limitadas, se agotan aproximadamente a los 5 segundos de esfuerzo máximo. Como consecuencia, la resíntesis rápida del ATP en dicha vía no puede mantenerse al mismo ritmo y, tras 30 segundos de ejercicio intenso, la

tasa de descomposición del ATP disminuye alrededor de un 20 % (Jeukendrup y Gleeson; 2019).

Además, se ha sugerido que una mayor concentración de PCr en el músculo podría reducir la dependencia de la glucólisis rápida, oxígeno independiente, lo que disminuiría la producción de lactato durante ejercicios de alta intensidad. Este efecto representa un posible beneficio adicional de la suplementación con creatina ya que la vía de los fosfágenos resintetizan el ATP más rápidamente (Jeukendrup y Gleeson; 2019).

Por otro lado, un incremento en la concentración muscular de creatina favorece el flujo de la reacción catalizada por la creatina-cinasa, promoviendo una mayor resíntesis de PCr durante la recuperación tras el ejercicio intenso (Jeukendrup y Gleeson; 2019).

Finalmente, otra función relevante de la fosfocreatina es su capacidad potencial para amortiguar los iones de hidrógeno, lo que podría contribuir a retrasar la fatiga muscular y mejorar el rendimiento en actividades de alta intensidad (Jeukendrup & Gleeson, 2019).

- **Presentaciones**

Existen diversos tipos de creatina, entre las cuales se encuentran el monohidrato de creatina, el piruvato de creatina, el citrato de creatina, la tricreatina, el taurinato de creatina, el fosfato de creatina, el oroato de tricreatina, la creatina etil éter, el piroglutamato de creatina, el gluconato de creatina y la creatina magnesio quelada.

El monohidrato de creatina es considerado el estándar de oro debido a sus propiedades fisicoquímicas, su alta biodisponibilidad, estabilidad, costo accesible y eficacia comprobada. La biodisponibilidad se refiere al grado o velocidad con la que un fármaco o sustancia se absorbe en el cuerpo, llega al sitio de destino previsto y está disponible para influir en la actividad fisiológica (Kreider et al., 2022).

La “International Society of Sports Nutrition” (ISSN) mencionó: *“El monohidrato de creatina es el suplemento nutricional ergogénico más efectivo disponible en la actualidad para los atletas, quienes lo consumen para aumentar la capacidad de realizar ejercicios de alta intensidad y aumentar el contenido de masa magra corporal durante el entrenamiento”*. (Kreider y Stout, 2021; Roberts et al., 2023).

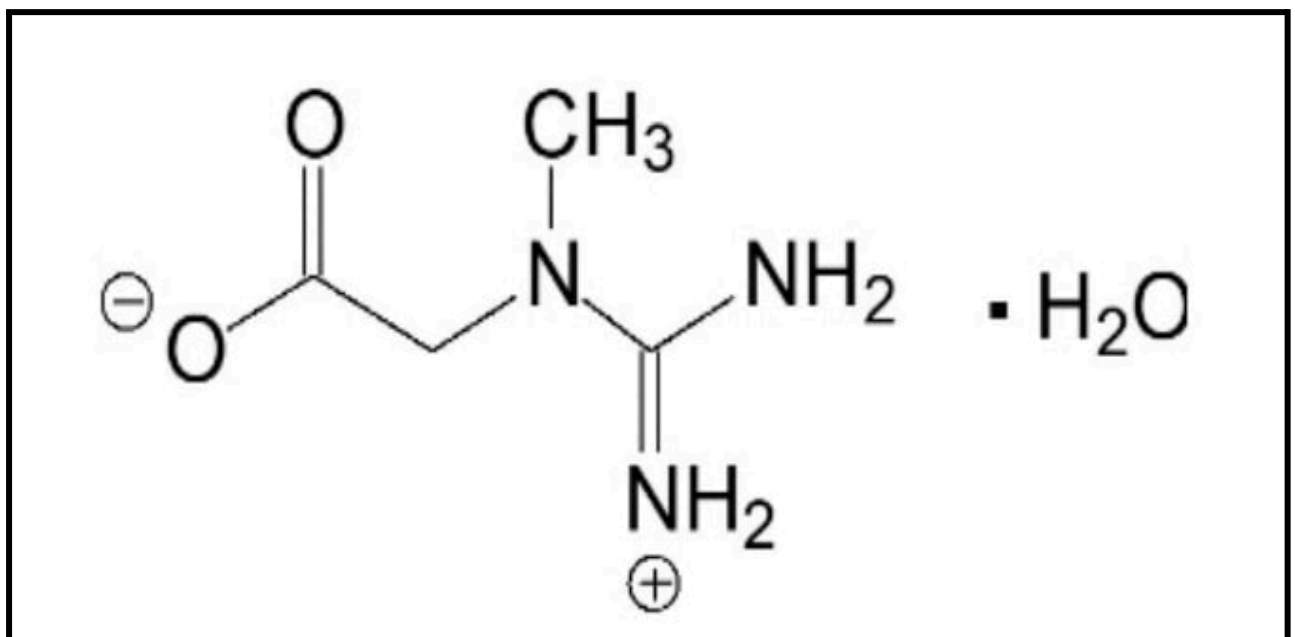
- **Monohidrato de creatina**

Desde un punto de vista estructural, el monohidrato de creatina se obtiene mediante cristalización con agua, formando prismas monoclinicos que contienen una molécula de agua por cada molécula de creatina. Su composición es de aproximadamente un 88 % de creatina y un 12 % de agua (Kreider et al., 2022; Suárez, 2019).

La combinación de creatina con hidratos de carbono podría acelerar la recuperación posterior al ejercicio al optimizar la reposición del glucógeno muscular. Se desaconseja el consumo junto con la cafeína. (Mihandoust, M; 2020).

Figura N° 6

Estructura química del monohidrato de creatina.



Nota: Figura tomada de “Bioavailability, Efficacy, Safety, and Regulatory Status of Creatine and Related Compounds: A Critical Review”, Kreider et. al., 2022.

Existen tres tipos de monohidratos de creatina, clasificados según su generación, en primera, segunda y tercera. Los de primera generación son los monohidratos convencionales, que contienen en su composición química únicamente monohidrato de creatina en su composición. Son los más simples y populares debido a su efectividad básica (Barbero, 2006).

Por otro lado, los de segunda generación son los que además de monohidratos de creatina se les incorpora azúcar o dextrosa y, en algunos casos, se reemplazan por otros nutrientes o aditivos. La dextrosa, que tiene un índice glucémico de 100 (el valor más alto en la escala), se agrega para provocar un aumento en los niveles de insulina, lo que facilita la llegada de la creatina a los músculos. En algunas versiones, se sustituyen los carbohidratos por aminoácidos como la taurina o aditivos como el fosfato sódico. La taurina es un aminoácido que incrementa el volumen celular. El fosfato sódico es un aditivo que ayuda al transporte de la creatina hacia las células musculares (Barbero, 2006).

Por último, los de tercera generación contienen monohidrato de creatina y se les añade sustancias adicionales para mejorar la absorción, como L-glutamina, vitaminas del complejo B y ácido lipoico. El ácido lipoico es un antioxidante que mejora la utilización del azúcar en sangre, es un potente liberador de insulina, protege los tejidos de los radicales libres y favorece la entrada de más creatina a las células musculares, lo que favorece su desarrollo (Barbero, 2006).

Existen diversas entidades y programas dedicados a certificar la calidad y seguridad de suplementos nutricionales, asegurando que los productos sean evaluados rigurosamente antes de su comercialización. Algunas de estas certificadoras son: NSF Certified for Sport, Informed Choice, Creapure (Rolando, 2019; Galancho, 2021).

NSF Certified for Sport: Esta certificación se otorga a productos que han sido sometidos a controles estrictos, incluyendo al menos dos auditorías anuales. Estas evaluaciones contemplan el análisis de sustancias prohibidas, la verificación de la autenticidad del producto y el cumplimiento de buenas prácticas de manufactura, minimizando el riesgo de adulteración y fraude (Rolando, 2019). Ejemplos de presentaciones que contengan el logo: ATHLEAN-RX CREATINE MONOHYDRATE, Bare Performance Nutrition Creatine Monohydrate, BioSteel Creatine, BLACKLABEL Supplements PURE POWER Creatine, C4 SuperSport™ Creatine, Designs for Sport Creatine Monohydrate, entre otras.

Figura N° 7

Certificación NSF sport.



Nota: Extraída de la página oficial de Certified for Sport, 2025.

Informed Choice: Es un programa internacional que certifica suplementos deportivos tras un proceso exhaustivo. Evalúa aspectos como el etiquetado, la fórmula, la presencia de contaminantes, el control de materias primas y proveedores, así como las acreditaciones de las instalaciones de producción. También revisa los sistemas de calidad y los procedimientos de almacenamiento y distribución, garantizando la trazabilidad y seguridad del producto (Rolando, 2019). Ejemplos de presentaciones: GNC live well Creatina AMP 189, 1st phorm AlphaCre HD, prosupp CreaGen, Sin Intermediarios Creatina Monohidrato, Mutant Creakong, Optimum Nutrition On platinum Creatina Plus, Isopure Monohidrato de creatina micronizado, Muscle Pharm Creatine MP essentials, PVL Gold Series Creatina x8, entre otras.

Figura N° 8

Certificación informed choice



Nota: Extraída de la página oficial de Informed Choice, 2025.

Creapure®: Es una marca registrada producida por Alzchem Trostberg GmbH en Alemania, reconocida mundialmente por su pureza y eficacia, respaldada por numerosas investigaciones científicas. Creapure® se obtiene a través de un proceso de síntesis química, lo que la hace apta para personas veganas, y cuenta con certificaciones de calidad como la FSSC 22000, además de cumplir con normativas alimentarias religiosas, disponiendo de los sellos Kosher y Halal. Ejemplos de presentaciones que contengan el logo: Star nutrition Creatine monohydrate, ENA creatina monohidratada, XBody Evolution creatine, Muscle Feast Creatine monohydrate, Dymatize Creatine monohydrate, FullGas Creatina monohidrato, entre otras. (Galancho, I, 2021; Creapure, n/e)

Figura N° 9

Certificación creapure.



Nota: Extraída de la página oficial de Creapure, n/e.

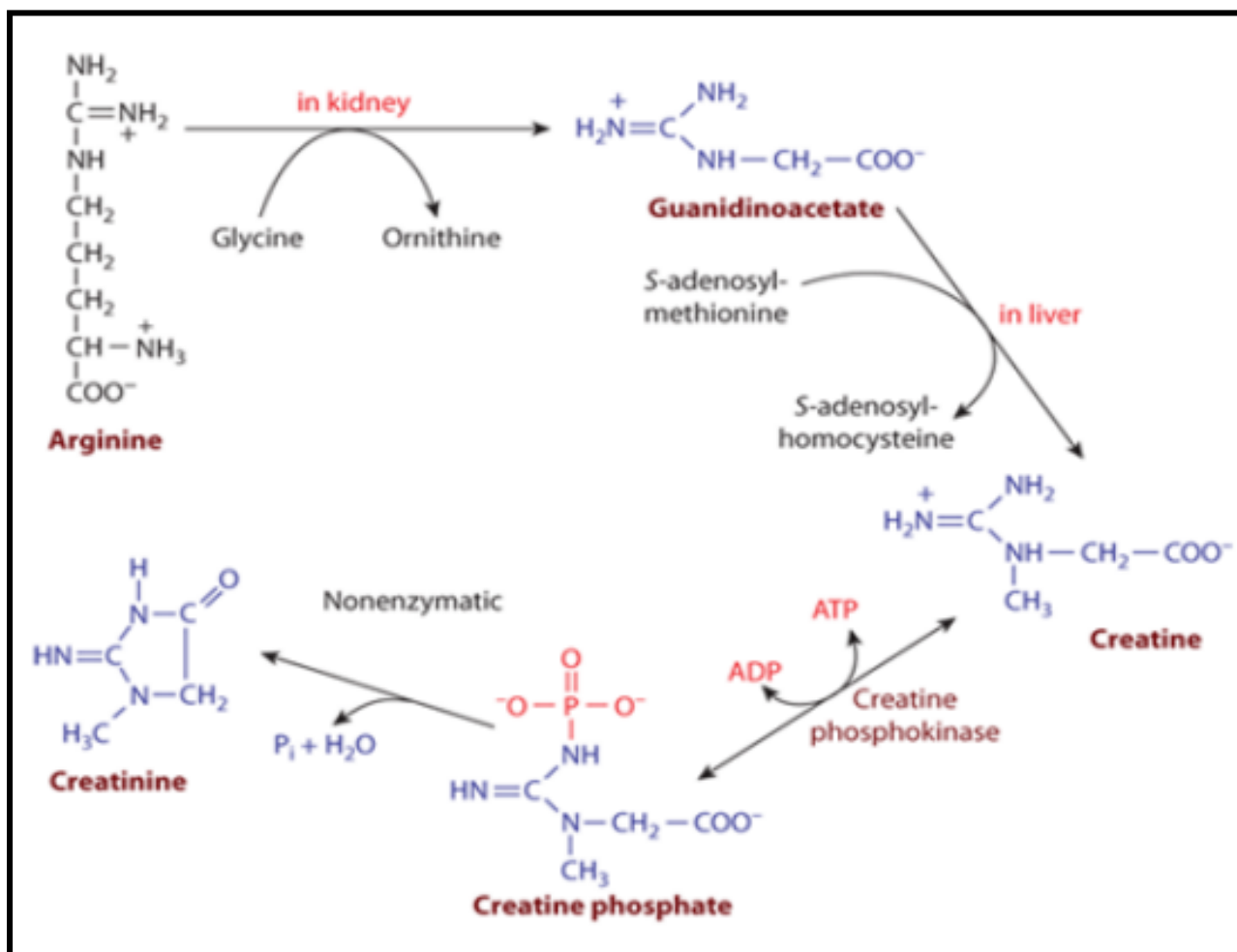
- **Síntesis y absorción**

Para la síntesis de creatina se requiere la acción de dos enzimas claves. En primer lugar, la arginina:glicina amidinotransferasa (GATM) cataliza la reacción entre la L-arginina y la glicina, dando lugar a la formación de guanidinoacetato. Luego, este compuesto es transformado en creatina mediante la enzima guanidinoacetato metiltransferasa (GAMT), que incorpora un grupo metilo en un proceso dependiente de S-adenosil-L-metionina (SAM) (De la Peña, 2019).

La L-metionina, aunque no participa directamente en la formación inicial de guanidinoacetato, desempeña un papel fundamental al aumentar los niveles de SAM, lo que favorece la conversión final a creatina. Una vez sintetizada, la creatina se transporta a los músculos, donde se almacena y cumple una función esencial en la producción de energía. (De la Peña, 2019).

Figura N° 10

Metabolismo de la creatina.



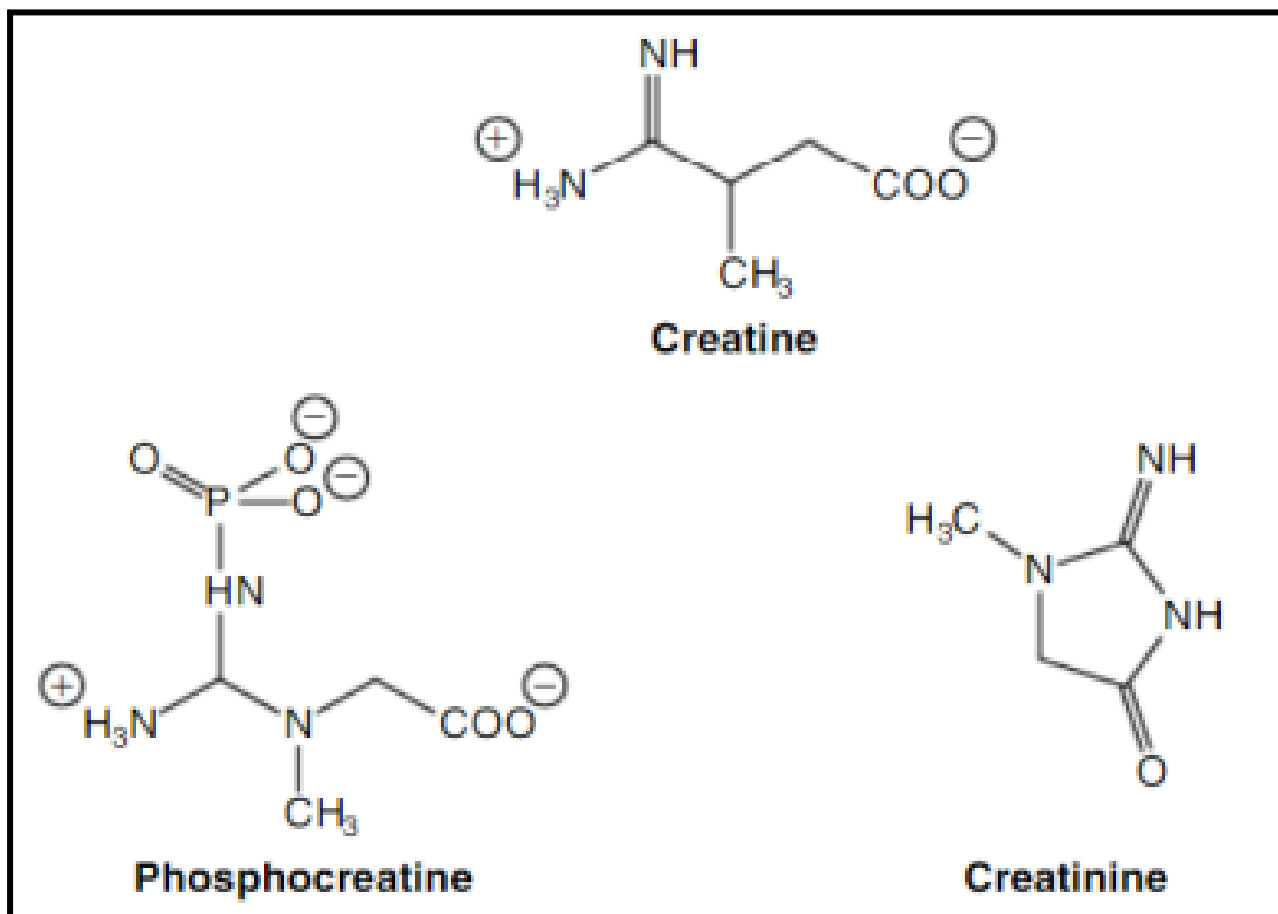
Nota: Extraída de "Suplementación con creatina. Un análisis nutricional y comercial", de la Peña, 2019.

Una vez sintetizada, la creatina es transportada a los tejidos, principalmente al músculo esquelético, donde se convierte en su forma almacenada, la fosfocreatina, a través de la acción de la enzima creatinquinasa (CPK) (De la Peña, 2019).

Tanto la creatina como la fosfocreatina pueden degradarse de manera espontánea para formar creatinina, un producto de desecho que se elimina del organismo a través de la orina. Este proceso es continuo y forma parte del ciclo natural de la creatina en el cuerpo, asegurando un equilibrio en su concentración y disponibilidad para la producción de energía (De la Peña, 2019).

Figura N° 11

Estructura molecular de la creatina, fosfocreatina y creatinina.



Nota: Extraída de “Suplementación con creatina. Un análisis nutricional y comercial”, De la Peña, 2019.

La creatina es absorbida en el intestino delgado, ingresa a la circulación portal y es transportada hacia el hígado. Tanto la creatina obtenida a través de la alimentación como la sintetizada en el hígado pasan luego a la circulación sistémica, permitiendo su distribución a los diferentes tejidos del cuerpo (De la Peña, 2019).

Para ingresar a las células, la creatina debe atravesar la membrana celular mediante un sistema de transporte específico, que funciona en contra del gradiente de concentración. Este mecanismo es mediado por un transportador de creatina dependiente de sodio y cloro, el cual facilita su captación y acumulación en los tejidos, especialmente en el músculo esquelético, donde se almacena principalmente en forma de fosfocreatina (De la Peña, 2019).

- **Creatina en el deporte y sus beneficios**

El consumo de creatina ofrece múltiples beneficios. La creatina mejora el rendimiento deportivo en actividades que implican series repetitivas de alta intensidad y corta duración, como sprints de 2 a 30 segundos con períodos de recuperación breves. La ingesta junto a hidratos de carbono podría favorecer el rendimiento en sprints intermedios durante carreras de larga distancia (Mihandoust, M; 2020).

Ayuda a retrasar la fatiga, favorece la recuperación muscular y optimiza la resíntesis de ATP, asegurando un mayor suministro de energía. Además, contribuye al aumento de la fuerza y la potencia muscular, mejorando así la eficiencia del trabajo físico (Bolado, 2014).

Tiene la capacidad de neutralizar o amortiguar los iones de hidrógeno, los cuales provocan una disminución del pH muscular, generando un ambiente más ácido. Esta acidificación, conocida como acidosis, es uno de los factores que contribuyen a la aparición de la fatiga muscular. Al ayudar a mantener en equilibrio el pH, la creatina favorece un mejor desempeño y una mayor resistencia en actividades de alta intensidad (Garnés y Mas, 2005).

En cuanto al crecimiento muscular, la creatina desempeña un papel clave al facilitar la hipertrofia y promover el almacenamiento de glucógeno en los músculos, gracias al incremento del volumen celular. A nivel celular, también ayuda a regular la acidez muscular, evitando la acumulación de lactato, y mejora la liberación de calcio, un factor esencial para la contracción y relajación muscular (Bolado, 2014).

Aumenta las reservas intracelulares de fosfocreatina (PCr), especialmente en individuos con niveles bajos previos, lo que permite una mayor disponibilidad de energía para la contracción muscular. Esto se traduce en un incremento de la fuerza muscular entre un 5 y un 7%, una mayor velocidad y una mejora en la potencia anaeróbica (Garnés y Mas, 2005).

En términos de rendimiento, la creatina optimiza la fuerza en el pico del salto y favorece el desempeño en actividades de máxima velocidad de hasta 30 segundos (Garnés y Mas, 2005).

En atletas con hiperlipidemia previa, se ha observado una reducción de triglicéridos y colesterol total, junto con un incremento del colesterol HDL, lo que sugiere un posible beneficio en la salud cardiovascular (Garnés y Mas, 2005).

En cuanto a ejercicios de fuerza, la creatina es efectiva para contracciones dinámicas e isotónicas (se caracteriza porque la tensión del músculo se mantiene constante mientras su longitud varía, puede ser concéntrica o excéntrica), isométricas (cuando el músculo mantiene su longitud constante mientras incrementa su tensión, sin que haya movimiento en la articulación) e isocinéticas (implica que el músculo se contraiga y se acorta a una velocidad constante, independientemente de los cambios en la resistencia externa) (Mihandoust, 2020).

Un metaanálisis de Branch (2003) concluyó que la suplementación con creatina puede incrementar el rendimiento en ejercicios de fuerza máxima (Una repetición máxima) entre un 5% y un 15%, dependiendo del grupo muscular y el tipo de ejercicio evaluado. Esto se observa tanto en poblaciones jóvenes como en adultos mayores, destacando su efecto ergogénico en distintos contextos (Candow et al., 2003).

Además, la creatina parece tener un efecto positivo en la permeabilidad intestinal, ya que contribuye a satisfacer las necesidades energéticas de las proteínas responsables de la unión entre las células del epitelio intestinal (Galancho, 2021).

- **Efectos adversos**

El consumo de creatina en dosis recomendadas se considera seguro en personas sanas que no presenten patologías, según lo respaldado por la evidencia científica.

En algunos casos, se ha reportado que podría ocasionar calambres musculares debido a la deshidratación o desequilibrios en el balance hídrico, lo cual puede prevenirse manteniendo una hidratación adecuada. Además, se observaron efectos secundarios como náuseas, cefaleas, molestias gastrointestinales, aumento de peso, y posibles alteraciones en la función renal y hepática (Santesteban e Ibañez, 2017).

No obstante, estudios más recientes desmienten estas afirmaciones, sugiriendo que podrían estar vinculadas al consumo de otras sustancias, a patologías preexistentes o a un uso inadecuado de creatina. Es fundamental destacar que, aunque la creatina se

utiliza como un marcador de la función renal, y al consumirla se incrementen los niveles de creatinina, esto no significa que su consumo sea causante de insuficiencia o falla renal. Numerosos estudios han demostrado que la creatina no causa daño hepático ni renal. De hecho, un estudio de 2019 en pacientes con enfermedad renal crónica (ERC) destacó que la suplementación podría ser beneficiosa en estos casos, ya que estas personas suelen seguir dietas bajas en proteínas y presentan una deficiencia de creatina (Bolado, 2014; Galancho, 2021).

En cuanto al peso, el consumo de monohidrato de creatina puede provocar un aumento de entre 600 g y 2 kg debido a la retención de líquidos. Sin embargo, este líquido se almacena dentro de las células musculares, no bajo la piel, por lo que no implica un incremento de grasa corporal. De hecho, esta hidratación celular es beneficiosa, ya que mejora el rendimiento y la función muscular. Además, el exceso de líquido se elimina de forma natural a través del sudor, la orina y las heces (Bolado, 2014).

No hay evidencia de efectos adversos con la suplementación de creatina a largo plazo en dosis adecuadas en individuos sanos (Colegio de nutricionistas Prov. de Bs As, 2023).

- **Forma adecuada de consumo**

La creatina ejerce su efecto de manera acumulativa. Tradicionalmente, se recomendaba una fase de carga de 20 g diarios, divididos en cuatro tomas de 5 g durante una semana, seguida de una fase de mantenimiento con una dosis de 0,1 g por kilogramo de peso corporal al día. Sin embargo, en la actualidad se ha demostrado que esta fase de carga no es indispensable (Galancho, 2021).

En cuanto al momento de su consumo, no existe una evidencia concluyente que indique un momento u hora específica en el día como la más efectiva. Puede ingerirse en cualquier momento del día, ya sea por la mañana, tarde o noche. No obstante, algunos estudios sugieren que su ingesta después del entrenamiento podría ofrecer una leve ventaja en términos de absorción y aprovechamiento, aunque la diferencia no es significativa. (Galancho, 2021).

El consumo de creatina acompañado de 50 a 100 gramos de carbohidratos de alto índice glucémico puede intensificar su efecto anabólico. La síntesis de creatina es superior cuando viene acompañada de un pico de insulina. El páncreas libera insulina, que actúa

como conductor para que la creatina se introduzca en las células musculares. Esto se debe a que el aumento en los niveles de insulina mejora la permeabilidad de las membranas musculares, facilitando una mayor absorción de creatina por las células musculares. Sin insulina, sólo un reducido porcentaje de la creatina llegará donde los deportistas necesitan que esté, en el interior de cada célula muscular (Bolado, 2014; Barbero, 2016).

No es aconsejable usar junto con cafeína, porque se produciría una reducción en la resíntesis de PCr durante la recuperación. No brindaría el efecto deseado. (Bolado, D; 2014).

- **Dopaje**

El Comité Olímpico Internacional y la Agencia Mundial Antidopaje no catalogan a la creatina como una sustancia prohibida en competencias deportivas (Mihandoust, M; 2020)

f) Daño muscular inducido por el ejercicio (EIMD)

Es común que muchas personas experimenten molestias musculares después de realizar esfuerzo físico tras un largo período de inactividad, participar ocasionalmente en un deporte o practicar actividades físicas esporádicas, como carreras en eventos deportivos. Incluso los atletas que entrenan a diario pueden sentir este malestar al probar un deporte diferente o practicar una nueva habilidad (Jazme et al., 2017).

El EIMD es un proceso fisiológico en el que se rompen estructuras del aparato contráctil de las fibras musculares. Esta respuesta aguda ocurre principalmente posterior a contracciones excéntricas y/o a estímulos no conocidos o realizados frecuentemente, así como entrenamientos de intensidad superior a la que estamos adaptados (Valenzuela, 2014; Marqués y Terrado, 2018).

Este daño genera una serie de procesos metabólicos que alteran la homeostasis celular, especialmente debido a la elevada concentración de Ca^{++} intracelular y la activación de la respuesta inflamatoria. Como resultado, se produce una disminución transitoria en el rendimiento neuromuscular. Además se genera una degradación proteica, alteración en las estructuras musculares, cambios en el acoplamiento excitación-contracción y DOMS (Marqués y Terrado, 2018).

La magnitud y expresión del EIMD, así como la duración del período de recuperación necesario varían según la intensidad y duración del ejercicio, el rango de movimiento de la articulación implicada, la longitud del músculo dañado, los grupos musculares utilizados y la variedad genética de cada individuo (Marqués y Terrado, 2018).

Para obtener un dato más objetivo del EIMD, se suele valorar marcadores bioquímicos. Los mismos se caracterizan por ser moléculas biológicas presentes en la sangre, otros fluidos corporales o tejidos, que indica si un proceso en el cuerpo es normal o anormal, o si hay una enfermedad o condición presente. A menudo, un biomarcador se usa para evaluar cómo responde el cuerpo a un tratamiento para una enfermedad o afección (Instituto Nacional del cáncer -NIH-, s.f.).

La creatinquinasa (CPK) es uno de los más validados marcadores indirectos de EIMD. Dicha enzima se libera al torrente sanguíneo cuando se produce daño en las fibras musculares. La intensidad y la duración del ejercicio afectan la actividad de la enzima. El aumento se da de forma precoz, a partir de las 2 horas posteriores al ejercicio. Aunque, la acumulación en plasma se realza con el tiempo y alcanza el máximo pico entre el 5to y 9no día (Martinez, 2005).

- **Fisiología del daño muscular**

- **Daño estructural**

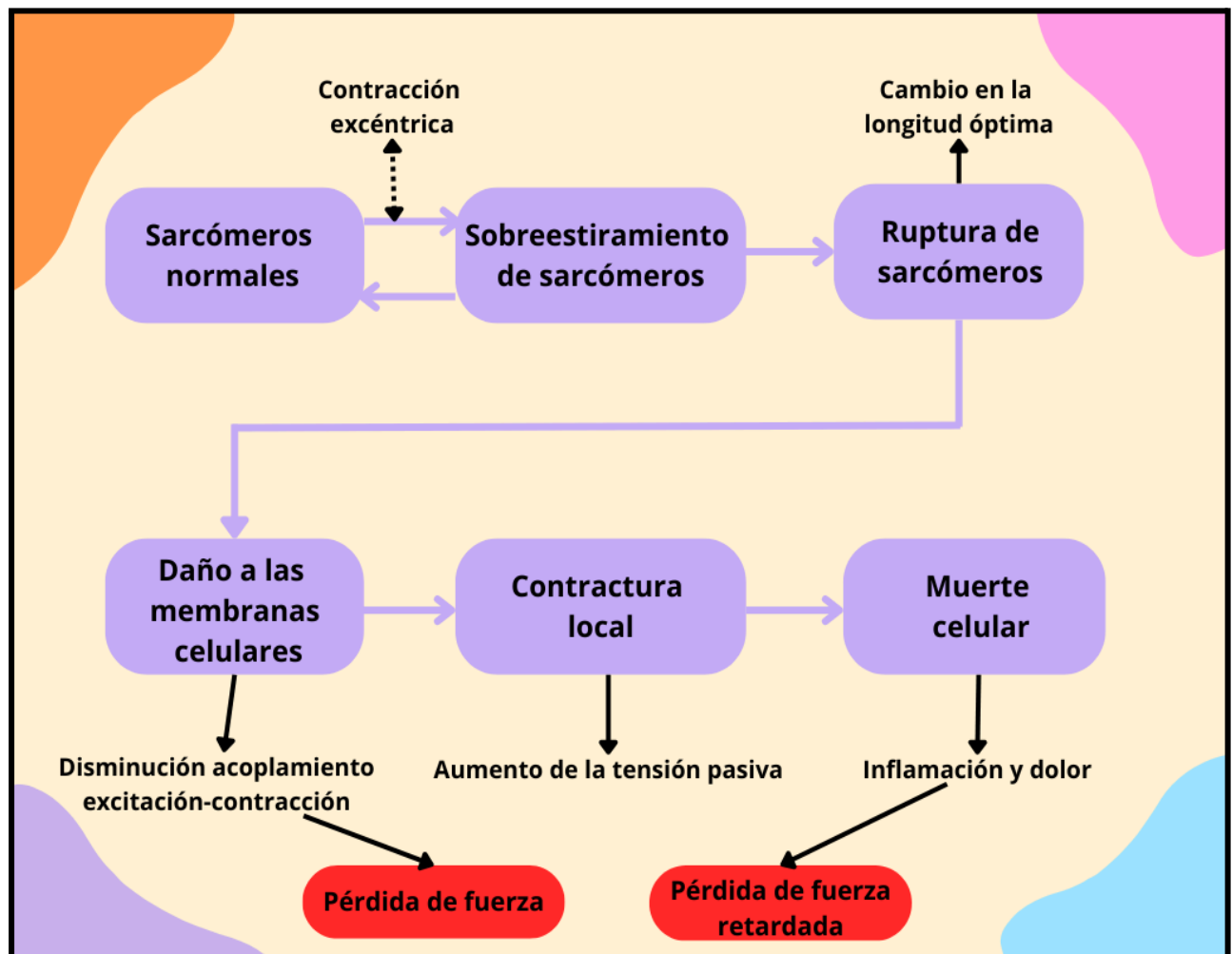
Se acepta ampliamente que el daño muscular ocurre como resultado del sobreestiramiento de los sarcómeros más débiles durante la contracción excéntrica. Uno de los mecanismos planteados para explicar este fenómeno sugiere que no todos los sarcómeros presentan la misma longitud, lo que provoca que solo algunos sean estirados y sufran daño en estas contracciones (Valenzuela; 2014).

Este modelo sostiene que la ruptura ocurre cuando los sarcómeros son estirados más allá del límite de superposición entre los miofilamentos de actina y miosina. Cuando la zona de ruptura de los sarcómeros se extiende significativamente, también resultan dañados otros componentes, como la membrana de la fibra, los túbulos T, el retículo sarcoplásmico

y elementos del citoesqueleto, tanto dentro del sarcómero como externos a él (Valenzuela; 2014).

Figura N° 12

Eventos posteriores al daño muscular por ejercicio excéntrico.



Nota: Elaboración propia, basado en “Daño muscular inducido mediante ejercicio y sus efectos en el rendimiento”, Valenzuela, P, 2014.

- Daño químico

En el espacio extracelular, la concentración de calcio es significativamente mayor que en el sarcoplasma (2-3 mmol/L frente a 0,1 μ mol/L). Este ion ingresa a la célula a través de canales controlados por cargas eléctricas y se almacena en el retículo sarcoplásmico.

Durante la despolarización celular, el Ca^{++} se libera del retículo sarcoplásmico hacia el citoplasma, respondiendo al estímulo eléctrico de la membrana (Valenzuela; 2014).

En el citosol se unifica la troponina y transmite la señal a los filamentos de actina. En presencia de ATP permite el movimiento de la actina con la miosina y se produce el acortando la longitud de los sarcómeros. El calcio liberado vuelve a ser capturado en el retículo sarcoplásmico en milisegundos producto de la actividad de la bomba Ca-ATPasa y la actividad de enzimas como la calsecuestrina. En condiciones normales la concentración de calcio intracelular está controlada en unos rangos adecuados. Al realizar ejercicios o actividad física esta concentración puede encontrarse alterada, produciendo un aumento de calcio intracelular producto de la ruptura de la membrana celular, entrada de calcio extracelular mediante la activación de canales iónicos mecanosensibles y/o fallo en los mecanismos de entradas de calcio en el retículo sarcoplásmico (Valenzuela; 2014).

- **Dolor**

La Asociación Internacional para el Estudio del Dolor (IASP) define al dolor como “una experiencia sensorial y emocional desagradable asociada a un daño tisular existente o potencial o descrito en términos de dicho daño”. (Jazme et al., 2017).

La clasificación más común del dolor se basa en su duración, distinguiéndose entre dolor agudo y crónico. El dolor agudo es aquel que persiste durante el período necesario para la recuperación de los tejidos. Según el Comité de Taxonomía de las Algias de la IASP, su duración máxima es de tres meses. Surge como resultado directo de una lesión real o potencial, ya sea por una herida, enfermedad o procedimiento invasivo. Por lo general, su intensidad, localización y momento de inicio coinciden con el estímulo que lo originó. Se suelen presentar signos como inflamación, calor, enrojecimiento e hinchazón. Por otro lado, el dolor crónico es aquel que persiste más allá del tiempo esperado para la recuperación, generalmente entre 3 y 6 meses, dependiendo de la causa subyacente (Jazme et al., 2017).

El DOMS (Delayed Onset Muscle Soreness o Dolor Muscular de Aparición Tardía o de Inicio Retardado) se clasifica como una lesión por esfuerzo muscular de tipo I, caracterizada por dolor, sensibilidad, rigidez al tacto durante el movimiento, hinchazón,

presencia de proteínas intramusculares en sangre y disminución prolongada de la función muscular. Genera reducción en fuerza, potencia de salida, rango de movimiento y una disminución de la función muscular (Jazme et al., 2017).

Está asociado al dolor habitual como consecuencia de un ejercicio extenuante no acostumbrado, especialmente a causa de ejercicios de contracciones excéntricas. Este tipo de lesión ocurre cuando el músculo es sometido a tensiones excesivas o inadecuadas, lo que puede generar microdesgarros en las fibras musculares, especialmente cerca de la unión miotendinosa, donde se concentra la fuerza. Además, puede ocasionar daño en los tendones o en pequeños vasos sanguíneos, provocando sangrado local (Jazme et al., 2017).

Ocurre en aquellos grupos musculares que fueron estresados en el ejercicio. Pueden empezar síntomas agudos de forma repentina. La magnitud y la duración de estas respuestas también dependen de cada individuo y de la carga externa que este utilice. Generalmente, suele aparecer a las 8-10 horas después de la realización del ejercicio físico y comienza a incrementarse progresivamente entre las 24 y 48 horas. El pico puede llegar hasta las 72 horas, con disminución y desaparición a los 5-7 días posteriores al esfuerzo, aunque puede llegar a durar hasta 14 días (Jazme et al., 2017; Marqués y Terrado, 2018).

La sensibilidad se concentra principalmente en la porción distal del músculo. La localización de este dolor se debe a una elevada concentración de receptores musculares en el tejido conectivo de la región tendinosa, donde se encuentra la unión miotendinosa, que se caracteriza por una membrana continua, ampliamente plegada e integrada con las células musculares. Además, la disposición oblicua de fibras musculares que se encuentran justo antes de la unión miotendinosa disminuye la capacidad para resistir altas fuerzas de tracción, dando como resultado, que el elemento contráctil de las fibras musculares en la unión miotendinosa sea vulnerable a daños microscópicos (Jazme et al., 2017).

Existen diversas herramientas para evaluar el dolor, las cuales varían según los aspectos específicos que se analicen. Entre estos factores se incluyen la intensidad o magnitud del dolor, el impacto emocional que genera, su cualidad, ubicación anatómica, características

temporales (como frecuencia, duración y variabilidad) y el grado de interferencia en la funcionalidad y vida cotidiana (Jazme et. al, 2017).

Una de las formas más utilizadas para medir el dolor es mediante escalas visuales analógicas (EVA) y numéricas. Estas permiten valorar su intensidad al pedir al paciente que marque su nivel de dolor en una línea o que seleccione un número dentro de una escala, generalmente de 0 a 10 o de 0 a 100. Si bien la precisión de estas escalas puede variar entre individuos y grupos de pacientes, ambas presentan un alto nivel de congruencia (Jazme et. al, 2017).

Otra herramienta de evaluación son las escalas semánticas diferenciales, que consisten en listas de palabras y categorías que representan distintos aspectos de la experiencia dolorosa. El paciente selecciona los términos que mejor describen su dolor. Dentro de este tipo de escalas, el cuestionario de dolor de McGill es el más empleado (Jazme et. al, 2017).

Además, existen otros métodos complementarios que pueden aportar información adicional, como los registros diarios de actividad y dolor, que permiten identificar qué acciones lo alivian o lo agravan; los diagramas corporales, donde el paciente señala la ubicación y tipo de dolor; y las entrevistas abiertas estructuradas, que brindan un enfoque más detallado sobre la experiencia dolorosa del individuo (Jazme et. al, 2017).

Utilizar el dolor como indicador del daño muscular puede resultar problemático debido a su naturaleza subjetiva y variable entre individuos. La percepción del dolor no solo varía de una persona a otra, sino que también puede estar influenciada por factores como el estado de ánimo, la ansiedad, la atención, la fatiga y otros parámetros fisiológicos específicos de cada individuo (Jazme et. al, 2017).

g) Entrenamiento

El entrenamiento físico se define como un proceso sistemático, planificado y progresivo de estímulos físicos aplicados al organismo con el objetivo de mejorar, mantener o recuperar capacidades físicas y funcionales, tales como la fuerza, resistencia, flexibilidad y coordinación. El entrenamiento es un proceso de adaptación que busca mejorar el rendimiento mediante cargas específicas y repetidas (Zintl, 1991).

El término entrenamiento previo hace referencia al nivel de exposición, frecuencia y tipo de ejercicio físico que una persona ha realizado antes de iniciar una intervención o protocolo determinado. Es un factor clave al interpretar los efectos de una intervención, ya que influye en la magnitud de las adaptaciones fisiológicas. Una persona previamente entrenada suele presentar respuestas y adaptaciones diferentes a una no entrenada ante un mismo estímulo (ACSM, 2021).

Clasificación según el nivel de entrenamiento previo:

- Sedentario: No realiza ejercicio físico regular y la duración es menor a 30 minutos semanales de actividad física de intensidad moderada.
- Levemente activo: Realiza ejercicio físico mínimo o moderada ocasionalmente (1–2 veces por semana, menor a 150 min/semana). Puede incluir caminatas, tareas domésticas o actividad recreativa sin una estructura sistemática.
- Moderadamente activo: Realiza ejercicio físico moderado al menos 3 veces por semana, alcanzando entre 150 y 300 minutos semanales. Incluye entrenamientos estructurados o actividades como ciclismo, natación, caminatas intensas, etc.
- Activo: Duración mayor a 300 minutos semanales de ejercicio físico moderado o mayor a 150 min fuerte o extenuante. Entrena regularmente con una planificación estructurada, frecuentemente 4 o más veces por semana. Puede incluir entrenamiento de fuerza, resistencia, HIIT, deportes, etc.(OMS, 2020).

h) Acciones excéntricas

Al referirnos a acciones excéntricas, el concepto “excéntrico” fue introducido por primera vez en 1953 por Asmussen, que lo definió diciendo que cuando la magnitud de la carga aplicada a un músculo excede a la capacidad de producir fuerza por dicho músculo, este se contraerá a la vez que su longitud aumenta. Por lo tanto, cuando la magnitud de fuerza aplicada excede la producida por el músculo, este se alargará a medida que se realiza el trabajo sobre él, y este alargamiento se conoce como contracción excéntrica. Si la carga externa excede la capacidad del músculo para resistir activamente ésta, el músculo se ve obligado a elongarse y se genera una tensión activa (Asmussen, 1953; Stauber, 1989).

La actividad excéntrica se define por la elongación del músculo mientras se encuentra en un estado de contracción simultánea. Cuando la carga externa supera la capacidad del músculo para resistir activamente, este se ve forzado a estirarse, generando una tensión activa. Este proceso puede desencadenar una alta tensión en el músculo, lo que provoca una desorganización en las miofibrillas y/o una alteración en el entorno metabólico (Jazme et al., 2017).

Los principales objetivos de la contracción excéntrica son disipar la energía durante la desaceleración y transformar la energía potencial del movimiento en energía elástica, almacenada en los tendones al inicio del movimiento. Producen una mayor fuerza con una menor percepción de esfuerzo en comparación con las contracciones concéntricas. Desde el punto de vista electromiográfico, requieren un 50% menos de actividad en relación a las contracciones concéntricas para un mismo torque del movimiento (momento de fuerza). Consumen entre dos y tres veces menos oxígeno que las contracciones concéntricas. Permiten realizar un importante trabajo muscular con un bajo costo metabólico (Baldi, J y Sáenz, D; n/s).

El entrenamiento excéntrico suele ser el más descuidado dentro de las rutinas de fuerza, aunque es precisamente este tipo de fortalecimiento el que ofrece los mayores beneficios en términos de fuerza, movilidad y prevención de lesiones. Se ha comprobado que los programas de entrenamiento excéntrico tienden a favorecer una rápida hipertrofia del músculo esquelético (Rico, A y Morales, A; 2021).

A los fines de entrenar las acciones excéntricas se han desarrollado dispositivos isoinerciales, que se basan en un sistema donde se utiliza un volante de inercia montado en un eje fijo sobre una estructura de soporte. Una cincha de transmisión se enrolla alrededor de este eje, mientras que el otro extremo de la cincha se conecta a diferentes piezas desde las cuales se puede aplicar tracción. Cuando el usuario “tira” de la cincha durante una contracción concéntrica, el volante de inercia comienza a girar. Al terminar la fase concéntrica de la cincha, la rueda continúa girando debido a su inercia, lo que hace que la cincha vuelva a su posición inicial y arrastre la extremidad del usuario en la dirección opuesta. Después de soltar la cincha, ésta se rebobina y el usuario debe aplicar resistencia para desacelerar la rueda hasta que la energía cinética acumulada se agote y la rueda se detenga por completo, lo que resulta en una sobrecarga excéntrica mayor

(Gámez, 2017). Algunos de los efectos de este entrenamiento excéntrico radica en el aumento de la hipertrofia, la función neuromuscular, la potencia y el tiempo de sprint. (Tesch et al., 2017; Norrbrand et al.; 2008: Gual et al., 2016; Gonzalo- Skok et al., 2016)

- **Proceso inflamatorio**

El ejercicio excéntrico genera un daño que desencadena una respuesta inflamatoria. Los productos degenerativos de las fibras musculares (Proteínas musculares -miosina, actina, troponina, y mioglobina-, enzimas intracelulares -creatina quinasa (CK), lactato deshidrogenasa (LDH), aspartato aminotransferasa (AST), mioglobina, troponina, aldolasa-, glicosaminoglicanos, proteoglicanos, ácido hialurónico, ATP extracelular, ácidos nucleicos, proteínas del núcleo, especies reactivas de oxígeno, entre otros.), especialmente los polisacáridos tisulares, atraen a los leucocitos hacia la célula a través del proceso conocido como quimiotaxis, iniciando así la inflamación. Además, el daño muscular inducido por el ejercicio provoca un incremento en las citocinas, particularmente IL-1, IL-6 y TNF α , las cuales se activan debido al aumento de radicales libres y prostaglandinas, intensificando el proceso inflamatorio. Este proceso también se ve favorecido por el incremento en los niveles de calcio intracelular, lo que estimula una mayor expresión de genes asociados a la inflamación (Valenzuela; 2014).

Los fluidos, las proteínas plasmáticas y las células inflamatorias se introducen en el tejido dañado con el propósito de eliminar los desechos y preparar la zona para regenerar el tejido. Los neutrófilos son las primeras células en acumularse en la región lesionada, aproximadamente a las 2 horas, donde fagocitan el tejido necrosado. Más tarde, intervienen otros leucocitos, como los macrófagos, para continuar con la limpieza y facilitar la regeneración (Valenzuela; 2014).

- **Contraindicaciones del ejercicio excéntrico**

Si el ejercicio excéntrico no se realiza bajo un control adecuado y se utilizan cargas elevadas, puede ocasionar diversos efectos negativos, como dolor muscular de aparición retardada (DMAR), lesiones en la unión miotendinosa o en las zonas distales de inserción. También puede generar desbalances musculares, un incremento de interleucina-6 y creatina quinasa debido al daño tisular, alteraciones en la regularidad de las fibras

musculares relacionadas con la capacidad mecánica y metabólica para generar tensión, entre otros efectos adversos (Baldi, J y Sáenz, D; n/s).

i) Salto CMJ

Cuando hay un daño muscular inducido por el ejercicio (EIMD), la función muscular y el rendimiento físico se ven comprometidos, lo que genera una disminución en la capacidad de generar fuerza y potencia. En esta línea, el uso del test de salto con contramovimiento o Countermovement Jump (CMJ) se usa como herramienta de monitoreo de la fatiga y función muscular, popular en el deporte para evaluar la fuerza y la potencia, es decir la función muscular del tren inferior y el ciclo de estiramiento-acortamiento propio del contramovimiento (Jazme et. al, 2017; Edwards et al., 2018).

El salto es un indicador clave que refleja el desarrollo físico y la condición atlética general del individuo. Se considera al salto una habilidad motriz esencial. Es una destreza casi universal y ampliamente reconocida, ya que se observa en una amplia variedad de disciplinas como vóley, atletismo, gimnasia artística, ballet, rugby, básquet, handball y otros deportes competitivos. Además, el salto vertical no solo forma parte de competiciones, sino que también es utilizado como técnica para evaluar el rendimiento en diversas disciplinas deportivas, lo que lo convierte en un indicador clave de potencia en el deporte (Gutiérrez-Dávila et al., 2011; Sánchez y Lairado; 2023).

La altura que se logra al saltar no solo revela aspectos sobre la fuerza y el poder de las extremidades inferiores, sino que también ofrece información adicional sobre el rendimiento neuromuscular del individuo, lo que permite al profesional realizar un análisis más completo y detallado del estado físico del deportista y su capacidad funcional. Nos brinda herramientas para prevenir lesiones, identificar áreas en las que se puede mejorar, y planificar los entrenamientos acordes a cada individuo (Gonzalez y Guzmán; 2023).

La capacidad de salto vertical está relacionada con la fuerza máxima isométrica y concéntrica de los extensores de la rodilla, que son responsables de generar la fuerza necesaria en el corto período de tiempo disponible para elevar el centro de gravedad del cuerpo. La fuerza inercial, o fuerza de contramovimiento, se refiere a la fuerza muscular producida después de que el miembro inferior realiza un movimiento inicial hacia abajo. Este movimiento genera una reacción excéntrica que impulsa al cuerpo hacia arriba. En el

contramovimiento, el cuerpo se contrae de manera concéntrica con el objetivo de generar una velocidad final mayor, que resulta de la inercia y aumenta la tensión reservada, siempre que haya suficiente tiempo entre la desaceleración y la consecuente reaceleración concéntrica. Dado que el tiempo en el contramovimiento es breve, su impacto es limitado, lo que reduce su relevancia en términos de generación de fuerza (Giokoni; 2024).

El CMJ, medido a través de una plataforma de salto, es reconocido como un método confiable y preciso. Para dicho salto, el individuo se coloca sobre la plataforma en posición bípeda, con los pies separados a la altura de los hombros. A la señal, se realiza una flexión de rodillas hasta alcanzar aproximadamente los 90°, seguida de un salto máximo en posición vertical. Durante la fase de vuelo, se debe mantener las caderas y rodillas extendidas, sin flexionarlas, ya que para que el salto sea válido, estas deben permanecer completamente extendidas. Además, debe ejecutarse con las manos en la cintura, con el objetivo de que el resultado refleje exclusivamente la fuerza de los miembros inferiores, sin el impulso adicional proporcionado por los brazos (Barrera et al.; 2021).

El sujeto tendrá la oportunidad de realizar tres saltos, con un intervalo de recuperación de al menos 30 segundos entre cada uno, con el fin de evitar que el rendimiento se vea afectado en los saltos sucesivos. Esto se debe a que el sistema fosfagenolítico puede sostener actividades de esfuerzo máximo durante un período de 6 segundos aproximadamente (Barrera et al.; 2021).

Hipótesis

- **H0**

La suplementación con monohidrato de creatina no influye en los indicadores y/o marcadores de la función y daño muscular inducido por el ejercicio con predominio de acciones excéntricas.

- **H1 o HA**

La suplementación con monohidrato de creatina influye en los indicadores y/o marcadores de la función y daño muscular inducido por el ejercicio con predominio de acciones excéntricas.

Metodología

a) Tipo de investigación

La investigación se llevó a cabo desde un enfoque cuantitativo, centrado en la medición de variables que pueden ser cuantificables y factiblemente observadas. Se evaluaron los posibles impactos positivos en estos valores tras la intervención. Los datos recopilados fueron analizados mediante procedimientos estadísticos para obtener conclusiones precisas y fundamentadas.

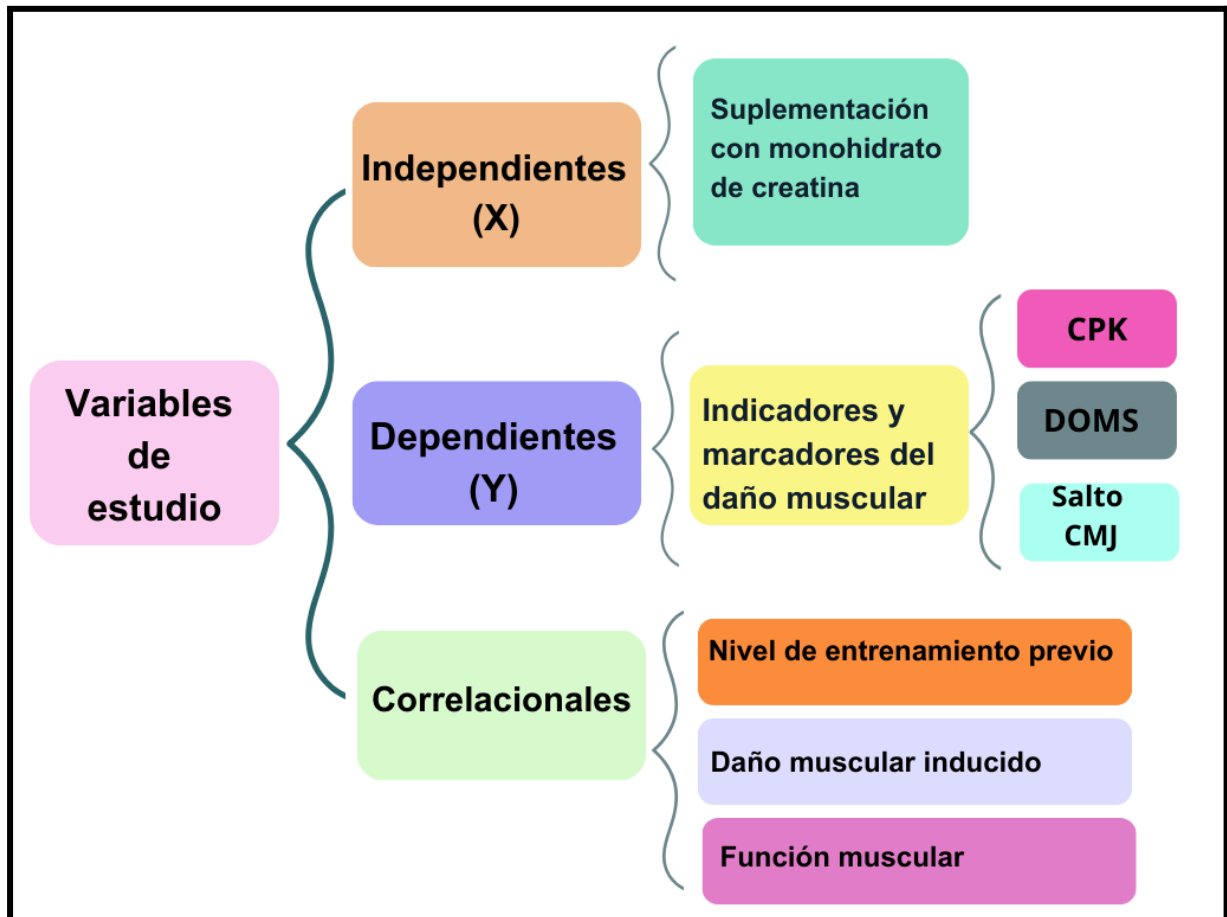
b) Diseño de investigación

Se empleó un diseño experimental, doble ciego, aleatorio y de corte longitudinal. En el cual se manipuló de forma intencionada la variable independiente, con el objeto de analizar los efectos de la misma sobre las variables dependientes de estudio.

Los participantes otorgaron su consentimiento previamente para participar de dicho estudio.

Figura N° 13

Variables de estudio.



Nota: Elaboración propia.

c) Población

La población estuvo delimitada por estudiantes avanzados de la carrera de “Licenciatura en Nutrición” de la Universidad Nacional de Río Negro en la sede Atlántica de la Ciudad de Viedma, Río Negro, Argentina.

d) Muestra

La muestra estuvo compuesta por 14 estudiantes de la materia “Prácticas en Nutrición Deportiva I”, de los cuales 13 serán del sexo femenino y 1 del sexo masculino. La edad de

los participantes estuvo conformada por un rango de 21 a 29 años. La selección se llevó a cabo de manera no probabilística.

Los estudiantes fueron distribuidos aleatoriamente en cuatro grupos de estudio: un grupo con suplementación alta de creatina, otro con dosis baja, un tercer grupo control con dosis baja y un cuarto grupo con dosis alta. Los grupos llevaron el nombre de A1, A2, B1 y B2.

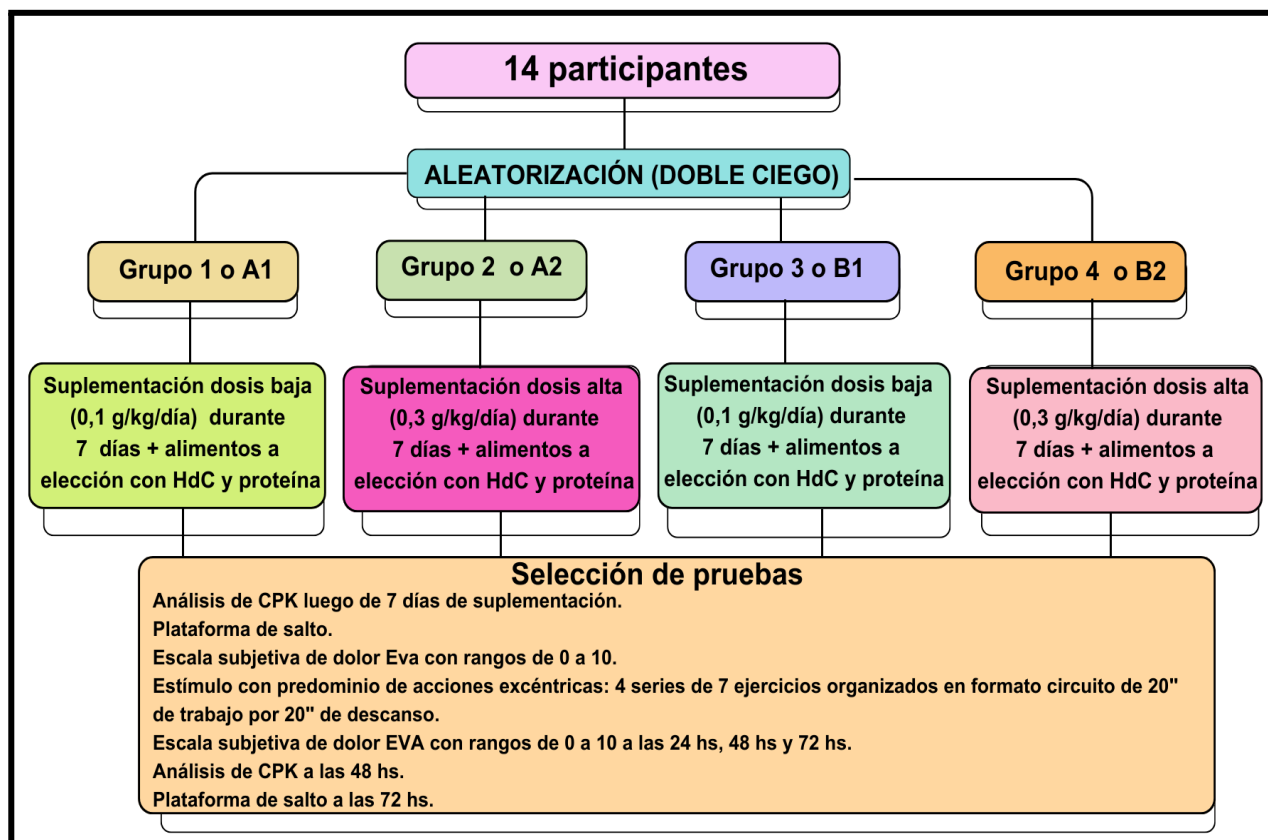
La información correspondiente a la asignación de los grupos, el suplemento a consumir y las dosis administradas fue realizada por sorteo y resguardada por una persona ajena al trabajo. Solo esta persona conoció qué y cuánto del ingrediente corresponde a cada grupo. Por lo que tanto los estudiantes como el director y la autora del TFI desconocían esta distribución hasta el momento del análisis de los datos.

Se empleó dosis relativas, siendo las dosis bajas de 0,1 g/Kg y las dosis altas de 0,3 g/Kg de peso corporal por día, tanto para la suplementación con creatina como para el placebo. Para el placebo se utilizó maltodextrina.

La suplementación se hizo durante 7 días previo al estímulo neuromuscular con predominio de acciones excéntricas.

Figura N° 14

Esquema metodológico del trabajo final integrador (TFI).



Nota: Elaboración propia.

e) Criterios de inclusión

Para participar en el estudio, fue necesario ser estudiante de la materia Prácticas en Nutrición Deportiva I de la UNRN. Además, se requirió que los participantes no presentaran ninguna patología o condición asociada que pudiera afectar los resultados del estudio y/o que comprometiera su salud.

Finalmente, todos los participantes debieron proporcionar su consentimiento informado antes de comenzar, asegurando su comprensión y aceptación de los términos del estudio.

f) Métodos estadísticos

Los datos fueron analizados con el software Excel de Microsoft Office 2021, y se utilizó la prueba t de Student para muestras relacionadas y un contraste de normalidad para muestras pequeñas de Shapiro-Wilk. Se utilizó un valor alfa de 0.05.

La prueba t es un método estadístico empleado para evaluar si existe una diferencia significativa entre las medias de dos conjuntos de datos. Fue creada en 1908 por el estadístico británico William Sealy Gosset, quien, mientras trabajaba en la cervecería Guinness, desarrolló esta técnica para analizar datos de producción de cerveza a partir de muestras pequeñas. En el caso de la prueba t para datos relacionados o emparejados, se compara la media de dos grupos vinculados de alguna manera, como es en nuestro caso, el antes y después del consumo de suplemento de monohidrato de creatina en los mismos estudiantes (Ortega, 2025).

La prueba de Shapiro-Wilk fue empleada por ser una de las herramientas más utilizadas y confiables para evaluar la normalidad de los datos. Desarrollada por Shapiro y Wilk en 1965, se considera una de las pruebas más sólidas para comprobar si una distribución es normal. Es especialmente efectiva en muestras pequeñas, aunque su precisión tiende a disminuir a medida que el tamaño muestral aumenta. El resultado de la prueba permite determinar si los datos siguen una distribución normal, lo que ayuda a decidir si se requieren transformaciones antes de aplicar otras pruebas estadísticas (Sánchez et al., 2024).

A su vez para establecer las relaciones entre nivel de entrenamiento y función muscular con el daño muscular inducido se realizó el cálculo del coeficiente de correlación de Pearson y se emplearán las reglas descritas por Hinkle, Wiersma y Jurs (Hinkle, D. E. et al, 2003).

El coeficiente de correlación de Pearson es un método estadístico que permite medir la relación entre dos variables continuas. Sin embargo, si la relación entre las variables no es lineal, el coeficiente no reflejará adecuadamente la asociación entre ellas (Ortega, 2025).

Este coeficiente puede oscilar entre -1 y +1. Un valor de 0 indica la ausencia de relación entre las variables. Si el valor es positivo, significa que existe una correlación directa, donde el aumento de una variable se asocia con el incremento de la otra. Por el contrario, un valor negativo señala una correlación inversa, es decir, cuando una variable aumenta, la otra disminuye (Ortega, 2025).

Las reglas de Hinkle, Wiersma y Jurs fueron principios claves para aplicar correctamente las pruebas estadísticas. Consisten en elegir la prueba adecuada según el tipo de datos, asegurarse de que se cumplan los supuestos de la prueba, determinar el tamaño de muestra apropiado, interpretar los resultados de manera clara y considerar los errores tipo I (falsos positivos) y tipo II (falsos negativos). En resumen, estas reglas buscan garantizar que los análisis sean válidos, confiables y útiles para responder las preguntas de investigación de manera precisa (Hinkle et al, 2003).

g) Operacionalización de variables

Tabla N° 2

Descripción y datos relevantes de las variables.

VARIABLE	DEFINICIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	ESCALA DE VALORIZACIÓN	GRUPO DE APLICACIÓN
MONOHIDRATO DE CREATINA	Ácido orgánico derivado endógenamente de reacciones que involucran los aminoácidos arginina, glicina y metionina en los riñones, el hígado y el cerebro. El monohidrato de creatina se considera el estándar de oro. Es la forma de creatina más estudiada y clínicamente efectiva. Contiene una molécula de agua por molécula de creatina.	g Gramos	<u>Dosis relativa:</u> Baja: 0,1 g/kg/día. Alta: 0,3 g/kg/día <u>Dosis en gramos:</u> Baja: 1-2 g/día. Estandar: 3-5 g/día. Alta: 6-10 g/día. Muy alta: 11-19 g/día. De carga: > a 20 g/día	Estudiantes universitarios de ambos sexos (Femenino y masculino) de 21 a 29 años.
CPK	La Creatinfosfoquinasa (CPK) es una enzima que se encarga de la producción de energía en las células especialmente en periodos de ejercicio de alta intensidad. Se localiza en varios tejidos del cuerpo, principalmente en músculo esquelético, corazón y cerebro.	U/l Microlitro	Normal: Hasta 170 U/l Leve: 170-500 U/l Moderada: 500-1000 U/l Alta: 1000/5000 U/l Muy alta: > 5000 U/l	
CMJ	El Countermovement Jump (CMJ) o salto con contramovimiento es una técnica para evaluar y mejorar la potencia de las extremidades inferiores. Consiste en la realización de un salto vertical en el cual primero hay un movimiento de descenso rápido, seguido de un ascenso. Se hace esto para maximizar la altura del salto.	cm Centímetros	Bajo: 0 a 20 cm. Moderadamente bajo: 21 a 30 cm. Moderadamente alto: 31 a 40 cm. Alto: 40 a 50 cm. Muy alto: > 50 cm.	
EVA	La escala visual analógica (EVA) es una herramienta psicométrica que se utiliza generalmente en una encuesta de atención médica para conocer los distintos grados de dolor que experimenta un paciente	cm Centímetros	0 a 10 cm 0: Sin dolor. 1-3: Poco dolor/Leve. 4-6: Dolor moderado. 7-9: Dolor fuerte/Severo 10: Dolor insoportable.	
DOMS	El Delayed Onset Muscle Soreness "DOMS" o dolor Muscular de Inicio Retardado se da posterior a un ejercicio excéntrico, incluye dolor en el movimiento, debilidad y una sensación de rigidez e hinchazón de los músculos. Aparece después de 8 a 10 horas y puede llegar a sentirse hasta 3 o 4 días siguientes. Las áreas de unión músculo-tendinosas son las principales zonas de dolor y fragilidad.	cm Centímetros	Se mide a través de EVA. Se usa misma escala de valorización.	
NIVEL DE ENTRENAMIENTO PREVIO	Condición física general de la persona, experiencia previa, tipo y frecuencia de entrenamiento y grado de adaptación a las cargas.	No posee	Baja: 0 o 1 día a la semana Media: 2 o 3 días a la semana Alta: 3 a 5 días a la semana	

Nota: Elaboración propia.

h) Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En primer lugar, se realizó una evaluación nutricional de los estudiantes para determinar su peso, talla, nivel de entrenamiento previo y posibles patologías o contraindicaciones.

Posteriormente, se dividieron en los cuatro grupos ya mencionados: A1, A2, B1 y B2. Cada participante recibió un frasco con uno de los dos suplementos (monohidrato de creatina o maltodextrina) en dosis de 0,1 o 0,3 g/kg/día. Ni los estudiantes ni la autora y el director conocían qué suplemento consumió cada persona hasta que se completó el estudio.

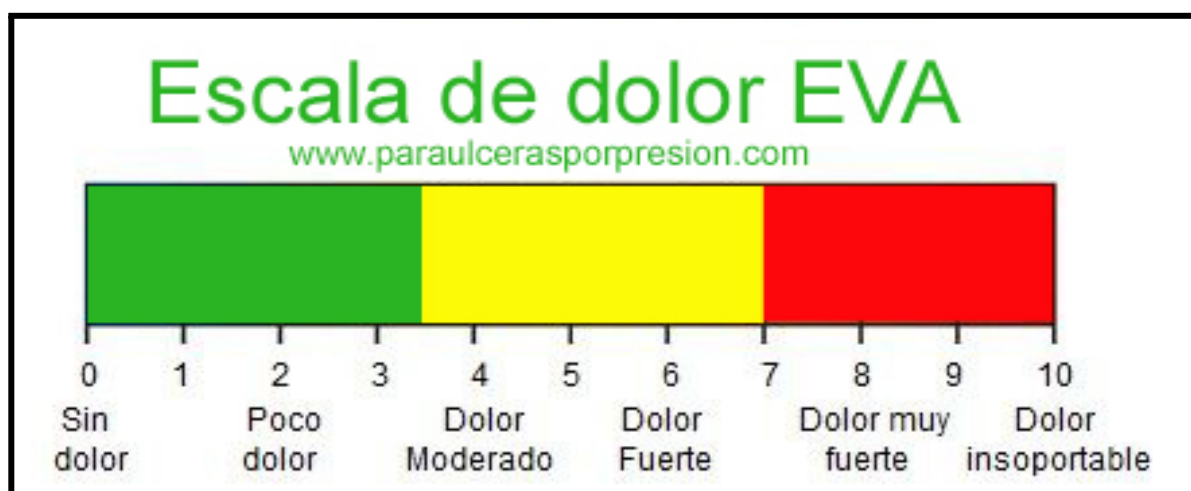
La maltodextrina se utilizó como placebo, ya que es una sustancia similar en textura, sabor y color al monohidrato de creatina.

Las mediciones de la enzima CPK se llevaron a cabo en laboratorio bioquímico a través del método cinético UV 37°C. Para ello cada participante asistió al mismo en dos oportunidades. Se realizaron dos análisis, uno previo al estímulo neuromuscular y el otro a las 48 hs. posterior al mismo.

A su vez, se solicitó a los participantes que registraran su percepción del dolor en distintos momentos: antes del estímulo excéntrico (pre-entrenamiento) y posteriormente a las 24, 48 y 72 horas (post-entrenamiento). Para ello se utilizó una Escala Visual Analógica (EVA). La EVA es una escala psicométrica que se utiliza generalmente en una encuesta de atención médica para conocer los distintos grados de dolor que experimenta un paciente (Ortega; 2024).

Figura N° 15

Escala visual analógica de dolor (EVA).



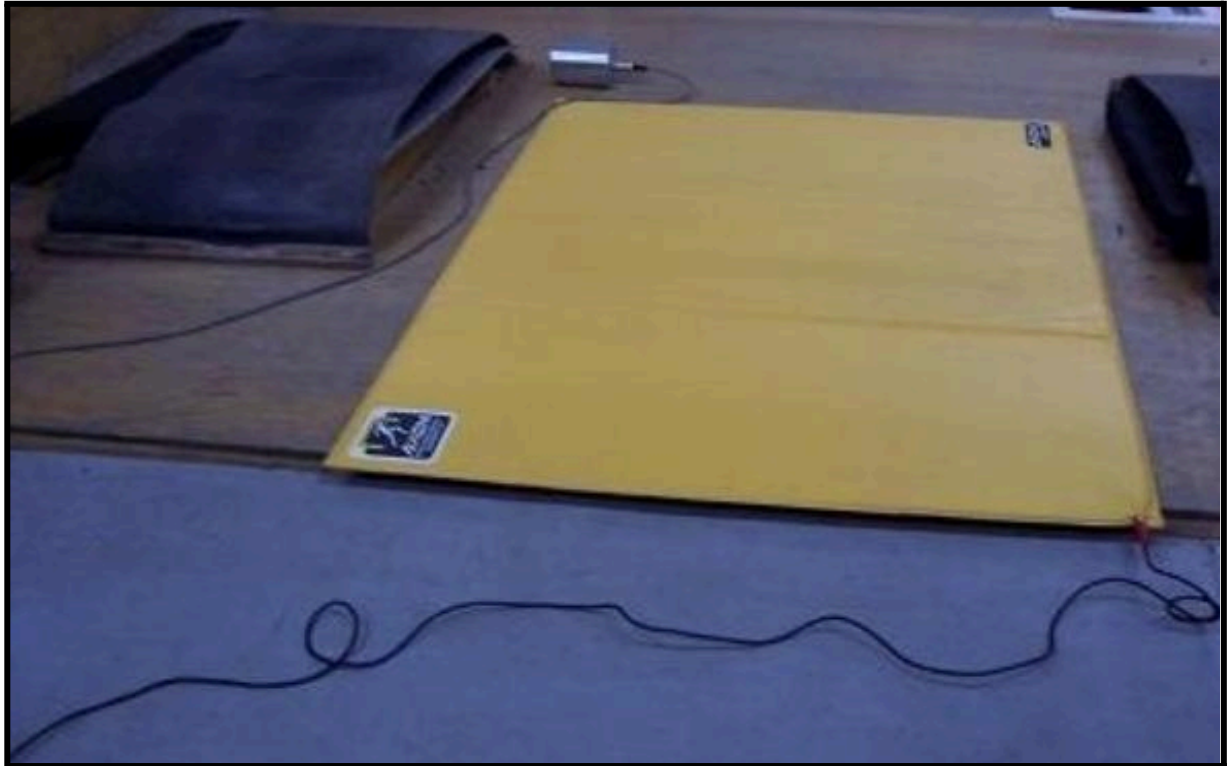
Nota: Tomada de “¿Qué es una escala visual analógica?”, Ortega, 2024, QuestionPro.

La función muscular se evaluó con una plataforma de saltos a través de la ejecución del test de saltabilidad CMJ o Countermovement Jump. El salto se ejecutó con el estudiante en posición erguida y con las manos en las caderas. Comenzó el movimiento con una flexión de las rodillas hasta alcanzar un ángulo de 90 grados, seguido de una extensión rápida de las piernas para saltar hacia arriba. Se tuvo en cuenta que el individuo no se inclinara hacia adelante para asegurar que el salto dependiera únicamente de las piernas. Durante la fase de vuelo, las piernas deben mantenerse extendidas, y al aterrizar sobre la plataforma, el primer contacto debe hacerse con la zona del metatarso, seguido por el talón (Centro de Medicina del Deporte, 2019).

Los datos fueron registrados con la plataforma de contacto de 100 * 80 * 0.5 cm (Axón Bioingeniería Deportiva, Buenos Aires) y la base de datos en el programa Axon Jump.

Figura N° 16

Plataforma de salto CMJ.



Nota: Fotografiada aportada por Director y Lic. Scavo, Matías.

En cuanto al estímulo con acciones predominantemente excéntricas, se organizó un circuito con 7 ejercicios.

Figura N° 17

Protocolo de ejercicios.



Nota: Elaboración propia.

Los ejercicios correspondientes, previamente ilustrados en el Figura N.º 17 (también accesibles mediante el código QR), se detallan a continuación:

1- Curl Nórdico: El curl nórdico es un ejercicio en el cual se utiliza el peso corporal y se enfoca en el fortalecimiento excéntrico de los músculos isquiotibiales. Por lo general, se lleva a cabo con la ayuda de un compañero que asegura los tobillos del deportista (en el código QR se presenta con el agarre de la máquina), quien, estando de rodillas, desciende lentamente para activar los músculos y regresa. La fase excéntrica se da cuando el tronco desciende hacia el suelo controladamente desde la posición inicial, resistiendo la caída con los isquiotibiales (Andrade, A; 2022).

2- Tirones en polea en isoinercial: Sentarse en el banco y colocarse frente a la máquina con los pies firmemente apoyados en el suelo y sujeta la barra de la polea con ambas manos. Hay que tirar de la barra hacia el cuerpo activando los músculos de la espalda y los brazos, aplicando fuerza controlada y manteniendo una postura correcta (movimiento concéntrico). Luego hay que dejar que la barra regrese lentamente a la posición inicial. Durante esta fase, el volante de inercia genera resistencia adicional, lo que requiere un mayor control muscular (movimiento excéntrico). La fase excéntrica se da al regresar

lentamente los brazos a la posición extendida, controlando la carga mientras la polea tira hacia arriba. (Linaza, A; 2024) (Iberian Sportech; 2021).

3- Flexiones (Lagartijas) sin/con apoyo de rodillas (opcional el apoyo dependiendo grado de entrenamiento previo): Se colocaron en una posición de plancha alta, asegurándose de que las manos estén ligeramente más separadas que el ancho de los hombros y los pies juntos. Si necesitas apoyo, puedes apoyar las rodillas en el suelo. Mantén el cuerpo en línea recta desde la cabeza hasta los pies o las rodillas. Desciende lentamente doblando los codos, manteniendo la espalda recta y el core activado. Detén el movimiento cuando el pecho esté cerca del suelo. Empuja con las palmas de las manos para elevar el cuerpo y regresar a la posición inicial, asegurándote de mantener una técnica controlada durante todo el movimiento. La fase excéntrica se realiza al descender el cuerpo hacia el suelo, controlando el movimiento con los pectorales, deltoides y tríceps. (Delgado, A; 2023).

4- Remo isoinercial: Se realizó sentándose frente a la máquina de remo isoinercial, y asegurándose de tener los pies firmemente apoyados y asegurados. Toma el mango de la polea con ambas manos. Se tira del mango hacia ti activando los músculos de la espalda, brazos y core. La resistencia se ajustará a la fuerza aplicada, aumentando conforme a tu esfuerzo. Por último, se deja que el mango regrese lentamente a su posición inicial, controlando el movimiento para trabajar la fase excéntrica de manera efectiva. La fase excéntrica se da cuando se extienden los brazos lentamente después de la tracción, controlando el retorno de la carga hacia el dispositivo. (Fase excéntrica) (Sinermed; n/s)

5- Saltos CMJ en el lugar: El salto se ejecutó comenzando con el estudiante en posición erguida y con las manos en las caderas. Comenzará el movimiento con una flexión de las rodillas hasta alcanzar un ángulo de 90 grados, seguido de una extensión rápida de las piernas para saltar hacia arriba. Tendremos en cuenta que el individuo no se incline hacia adelante para asegurar que el salto dependa únicamente de las piernas. Durante la fase de vuelo, las piernas deben mantenerse extendidas, y al aterrizar sobre el suelo, el primer contacto debe hacerse con la zona del metatarso, seguido por el talón. La fase excéntrica es durante la bajada rápida (flexión de rodillas y cadera) previa al salto, donde se almacena energía elástica en los músculos extensores de las piernas. (Centro de Medicina del Deporte, 2019).

6- Caminar con brazos o “Inchworm”: El ejercicio implica moverse con los brazos hacia adelante y hacia atrás. Comenzó de pie, con los pies a la altura de las caderas y los brazos a los lados. Luego, inclina el torso hacia adelante desde la cintura y apoya las palmas en el suelo. Desde ahí, avanza con las manos hasta adoptar una posición de plancha, mantén un momento, y luego regresa caminando con los pies hacia las manos. Es un ejercicio integral que mejora la fuerza, la flexibilidad y la resistencia. La fase excéntrica se da al flexionar lentamente el tronco hacia adelante desde la posición erguida (acción excéntrica de la musculatura posterior, especialmente isquiotibiales y erectores espinales) y también al regresar caminando con las manos hacia los pies. (Mathura, E; 2022).

7- Estocadas con salto: Para realizar las estocadas con salto, se comenzó en una posición básica de estocada, dando un gran paso hacia adelante con la pierna derecha y flexionando ambas rodillas a 90 grados. A continuación, salta hacia arriba, llevando la pierna izquierda hacia adelante en el aire antes de aterrizar y regresar a la postura inicial de estocada. La fase excéntrica se da al aterrizar desde el salto, frenando el cuerpo y absorbiendo el impacto con los músculos de la pierna que queda adelante. (MasterClass, 2021).

Se contempló una etapa de familiarización con los mismos, a los fines de corregir algunos posibles errores de ejecución técnica.

La carga consistió en 20 segundos de ejecución por 20 segundos de pausa, es decir una densidad de 1:1. El circuito se repitió 4 veces y al finalizar cada vuelta del mismo se empleó una macro-pausa de 2 min.

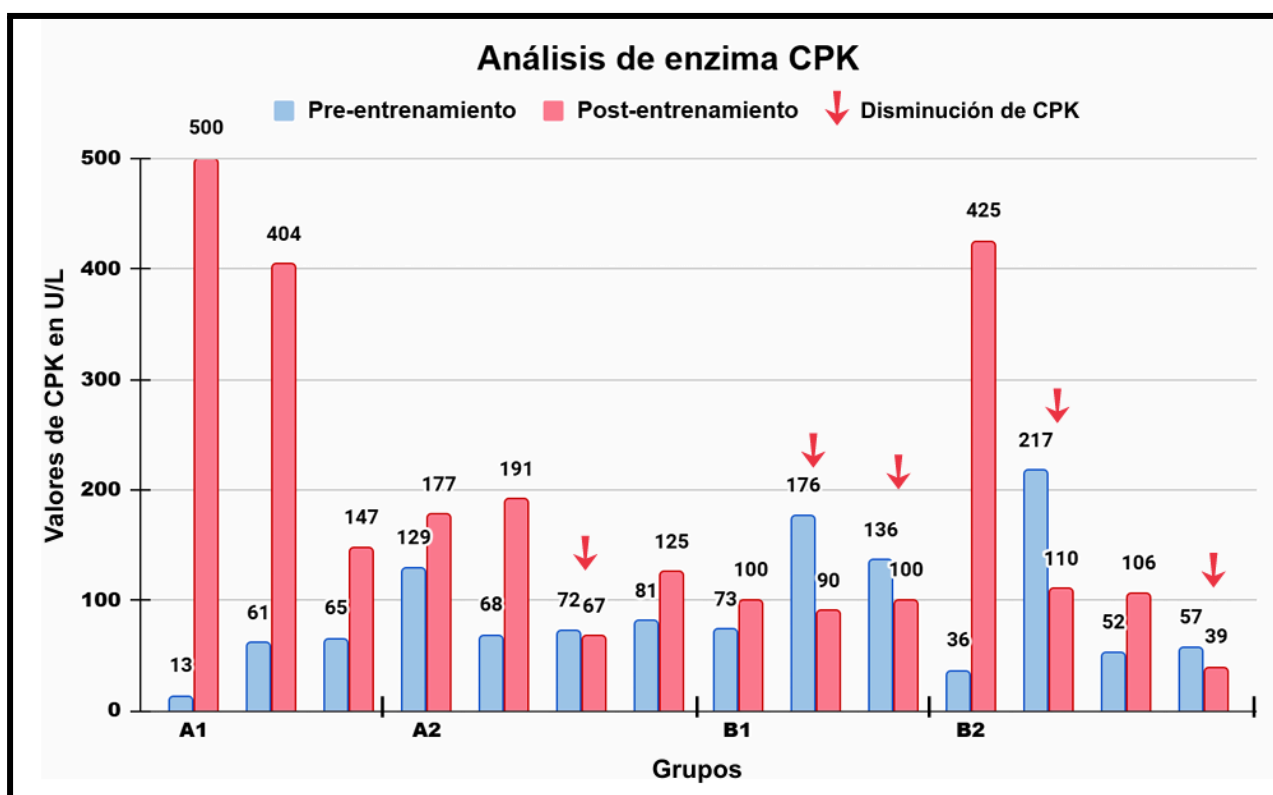
Resultados

a) Enzima creatinfosfoquinasa (CPK)

El comportamiento de la enzima CPK mostró respuestas heterogéneas frente al estímulo excéntrico entre los distintos grupos.

Figura N° 18

Niveles de CPK (U/L) en la medición pre entreno y post entreno en los diferentes grupos.



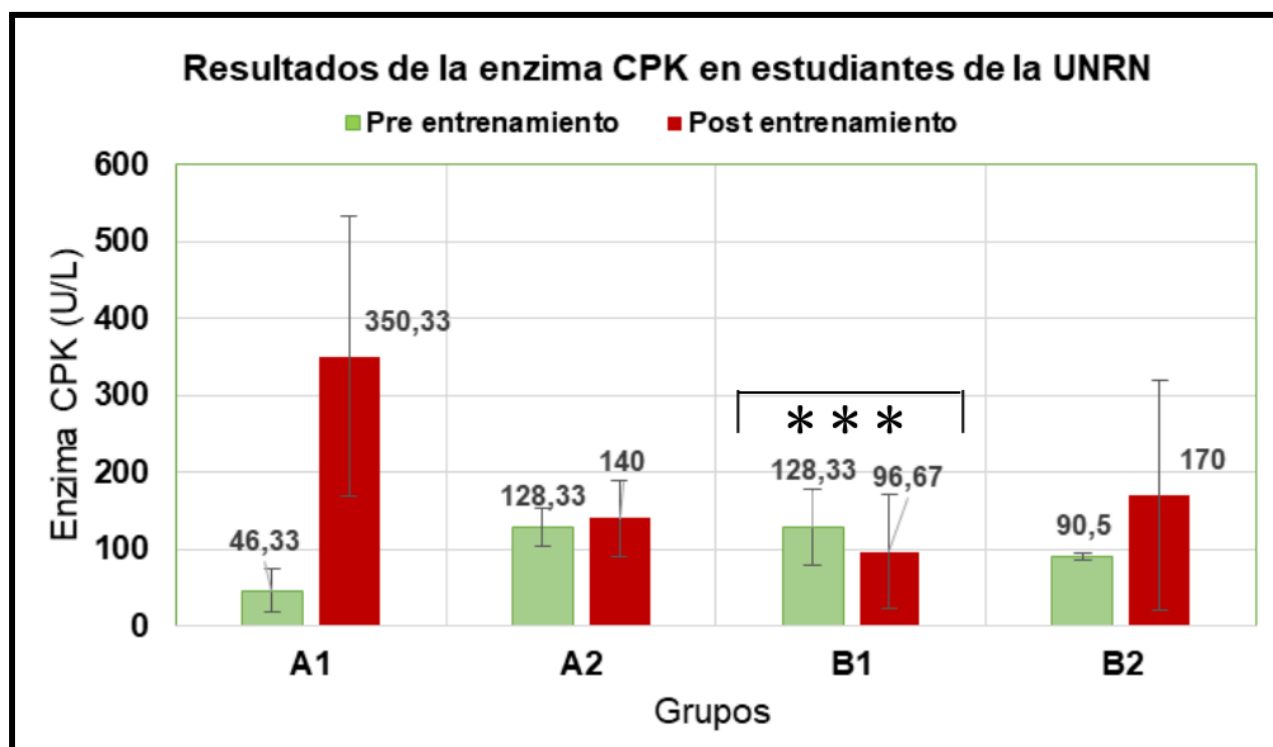
Nota: Elaboración propia. Los valores expuestos son los brindados en los análisis bioquímicos.

En el grupo A1 (placebo en dosis bajas), todos los estudiantes presentaron un aumento en los niveles de CPK post-estímulo, siendo especialmente marcado en un caso (de 13 a 500 U/L), lo que evidencia una mayor vulnerabilidad al daño muscular en ausencia de suplementación. En el grupo A2 (placebo en dosis altas), tres estudiantes mostraron incrementos en sus niveles, mientras que uno presentó una disminución, reflejando una respuesta más variable.

Por el contrario, en el grupo B1 (creatina en dosis bajas), se observó una disminución del CPK en la mayoría de los casos, sugiriendo un posible efecto protector del suplemento. Finalmente, el grupo B2 (creatina en dosis altas) presentó un comportamiento disperso: dos estudiantes disminuyeron sus niveles post-estímulo, mientras que los otros dos los incrementaron, uno de ellos de manera considerable (de 36 a 425 U/L), indicando la ausencia de un patrón uniforme.

Figura N° 19

Resultados estadísticos según suplemento administrado en los diferentes grupos.



*Nota: Elaboración propia. Los valores son Medias $\pm$ DE. *** Denota diferencias significativas antes y después de la suplementación ($p < 0.05$). El pre entreno fue previo al estímulo neuromuscular (protocolo de ejercicios) y posterior a la evaluación nutricional. El post-entreno se realizó 24 hs después de realizar los ejercicios físicos.*

Los resultados promedio mostraron un aumento en el grupo que recibió placebo en dosis bajas (A1), con valores que pasaron de $46,33 \pm 28,94$ U/L a $350,33 \pm 182,55$ U/L post-estímulo ($\Delta = +304$ U/L).

En contraste, el grupo que recibió creatina en dosis bajas (B1) presentó una disminución

significativa ($p < 0.05$) en los valores de CPK (De $128,33 \pm 42,40$ U/L a $96,67 \pm 73,45$ U/L), con un descenso medio de $-31,6$ U/L ($p < 0,05$), lo que sugiere un efecto beneficioso de la suplementación.

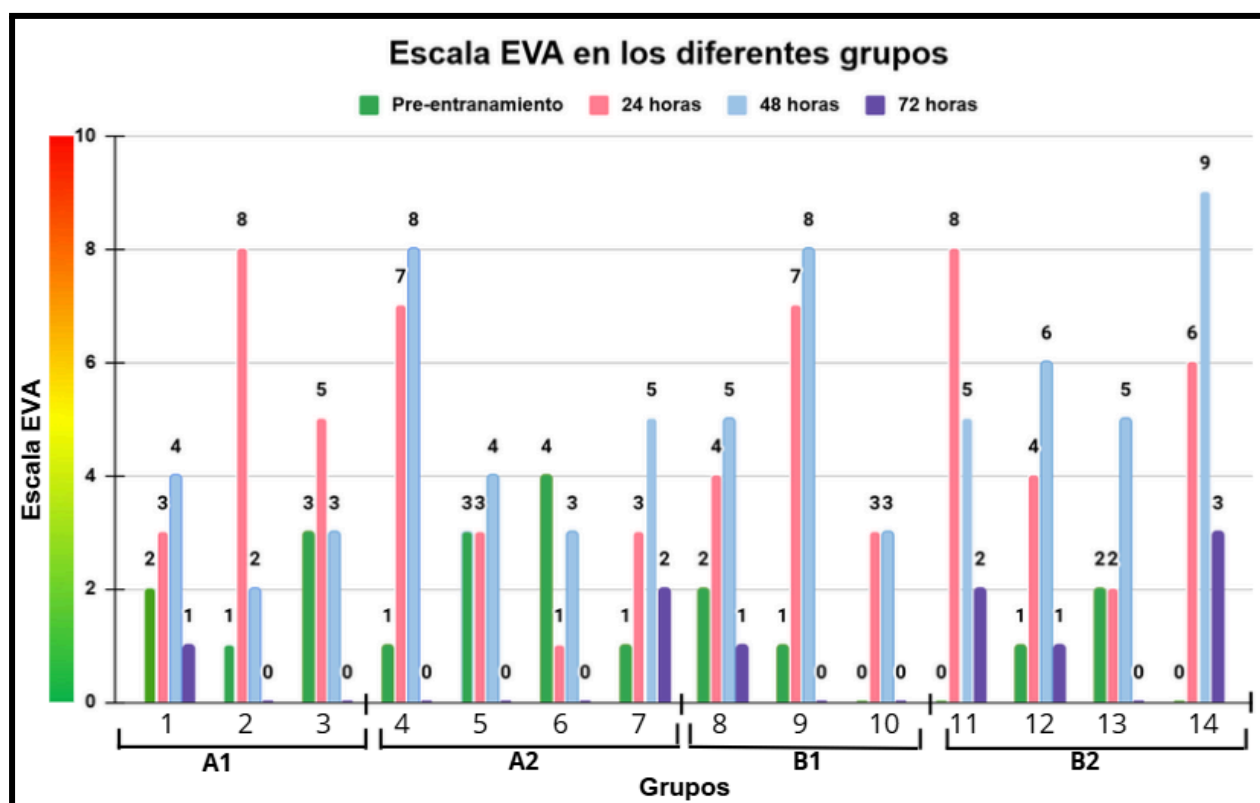
En los grupos con dosis altas (A2 y B2), el CPK aumentó levemente en el grupo placebo ($\Delta = +52,5$ U/L) y de forma más pronunciada en el grupo con creatina ($\Delta = +79,5$ U/L), aunque sin alcanzar significancia estadística ($p > 0,05$).

Al considerar únicamente el tipo de suplemento (sin distinguir dosis), ambos grupos presentaron aumento en los niveles, dado que el grupo placebo (A) pasó de $69,86 \pm 34,07$ U/L a $230,14 \pm 147,35$ U/L y el grupo con creatina (B) de $106,71 \pm 64,83$ U/L a $138,57 \pm 119,02$ U/L. En conjunto, se evidencia una marcada variabilidad interindividual en la respuesta bioquímica frente al estímulo.

b) Escala visual analógica de dolor (EVA)

Figura N° 20

Escala visual analógica de dolor (EVA) en los diferentes grupos.



Nota: Elaboración propia. Los valores son los referenciados por los estudiantes en las diferentes escalas visuales analógicas (EVA). La numeración del 1 al 14 se refiere a la cantidad de estudiantes (muestra) y luego se coloca el grupo al que pertenece cada uno.

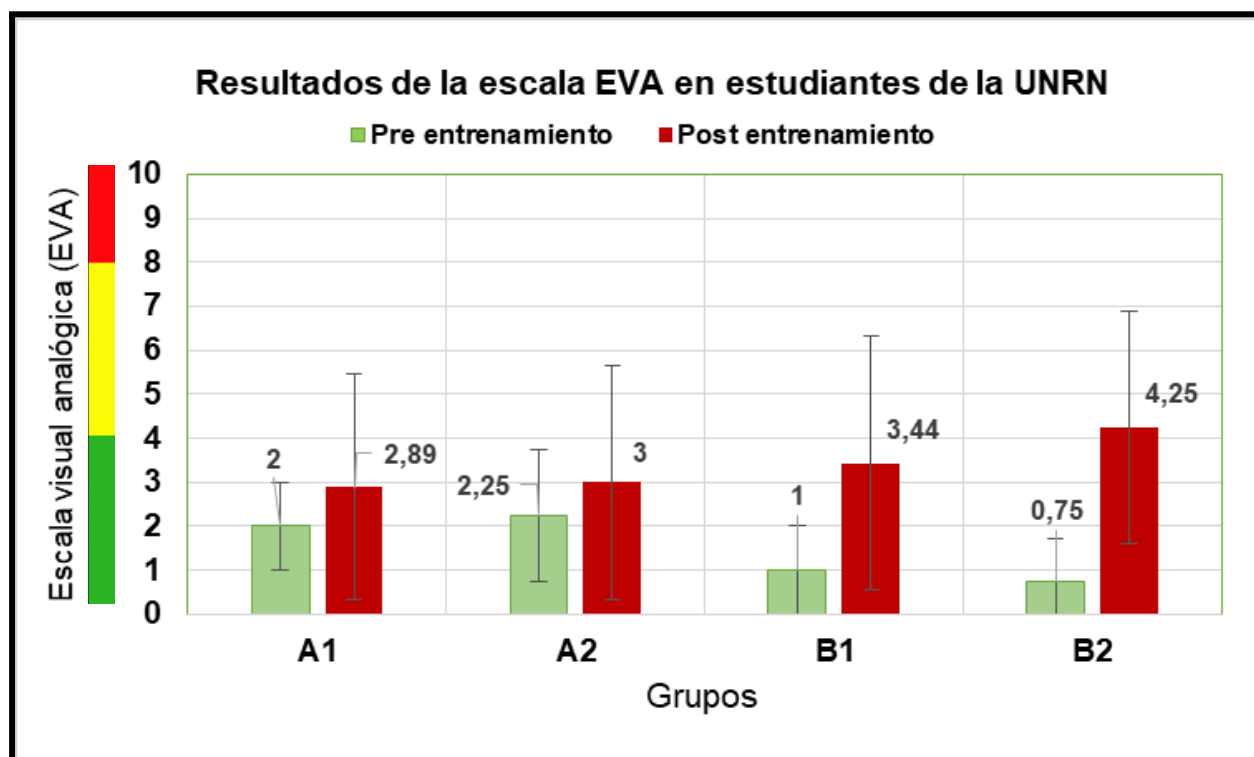
En todos los grupos, se registraron niveles de dolor bajos o nulos antes del estímulo, lo que indica que el ejercicio excéntrico fue el principal desencadenante del dolor muscular de aparición tardía (DOMS). Posteriormente, los valores de EVA aumentaron notablemente a las 24 y 48 horas post-estímulo, y disminuyeron de manera progresiva a las 72 horas.

El estudiante que presentó el menor nivel de dolor en todas las mediciones (pre-estímulo, 24, 48 y 72 horas) pertenecía al grupo B1, mientras que el valor más elevado se observó en un participante del grupo B2, con un EVA de 9 a las 48 horas.

En general, se evidenció una marcada heterogeneidad interindividual en la percepción del dolor, sin observarse un patrón consistente entre los grupos. Por lo tanto, no se pudo establecer una asociación clara entre la suplementación y una posible reducción en la percepción subjetiva del dolor muscular.

Figura N° 21

Resultados estadísticos de la escala visual analógica (EVA) en los diferentes grupos.



Nota: Elaboración propia. Los valores son Medias $\pm$ DE. El pre entreno fue previo al estímulo neuromuscular (protocolo de ejercicios) y posterior a la evaluación nutricional. El post-entreno se refiere al promedio de las escalas EVA 24, 48 y 72 hs luego de realizar los ejercicios.

En el análisis de la percepción del dolor muscular para las dosis bajas, los valores medios de EVA pre-estímulo fueron de $2,00 \pm 1,00$ para el grupo A1 (placebo) y $1,00 \pm 1,00$ para

el grupo B1 (creatina), sin diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,11$). En el post-estímulo, los valores aumentaron a $2,89 \pm 2,57$ en A1 y $3,44 \pm 2,87$ en B1 ($p = 0,20$), sin mostrar diferencias relevantes entre ambos grupos.

En cuanto a las dosis altas, el grupo A2 (placebo) presentó un valor medio pre-estímulo de $2,25 \pm 1,50$, mientras que el grupo B2 (creatina) mostró un valor inferior ($0,75 \pm 0,96$), aunque sin alcanzar significancia ($p = 0,09$). Tras el estímulo, los valores medios post-entrenamiento fueron de $3,00 \pm 2,66$ en A2 y $4,25 \pm 2,65$ en B2, con una diferencia que se aproximó a la significancia ($p = 0,05$). En este último caso, el aumento del dolor fue significativo dentro del grupo B2, lo que indica un cambio real en la percepción del dolor, aunque no favorable, ya que el dolor se incrementó tras la suplementación con creatina en dosis altas.

Al agrupar los resultados únicamente según el tipo de suplemento, sin discriminar por dosis, se observó que el grupo A (placebo) tuvo un valor medio de EVA pre-estímulo de $2,14 \pm 1,21$, frente a $0,85 \pm 0,89$ en el grupo B (creatina), diferencia que resultó estadísticamente significativa ($p = 0,005$). Sin embargo, en el post-estímulo, los valores promedios fueron de $2,95 \pm 2,55$ para el placebo y $3,90 \pm 2,77$ para la creatina ($p = 0,03$), lo cual evidencia un mayor incremento en la percepción del dolor en quienes recibieron creatina. Este resultado sugiere que, en este estudio, la suplementación no tuvo un efecto atenuante sobre el dolor muscular de aparición tardía.

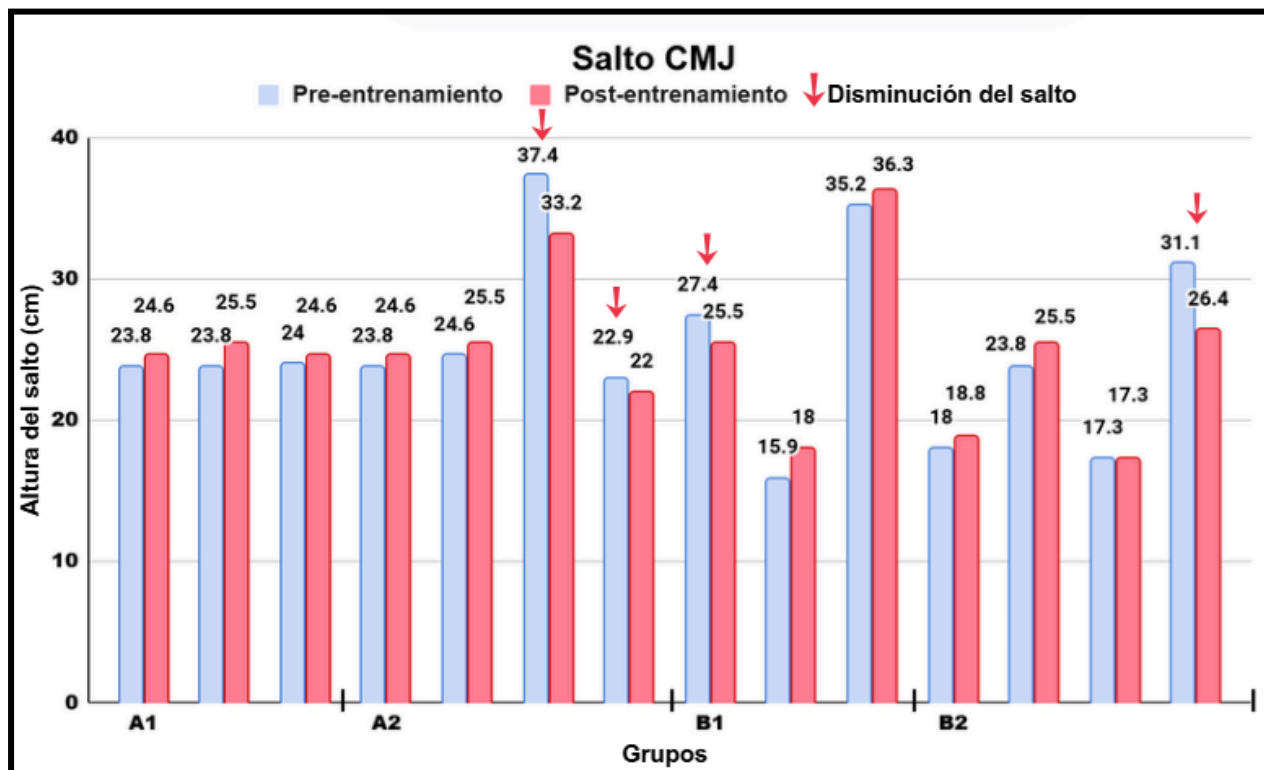
Finalmente, al comparar los grupos individualmente, la menor percepción de dolor post-estímulo se registró en el grupo A2, seguido por A1, luego B1 y, por último, B2, donde se observó la mayor intensidad de dolor percibido.

c) Salto con contramovimiento (CMJ)

A partir del análisis individual de los resultados del salto CMJ, se observa una tendencia general hacia la mejora del rendimiento en la mayoría de los grupos, lo que refleja una respuesta positiva al estímulo físico, independientemente del tipo de suplementación administrada.

Figura N° 22

Salto con contramovimiento (CMJ) en los diferentes grupos.



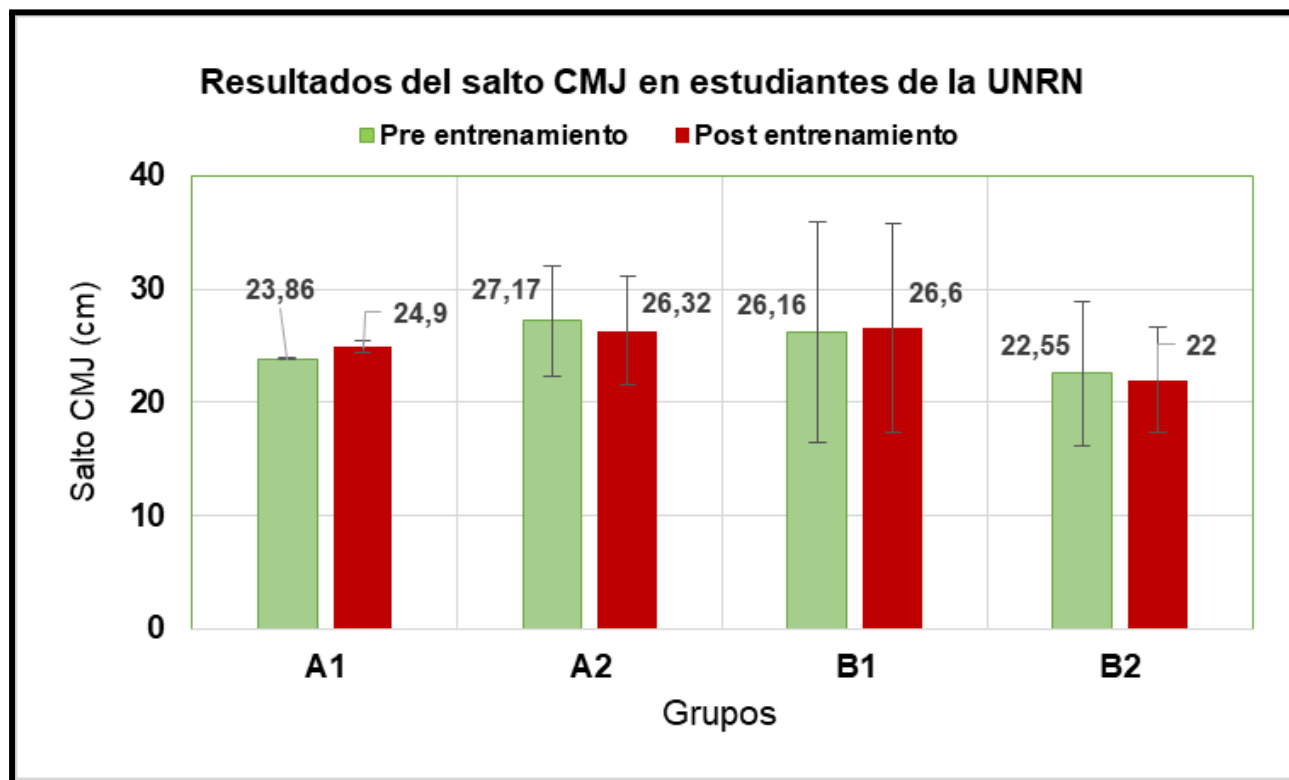
Nota: Elaboración propia. Los valores son los registrados por la alfombra de contactos y la base de datos en el programa Axon Jump.

En el grupo A1 (placebo, dosis bajas), los tres estudiantes evidenciaron mejoras en el rendimiento post-estímulo, destacándose como el grupo con mejor desempeño. En A2 (placebo, dosis altas), dos participantes mejoraron su salto, mientras que los otros dos presentaron una disminución.

En cuanto a los grupos que recibieron creatina, el grupo B1 (dosis bajas) mostró mejoras en dos de los tres estudiantes, con una leve disminución en el primero. En B2 (dosis altas), tres estudiantes mejoraron sus registros, excepto uno que mantuvo el mismo valor en ambas mediciones.

Figura N° 23

Resultados estadísticos del salto con contramovimiento (CMJ) en los diferentes grupos.



Nota: Elaboración propia. Los valores son Medias $\pm$ DE. El pre entreno fue previo al estímulo neuromuscular (protocolo de ejercicios) y posterior a la evaluación nutricional. El post-entreno se realizó 72 hs después de realizar el circuito de ejercicios.

A nivel grupal, en quienes recibieron dosis bajas se observó un incremento del rendimiento en ambos casos. El grupo placebo (A1) aumentó su altura de salto de 23,86 cm a 24,90 cm, con una mejora de +1,04 cm. El grupo B1 (creatina) mejoró levemente de 26,16 cm a 26,60 cm (+0,43 cm), lo que sugiere que la suplementación con creatina en dosis bajas y mantenidas en el tiempo podría beneficiar el rendimiento físico, aunque sin diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,29$).

Por el contrario, en los grupos que recibieron dosis altas, no se evidenciaron mejoras. El grupo placebo (A2) redujo su rendimiento de $27,17 \pm 4,81$ cm a $26,32 \pm 4,81$ cm ($-0,85$ cm), mientras que el grupo con creatina (B2) descendió de $22,55 \pm 6,40$ cm a $22,00 \pm 4,61$ cm ($-0,55$ cm), sin significancia estadística ($p = 0,43$). Si bien el grupo con creatina

mostró una menor caída, el resultado no permite afirmar un efecto beneficioso de la suplementación en estas condiciones.

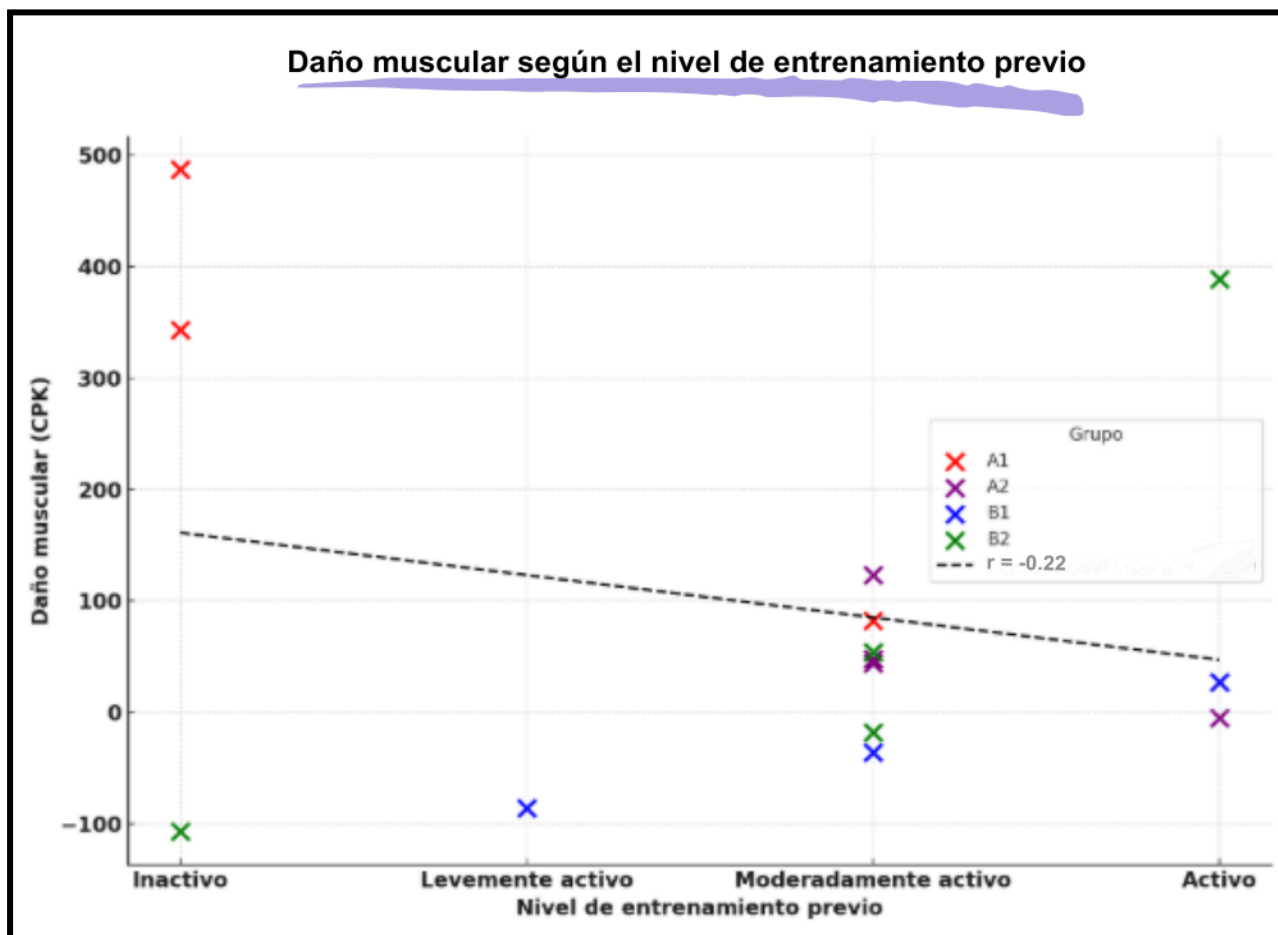
Al analizar los grupos combinados por tipo de suplemento, el grupo A (placebo) mantuvo valores similares antes y después del estímulo ($25,75 \pm 5,15$ cm vs. $25,71 \pm 3,50$ cm), mientras que el grupo B (creatina) presentó una leve disminución ($24,10 \pm 7,45$ cm a $23,97 \pm 6,70$ cm, $p = 0,25$). Estos resultados sugieren que la mayoría de los estudiantes habían recuperado parcialmente su función muscular al momento de la segunda medición de CMJ, sin evidencia de un efecto claro atribuible a la suplementación.

d) Relación existente entre el nivel de entrenamiento previo con el daño muscular inducido (EIMD)

Se analizó la relación entre el nivel de entrenamiento previo y el daño muscular inducido, con el objetivo de identificar si un mayor nivel de ejercicio físico previo se asocia a una menor magnitud de daño tras el estímulo excéntrico.

Figura N° 24

Daño muscular según nivel de entrenamiento previo.



Nota: Elaboración propia.

Los estudiantes inactivos del grupo A1 mostraron niveles elevados de daño muscular, destacándose uno de ellos con el valor más alto registrado en toda la muestra. En contraste, uno de los estudiantes inactivos perteneciente al grupo B2 presentó el menor valor de daño, lo cual podría atribuirse al efecto atenuante de la suplementación con monohidrato de creatina.

De manera similar, un estudiante con nivel de entrenamiento levemente activo del grupo B1 también evidenció un valor negativo de daño muscular, lo que refuerza la posibilidad de un efecto benéfico de la creatina sobre la recuperación muscular.

En cuanto a los estudiantes con un nivel de entrenamiento moderado, en general presentaron valores bajos de daño muscular, independientemente del suplemento consumido. Entre ellos, se destacan dos casos con valores por debajo de cero, ambos pertenecientes a grupos suplementados con creatina, aunque con diferentes dosis.

Indiferentemente del nivel de entrenamiento, cinco estudiantes presentaron valores negativos entre ambos análisis bioquímicos de CPK, de los cuáles cuatro eran suplementados con monohidrato de creatina.

Por último, los estudiantes clasificados como activos mostraron, en su mayoría, valores cercanos a cero, indicando un bajo nivel de daño muscular. Sin embargo, se observó que un participante activo presentó un valor elevado de daño a pesar de haber recibido creatina.

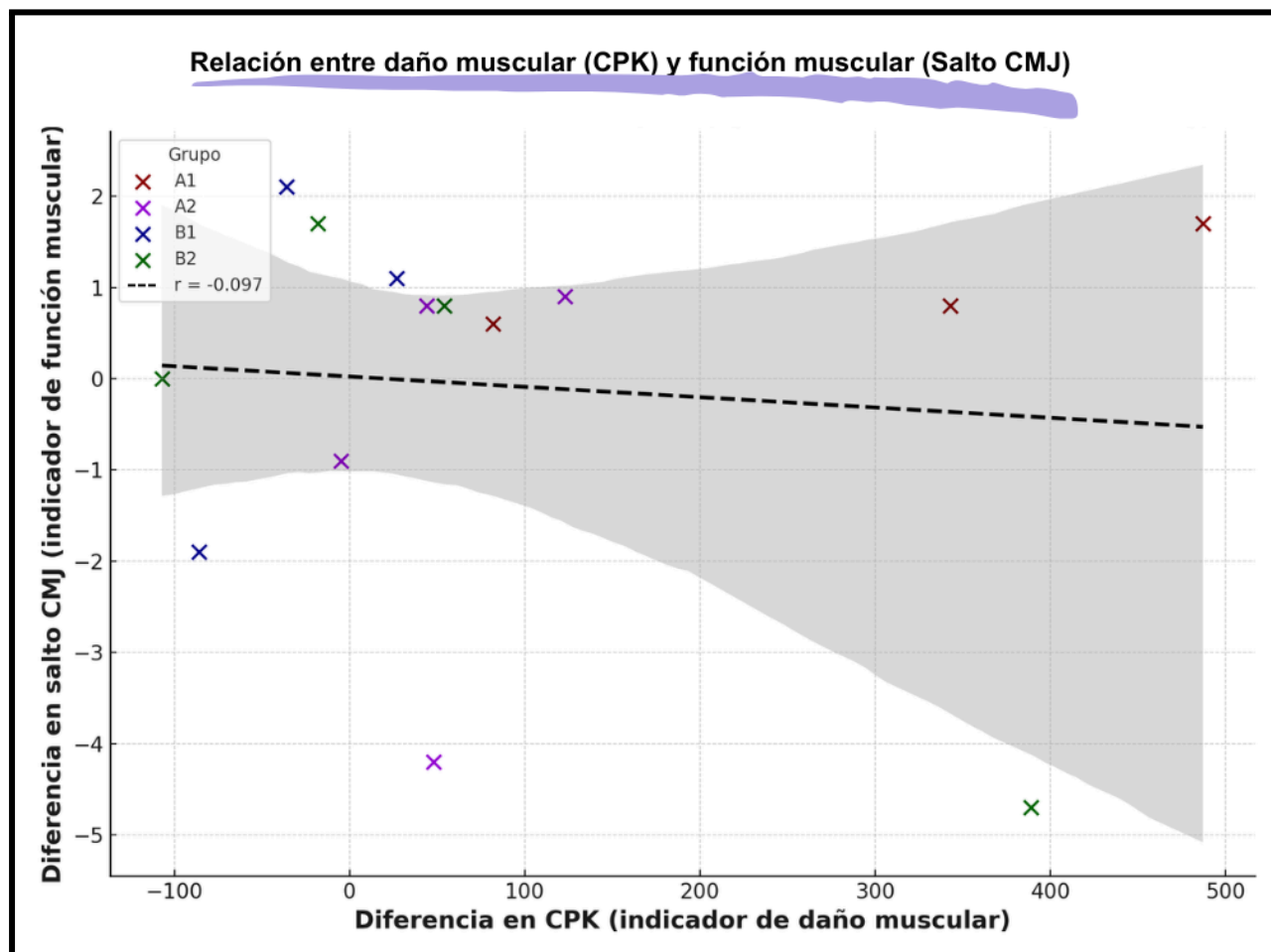
Según lo observado se presenta una débil tendencia inversa, es decir que a mayor nivel de entrenamiento previo, menor suele ser el daño muscular ($r = -0.22$).

e) Relación entre función muscular y daño muscular inducido por el ejercicio (EIMD)

Se evaluó la relación entre la función muscular y el daño muscular inducido por el ejercicio, con el fin de analizar cómo la alteración en el rendimiento muscular se asocia a los niveles de daño observados tras el estímulo físico.

Figura N° 25

Relación entre daño muscular y función muscular.



Nota: Elaboración propia. La diferencia en el salto con contramovimiento (CMJ) se calculó restando el valor obtenido posterior al entrenamiento del valor previo, utilizándose como indicador de la función muscular. De manera análoga, la diferencia en los niveles de creatinquinasa (CPK) se determinó restando el valor pre-estímulo del valor post-estímulo, constituyendo un indicador neto del daño muscular inducido por el ejercicio.

La mayoría de los estudiantes lograron recuperar su función muscular, lo que les permitió mejorar su desempeño en el salto, independientemente del nivel de daño muscular o del grupo al que pertenecían. Solo cuatro participantes no lograron dicha recuperación, de los cuales dos pertenecían al grupo placebo y dos habían consumido creatina. Un estudiante mantuvo el mismo rendimiento en ambos saltos.

Dentro del grupo A1, todos los estudiantes mostraron mejoras en su salto, mientras que en el resto de los grupos se observó una mayor variabilidad individual.

El estudiante que alcanzó la mejor recuperación y rendimiento en el salto pertenecía al grupo B1 y presentó un bajo nivel de daño muscular. En contraste, el participante que mostró la menor capacidad de recuperación registró un rendimiento muy bajo en el segundo salto, acompañado de un daño muscular elevado, y era parte del grupo B2. Esto sugiere que el nivel de daño muscular podría tener mayor impacto que el tipo de suplemento consumido.

Al considerar todos los datos en conjunto, sin tener en cuenta el consumo de los suplementos ni la dosis, la correlación fue muy baja y negativa ($r = -0.097$), lo que indica que la correlación entre variables es muy débil o inexistente. Se observa una leve mejoría de la función muscular ante un menor daño.

Discusión

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la incidencia de la suplementación con monohidrato de creatina sobre la recuperación de la función y daño muscular, luego de un estímulo con predominio de acciones excéntricas en estudiantes de la Licenciatura en Nutrición de la UNRN. Además se tuvo en cuenta la percepción de parte de los individuos en cuanto al dolor antes y después del estímulo, y cómo influyó los hábitos de actividad previa ante el daño muscular inducido

Nuestro trabajo demostró beneficios en el consumo de suplemento de creatina en dosis bajas, lo cual coincide con lo mencionado por Cooke et al. (2009) y Rawson et. al. (2007), quienes demuestran que la suplementación con monohidrato de creatina puede atenuar el daño muscular y mejorar la recuperación de la función. Es importante aclarar que estas referencias no especifican dosis. Aunque difieren en la percepción del DOMS, ya que manifiestan que la creatina lo reduce, este estudio no pudo demostrarlo con certeza debido a la variabilidad de resultados.

Bassit et. al. (2010) reportaron una disminución en los niveles séricos de CPK ante el consumo de creatina exógena. La mayoría de nuestros estudiantes que consumieron creatina, en ambas dosis, disminuyeron los valores en sangre, a excepción de tres estudiantes, de los cuales dos atenuaron el incremento y uno mantuvo niveles altos.

Además, Wang et. al. (2018) demostraron que la suplementación con creatina puede reducir significativamente los niveles de CPK a las 24 y 48 horas post-ejercicio en comparación con el placebo, sugiriendo un efecto protector de la creatina contra el daño muscular.

Nuestra muestra fue mayoritariamente femenina (13 de 14 estudiantes) y se observó heterogeneidad de resultados. Vandenberghe et al. (1997) y Hackney (2020) demostraron que la respuesta a la suplementación con monohidrato de creatina es diversa en mujeres. Se evidenció en algunos casos la ausencia de beneficios en mujeres adultas, mientras que en otros se encontraron mejoras significativas en fuerza, capacidad de ejercicio, composición corporal y densidad mineral ósea, especialmente después de la menopausia. Además, se debe considerar que las mujeres pueden tener niveles basales de creatina intramuscular ligeramente más elevados, lo que podría reducir la magnitud de la

respuesta a la suplementación, en especial en individuos no entrenados. A esto se suman las fluctuaciones hormonales del ciclo menstrual, que influyen en la función muscular, la respuesta inflamatoria, el dolor percibido y la recuperación post-ejercicio (Pacheco, 2024).

Nunes et al. (2017), en su meta análisis, concluyeron que los efectos de la creatina sobre el DOMS son fluctuantes, como se demostró en este estudio, y dependen de múltiples factores. Deliens et al. (2014) y Edwards et al. (2009) reportan que, en el contexto de estudiantes universitarios, la percepción del dolor y la respuesta al ejercicio pueden verse moduladas por el estrés psicosocial y el cansancio acumulado, propios del ámbito académico, los cuales han sido asociados con un umbral de dolor más bajo y mayor sensibilidad a estímulos dolorosos.

Por otro lado, Santos et al. (2004) reportaron una reducción del dolor percibido tras la suplementación con creatina.

Los picos máximos de DOMS se observaron a las 24 y 48 horas, y a las 72 horas casi todos los estudiantes estaban en el mismo nivel que previo al estímulo. Armstrong (1984) no concuerda con dicho estudio, ya que registró un máximo entre las 48 y 72 horas y con una tendencia a la disminución entre el quinto y séptimo día. Por otro lado, Fernandes et. al. (2020) coincide con nuestro estudio y manifiesta que el DOMS alcanza su punto máximo entre 24 y 48 horas.

Cheung (2003), Chicharro (2006) y Connolly (2003) reportan que el DOMS puede disminuir la funcionalidad muscular en actividades cotidianas y, más importante aún, reducir el rendimiento físico del deportista. Este trabajo no reportó datos certeros al respecto, aunque en el análisis de correlación, se evidencia una leve tendencia donde a mayor daño muscular hubo menor recuperación de la función.

En cuanto a rendimiento y recuperación funcional en nuestro trabajo, no hubo diferencias significativas entre el grupo placebo y el grupo que consumió creatina. De manera similar el estudio de Rawson et al. (2007) tampoco observó mejoras en el rendimiento funcional en mujeres entrenadas en resistencia suplementadas con creatina. No obstante, Kilduff et al. (2004), en jugadores de rugby, reportaron mejoras significativas en la recuperación del rendimiento explosivo tras un protocolo excéntrico, atribuibles al restablecimiento más rápido de las reservas de fosfocreatina (PCr) y la resíntesis de ATP.

Se observó que los participantes con mayor nivel de entrenamiento previo tendieron a experimentar menos daño muscular, aunque esta diferencia no fue estadísticamente significativa. Este hallazgo coincide con el estudio de Ertel et. al. (2020) que sugiere que individuos entrenados pueden tener una mayor resistencia al daño muscular inducido por el ejercicio en comparación con individuos no entrenados.

Conclusiones

Los resultados obtenidos evidencian una respuesta heterogénea entre los participantes; sin embargo, se identificaron tendencias que respaldan la hipótesis alternativa, sugiriendo una posible influencia de la suplementación sobre los indicadores y marcadores de función y daño muscular. No obstante, la ausencia de efectos consistentes en todos los sujetos y variables no permiten descartar la hipótesis nula.

En relación al marcador bioquímico de daño muscular (CPK), los resultados indicaron que el grupo suplementado con creatina en dosis bajas presentó una disminución significativa en sus niveles post-estímulo ($p < 0,05$), lo que sugiere un posible efecto atenuante de la suplementación frente al daño muscular. Sin embargo, este efecto no se replicó en el grupo que recibió dosis altas de creatina, donde los niveles de CPK se incrementaron sin alcanzar significancia estadística.

En cuanto a la valoración del dolor muscular de inicio retardado, se observó un aumento generalizado del dolor entre las 24 y 48 horas post-estímulo, independientemente del suplemento consumido. Si bien el grupo suplementado con creatina mostró menores niveles de dolor en la medición pre-estímulo, los valores post-estímulo fueron mayores en comparación con el grupo placebo ($p < 0,05$). Esto sugiere que la percepción subjetiva del dolor podría estar modulada por múltiples factores individuales, más allá del efecto fisiológico de la suplementación, incluyendo componentes psicológicos y/o efectos placebo que influyen en la respuesta de los estudiantes al esfuerzo físico y a la recuperación percibida.

Respecto a la recuperación de la función neuromuscular, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ($p > 0,05$). No obstante, se observó una leve mejoría en el rendimiento en los grupos suplementados con creatina en dosis bajas, lo que podría indicar un beneficio funcional, aunque no concluyente. El grupo que presentó mejor respuesta en esta variable fué el grupo placebo en dosis bajas.

Finalmente, se identificó una relación débil entre el nivel de entrenamiento previo y el daño muscular inducido. No obstante, se observó una tendencia en la que los estudiantes

con mayor nivel de actividad física previa mostraron valores de daño muscular más bajos. En este contexto, los efectos positivos de la creatina fueron más notables en aquellos estudiantes con menor nivel de entrenamiento, lo que sugiere que la efectividad de la suplementación podría estar influenciada por la condición física previa.

Los resultados permiten inferir que la suplementación con monohidrato de creatina, especialmente en dosis bajas, podría contribuir a atenuar algunos indicadores de daño muscular inducido por el ejercicio excéntrico. No obstante, debido a la alta variabilidad interindividual, la limitada cantidad de participantes y la falta de significancia en varios indicadores, se recomienda interpretar estos resultados con cautela y considerar investigaciones futuras con mayor tamaño muestral, control de variables individuales y seguimiento a largo plazo para validar estos hallazgos.

a) Limitaciones del estudio y fundamentos de elección

Entre las principales limitaciones se incluyen un tamaño muestral reducido, un desbalance de género entre los participantes, la duración del protocolo de suplementación posiblemente insuficiente, control de variables individuales no controladas y una inadecuada aplicación de escala EVA y saltó CMJ a las 72 horas.

Con respecto al desbalance de género, dicha selección puede haber influido en los resultados, ya que existen diferencias fisiológicas entre sexos en relación con la respuesta al daño muscular, los niveles basales de CPK, la percepción del dolor y el rendimiento físico.

Con relación a la duración del protocolo, la creatina actúa por acumulación, a través de un proceso de saturación muscular, el cual requiere un período más prolongado de suplementación para evidenciar efectos claros sobre la recuperación muscular o el rendimiento. En el presente estudio, la suplementación con monohidrato de creatina se implementó durante un período de siete días consecutivos, si bien el mismo fué de corto tiempo, se buscó ver qué impacto tenía la dosis alta de suplementación aplicada durante una semana.

Respecto a las variables no controladas y que podrían haber influido en los resultados son los hábitos nutricionales, el período menstrual de las mujeres, el descanso, la hidratación,

y la percepción propia del estado de ánimo o si tuvieron que atravesar situaciones de estrés en los últimos días.

Se efectuó durante el estudio la aplicación de la escala EVA y salto CMJ a las 72 horas post-entrenamiento. Lo realizamos producto de basarnos en evidencia previa que indican algunos autores que los picos de EIMD se daban entre las 24-48 horas y otros a las 48-72 hs. Sin embargo, al momento de la evaluación a este horario, la mayoría de los estudiantes ya habían recuperado su función muscular y el daño era leve o nulo, lo que sugiere que hubiese sido más pertinente aplicar la escala EVA solamente a las 24 y 48 horas, y realizar el salto CMJ a las 48 horas. De todas formas, destacamos gracias a haberlo aplicado, que en la mayoría de los casos a este horario el músculo ya se encuentra recuperado.

b) Fortalezas del estudio

En primer lugar, busca concientizar a futuros profesionales de la nutrición sobre el uso responsable y basado en evidencia de la suplementación con creatina, promoviendo una formación crítica y actualizada.

Asimismo, retribuye al entorno universitario, con un diseño metodológico claro y reproducible, que se alinea con los objetivos de formación ética y científica propios de la Licenciatura en Nutrición, favoreciendo la continuidad de investigaciones dentro del ámbito académico. Además el diseño metodológico, caracterizado por su enfoque doble ciego, aleatorizado y controlado con placebo, permitió evitar sesgos que pudieran haber afectado los resultados del estudio.

El estudio integra teoría y práctica, considerando no solo indicadores fisiológicos y objetivos, sino también la percepción subjetiva del estudiante, lo que permite una comprensión más amplia, integral y aplicable a contextos reales.

Se destaca además la realización de un estudio con enfoque local (Ciudad de Viedma, Río Negro, Patagonia, Argentina), lo cual aporta datos relevantes sobre una población específica que suele estar poco representada en la literatura científica, dominada por investigaciones internacionales o de enfoque generalizado.

Otra fortaleza es la identificación de rangos de dosis potencialmente más eficientes, en un escenario donde aún persiste ambigüedad a las cantidades óptimas de consumo, lo que puede generar confusión tanto en estudiantes como en profesionales.

Por último, el trabajo aporta evidencia en poblaciones jóvenes y sanas, tanto deportistas como no deportistas. Esto resulta especialmente valioso, ya que se trata del grupo etario con mayor consumo de creatina, pero que con frecuencia lo hace sin consultar a profesionales. En particular, la población no deportista continúa siendo poco abordada en cuanto al consumo de este suplemento (monohidrato de creatina).

A pesar de las limitaciones, este estudio aporta evidencia que la suplementación con monohidrato de creatina puede ser de utilidad en el campo de la nutrición deportiva y principalmente a contribuir en la optimización de las estrategias de recuperación muscular luego del ejercicio con predominio de acciones excéntricas.

c) Recomendaciones para la práctica profesional y futuras investigaciones

A partir de los hallazgos de este trabajo, se proponen una serie de recomendaciones que pueden contribuir tanto al ejercicio profesional de la nutrición como a la continuidad del abordaje científico de la suplementación con creatina:

Impulsar el desarrollo de políticas públicas específicas que regulen el uso y comercialización de suplementos, asegurando que los productos disponibles incluyan dosis claras, seguras y adaptadas a las necesidades de la población. Además empezar a poner en foco que es necesario una normativa específica destinada a deportistas, ya que sus requerimientos no son iguales al del resto de la población.

Fomentar el asesoramiento profesional y la educación en el uso de suplementos, especialmente en poblaciones jóvenes, que suelen consumir creatina sin orientación adecuada. Es fundamental promover una toma de decisiones informada, basada en evidencia y ajustada a las necesidades individuales.

Reforzar la formación académica de estudiantes de nutrición en temas vinculados a la suplementación, considerando tanto los aspectos bioquímicos y fisiológicos como los contextos socioculturales de consumo.

Realizar más estudios locales, con poblaciones específicas de diferentes regiones de la Patagonia, para comprender mejor el impacto del contexto en la respuesta a la suplementación y su percepción por parte de los usuarios.

Profundizar en el análisis de dosis óptimas, explorando no solo la eficacia a nivel fisiológico, sino también su tolerancia, accesibilidad y efectos a largo plazo, especialmente en individuos no deportistas.

Si bien el impacto de la suplementación con creatina parece evidente, la mayoría de los estudios disponibles han sido realizados en varones, en quienes se ha comprobado su efectividad. Sin embargo, en mujeres no solo existe una menor cantidad de investigaciones, sino que además los resultados disponibles sugieren que la respuesta podría fluctuar entre ellas, lo que refuerza la necesidad de profundizar en estudios específicos sobre este grupo.

Referencias bibliográficas:

Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica [ANMAT]. (s.f.). Código Alimentario Argentino, capítulo XVII, artículo 1381. http://www.anmat.gov.ar/alimentos/codigoa/CAPITULO_XVII.pdf

Armstrong, R. B. (1984). *Mechanisms of exercise-induced delayed onset muscle soreness: a brief review*. MedSci Sports Exerc, 16:529–538.

American College of Sports Medicine (ACSM). (2021). *ACSM's Guidelines for exercise testing and prescription* (11ª ed.). <https://www.researchgate.net/publication/331940045>

Andrade, A. (2022). *Entrenamiento de ejercicios nórdicos para fuerza de miembro inferior en el club de fútbol formativo femenino “San Miguel de Ibarra Saitel” y el club de fútbol “Santa Fé sporting club de Ibarra” en el período 2021-2022*. Trabajo de grado. <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/12447/2/06%20TEF%20429%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>

ANVISA. (2010). Resolução RDC nº 18, de 27 de abril de 2010: Dispõe sobre alimentos para atletas. <https://www.anvisa.gov.br>

Asmussen, E. (1953). *Positive and negative muscular work*. Acta physiologica Scandinavica, 28(4), 364–382. <https://doi.org/10.1111/j.1748-1716.1953.tb00988.x>

Baldi, J., & Sáenz, D. (s.f.). *Ejercicio excéntrico*. CORE. <https://core.ac.uk/download/429947719.pdf>

Barbero Álvarez, J. (2006). *Fundamentación y consideraciones sobre la suplementación con creatina: ¿Moda o ayuda ergogénica?*. Futsal coach. https://futsalcoach.es/wp-content/uploads/2018/05/214_suplementacion_con_creatina.pdf

Barrera, J., Valenzuela Contreras, L., Segueida Lorca, Á., Maureira Cid, F., Zurita, E., & Sarmiento, H. (2021). *Relación del salto contramovimiento y pruebas de velocidad (10-30*

m) y agilidad en jóvenes futbolistas chilenos. Dialnet.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8074569>

Barrios, D. (2023). *Producción de alimentos y suplementos dietarios*. Universidad Nacional de Río Negro.
<https://www.unrn.edu.ar/noticias/Produccion-de-alimentos-y-suplementos-dietarios-215>

Bermúdez H., J (2021). *Efectos de la suplementación con monohidrato de creatina en adultos jóvenes sanos: una revisión sistemática*. <http://hdl.handle.net/10347/27739>

Bianco, A., Mammina, C., Paoli, A., Bellafiore, M., Battaglia, G., Caramazza, G., Palma, A., & Jemni, M. (2011). *Patterns of dietary supplement use among college students*. Journal of the international society of sports nutrition, 8(25).
<https://jissn.biomedcentral.com/articles/10.1186/1550-2783-8-25>

Bolado Negueruela, D. (2014). *Ejercicio físico y ayudas ergogénicas*. [Tesis de grado, Universidad de Cantabria].
<https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/5565/BoladoNegueruelaD.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Branch, J. D. (2003). *Effect of creatine supplementation on body composition and performance: a meta-analysis*. International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 13(2), 198–226.

Candow, D. G., Forbes, S. C., Ostojic, S. M., Prokopidis, K., Stock, M. S., Harmon, K. K., & Faulkner, P. (2023). *“Heads up” for creatine supplementation and its potential applications for brain health and function*. Frontiers in nutrition, 10, article 10721691.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s40279-023-01870-9>

Universidad de Murcia, Centro de Medicina del Deporte. (2019). CMJ.
<https://www.um.es/web/medicinadeportiva/contenido/planificacion/pruebas/fuerza/cmj>

Cheung, K. H. (2003). *Delayed onset muscle soreness*. Sports medicine, 33(2), 145-164

- Chicharro, J. L. (2006). *Fisiología del ejercicio*. Editorial médica panamericana.
- Colcas, A. (2017). *Nutrición global o nutrición del futuro*. Revista ReNut. <https://revistarenut.org/index.php/revista/article/view/81>
- Colegio de Nutricionistas de la Provincia de Buenos Aires. (2023). Materiales educativos sobre salud. <https://www.nutricionistaspba.org.ar/descarga-materiales-salud>
- Connolly, D. A. (2003). *Treatment and prevention of delayed onset muscle soreness*. The Journal of Strength & Conditioning Research, 17(1), 197-208.
- Cooke, M. B., Rybalka, E., Stathis, C. G., Cribb, P. J., & Hayes, A. (2009). *Creatine supplementation enhances muscle force recovery after eccentrically-induced muscle damage in healthy individuals*. Journal of the international society of sports nutrition, 6(1), 13. <https://doi.org/10.1186/1550-2783-6-13>
- Creapure. (2025). *¿Qué es Creapure?*. Creapure. <https://www.creapure.com>
- De la Casa, L. (2018). *Uso de suplementos dietarios en deportistas*. [Tesis de grado, Universidad ISALUD]. Repositorio Institucional ISALUD. <http://repositorio.isalud.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/1/342/T363.856%20C261.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- De la Peña. (2019). *Suplementación con creatina. Un análisis nutricional y comercial*. [Tesis de grado, Universidad de Valladolid]. <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/36965>
- Del Castillo, V. (2000). *La creatina: un suplemento dietético con efectos ergogénicos*. Educación física y deportes, 18. <https://efdeportes.com/efd18a/creatina.htm>
- Delgado, A. (2023). *La lagartija: Un ejercicio completo y sencillo*. <https://www.informacion.es/salud/fitness/2023/09/07/lagartija-ejercicio-completo-sencillo-dv-90735606.html>

Doma, K., Gahreman, D., & Connor, J. (2020). *Fruit supplementation reduces indices of exercise-induced muscle damage: a systematic review and meta-analysis*. European Journal Of sport science, 21(4), 562-579. <https://doi.org/10.1080/17461391.2020.1775895>

Ertel, K., Hallam, J., & Hillman, A. (2020). *Effects of training status and exercise intensity on muscle damage*. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 60(7), 945–952.. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31958001/>

Ebbeling, C. B., & Clarkson, P. M. (1989). Exercise-induced muscle damage and adaptation. Sports medicine, 7(4), 207-234. <https://doi.org/10.2165/00007256-198907040-00001>

Edwards, T., Spiteri, T., Piggott, B., Bonhotal, J., Haff, G. G., & Joyce, C. (2018). *Monitoring and managing fatigue in basketball*. Sports (Basel), 6(1), 19. <https://doi.org/10.3390/sports6010019>

Fernandes, J., Lamb, K., & Twist, C. (2020). *Exercise-induced muscle damage and recovery in young and middle-aged men with different resistance training experience*. Sports, 7(6), 132. <https://doi.org/10.3390/sports7060132>

Food Standards Australia New Zealand. (2024). Standard 2.9.4: Formulated supplementary sports foods. <https://www.foodstandards.gov.au/code/Pages/default.aspx>

Fort-Vanmeerhaeghe, A., Gual, G., Romero-Rodriguez, D., & Unnitha, V. (2016). *Lower limb neuromuscular asymmetry in volleyball and basketball players*. Journal of human kinetics, 50, 135–143. <https://doi.org/10.1515/hukin-2015-0150>

Galancho, I. (2021). *El gran manual de la suplementación deportiva*. <https://ismaelgalancho.com/el-gran-manual-de-la-suplementacion-deportiva/>

Gámez A, F (2017). *Efectos del entrenamiento isoinercial en la prevención y recuperación de lesiones músculo-tendinosas* [Tesis doctoral, Universidad de Málaga]. Repositorio institucional de Malaga (RiUMA) <https://hdl.handle.net/10630/16140>

Garnés, A., & Mas Rodríguez, O. (2005). *Ayudas ergogénicas en el deporte*. Revista digital EFDeportes, 86. <https://www.efdeportes.com/efd86/ergog.htm>

Giakoni-Ramírez, F., Yañez-Sepúlveda, R., Muñoz-Strale, C., Duclos-Bastías, D., Godoy-Cumillaf, Á., Melej Elgart, J. P., & Ramírez Facusse, C. (2024). *Efectos del uso de la realidad virtual sobre la plataforma inestable ICAROS® en la capacidad de salto vertical de estudiantes universitarios*. <https://recyt.fecyt.es/index.php/retos/article/view/108073>

Giraldo, L., & Huallanco, J. (2021). *Análisis de la industria de la nutrición deportiva y su impacto en el consumidor moderno*. [Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Pontificia Universidad Católica del Perú Repositorio Académico. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/20386>

Gonzalo-Skok, O., Tous Fajardo, J., Valero Campo, C., Berzosa, C., Bataller, A. V., Arjol-Serrano, J. L., Moras, G., & Mendez-Villanueva, A. (2017). *Eccentric-overload training in team-sport functional performance: constant bilateral vertical versus variable unilateral multidirectional movements*. International journal of sports physiology and performance, 12(7), 951–958. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0251>

González, A., & Guzmán, L. (2023). *Salto vertical, carrera de 5 metros y estabilidad en futbolistas de categoría infantil del Club Atlético Ibagué*. Universidad Técnica de Manabí. <https://repository.ut.edu.co/server/api/core/bitstreams/9d9ad8f6-7afb-48d2-8d9c-80bb421ce412/content>

Gutiérrez-Dávila, M., Garrido, J. M., Gutiérrez-Cruz, C., & Giles, J. (2011). *Análisis de la contribución segmentaria en los saltos verticales con contramovimiento y su efecto debido a la restricción propuesta en el test de Bosco CMJ*. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, 11(43), 463–478. <https://www.redalyc.org/pdf/2742/274222159004.pdf>

Hernández Lalinde, J. D., Espinosa Castro, F., Rodríguez, J. E., Chacón Rangel, J. G., Toloza Sierra, C. A., Arenas Torrado, M. K., Carrillo Sierra, S. M., & Bermúdez Pirela, V. J.

(2018). *Sobre el uso adecuado del coeficiente de correlación de Pearson: definición, propiedades y suposiciones*. Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica, 37(5). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=55963207025>

Hinkle, D. E., Wiersma, W., & Jurs, S. G. (2003). *Applied Statistics for the Behavioral Sciences* (5.^a ed.). Houghton Mifflin. <https://www.jstor.org/stable/1164825>

Iberian Sportech. (2021). *Máquinas isoinerciales*. <https://www.iberiansportech.com/maquinas-isoinerciales/>

Instituto Nacional del Cáncer (s.f.). *Biomarcador*. En el diccionario de cáncer NIH. <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/biomarcador>.

Jazme Cañete, D., Ortega Cabellos, N. y Ossandón Vargas, D. (2017). *Efecto de la TR terapia ® sobre el dolor y el rendimiento luego de un protocolo de inducción de dolor muscular de inicio tardío (DOMS) en sujetos activos físicamente de la Universidad metropolitana de ciencias de la educación*. [Tesis de grado]. Repositorio umce.cl

Jelvéus, A. (2011). *Muscle isotonic contraction*. Encyclopedia of Sports Medicine. ScienceDirect. <https://www.sciencedirect.com/topics/medicine-and-dentistry/muscle-isotonic-contraction>

Jeukendrup, A. (2015). *How would you construct a pyramid?* <https://mysportscience.com>

Jeukendrup, A., & Gleeson, M. (2019). *Sport nutrition: an introduction to energy production and performance* (3.^a ed.). Human Kinetics.

Jurado Castro, J. M., Navarrete Pérez, A., Ranchal Sánchez, A., & Mata Ordóñez, F. (2020). *Timing óptimo en la suplementación con creatina para la mejora del rendimiento deportivo*. *archivos de medicina del deporte*. https://archivosdemedicinadeldeporte.com/articulos/upload/rev1_jurado_castro.pdf

Kreider, R. B., Jäger, R., y Purpura, M. (2022). *Bioavailability, efficacy, safety, and regulatory status of creatine and related compounds: a critical review*. *Nutrients*, 14(5), 1035. <https://doi.org/10.3390/nu14051035>

Kreider, R. B., y Stout, J. R. (2021). *Creatine in health and disease*. *Nutrients*, 13(2), 447. <https://doi.org/10.3390/nu13020447>

LGC Group. (2025). *Independent supplement testing*. INFORMED. <https://www.wetestyoutrust.com/>

Linaza, A. (2024). *Entrenamiento con versa pulley: polea cónica y máquinas isoinerciales*. <https://g-se.com/es/entrenamiento-con-versa-pulley-polea-conica-maquinas-isoinerciales>

Marqués, D., y Terrados, N. (2018). *El daño muscular inducido por el ejercicio y las "agujetas": mecanismos de producción, manifestaciones y relación con la fatiga y la genética*.

https://www.researchgate.net/publication/325011712_El_Dano_Muscular_Inducido_por_el_Ejercicio_y_las_Agujetas_Mecanismos_de_produccion_manifestaciones_y_relacion_con_la_fatiga_y_la_genetica

Martínez A, A (2005). *Determinación de α -actina en deportistas de alto rendimiento como detección precoz de liberación proteica*. [Tesis doctoral, Universidad de Granada]. <http://hdl.handle.net/10481/644>

MasterClass. (2021). *Jumping lunges guide*. <https://www.masterclass.com/articles/jumping-lunges-guide>

Mathura, E. (2022). *How to inchworm properly: correct form, mistakes, and variations - a step-by-step guide*. *Board Gains*. https://www-boardgains-com.translate.goog/blogs/how-to-exercise-blog/how-to-inchworm-properly-correct-form-mistakes-and-variations-a-step-by-step-guide?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=sge#:~:text=Forma%20apropiada,la%20cantidad%20de%20repeticiones%20deseada.

Mesa, J. L, Gutierrez, A. y Castillo, M. J. (2001). *Suplementación oral de creatina y rendimiento deportivo*.

<https://www.ugr.es/~cts262/documentos/creatinaYrendimientoDeportivo.pdf>

Mihandoust, M. (2020). *Efectos del uso de la creatina en el rendimiento deportivo y la composición corporal*. [Trabajo final de máster, Universidad Oberta de Catalunya].

<https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/120971/6/mrajimihandoustTFM0620memoria.pdf>

Ministerio de Salud de Chile. (2023). *Reglamento sanitario de los alimentos (Decreto 977/96). Título XXIX - de los suplementos alimentarios y de los alimentos para deportistas*.

<https://www.dinta.cl/wp-content/uploads/2023/03/RSA-decreto-977-96-act-al-26-01-23.pdf>

Ministerio de Salud Pública de Uruguay. (2014). *Reglamento Bromatológico Nacional Decreto 330/014: Alimentos modificados - Suplementos para deportistas*.

<http://www.msp.gub.uy>

Morrison, L. J., Gizis, F., & Shorter, B. (2004). *Prevalent use of dietary supplements among exercisers at a commercial gym*. International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 14(4), 481-492.

<https://journals.humankinetics.com/view/journals/ijsnem/14/4/article-p481.xml>

Norrbrand, L., Fluckey, J. D., Pozzo, M., & Tesch, P. A. (2008). *Resistance training using eccentric overload induces early adaptations in skeletal muscle size*. European journal of applied physiology, 102(3), 271–281. <https://doi.org/10.1007/s00421-007-0583-8>

Norrbrand, L., Pozzo, M., & Tesch, P. A. (2010). *Flywheel resistance training calls for greater eccentric muscle activation than weight training*. European journal of applied physiology, 110(5), 997–1005. <https://doi.org/10.1007/s00421-010-1575-7>

NSF International. (2025). *Certified for Sport®*. <https://www.nsf sport.com/>

Ortega, C. (2025a). *Coeficiente de correlación de Pearson*. QuestionPro. <https://www.questionpro.com/blog/es/coeficiente-de-correlacion-de-pearson/>

Ortega, C. (2025b). *Prueba t de Student: qué es, tipos y ejemplos*. QuestionPro. <https://www.questionpro.com/blog/es/prueba-t-de-student/>

Ortega, C. (2023). *¿Qué es una escala visual analógica?*. QuestionPro. <https://www.questionpro.com/blog/es/escala-visual-analogica/>

Ortiz Rodríguez, B., Carrasco-Legleu, C. E., De León Fierro, L. G., Candia-Lujan, R., & Najera Longoria, R. J. (2019). *Efectos del ejercicio excéntrico en el dolor muscular de aparición tardía (DOMS): Una revisión sistemática*. Revista Iberoamericana de Ciencias del Deporte. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6761693>

Pacheco Hurtado, S. P. (2024). *“Efectos de la suplementación de creatina en el rendimiento físico y terapéutico de patologías”* [Trabajo Final de Máster, Universidad técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/items/151956b1-281d-4007-8bab-28914cc67cc8>

Parada-Flores, B., Valenzuela Contreras, L., Aldana-Lara, S., Salgado-Abasolo, V., Martínez Salazar, C., Flández Valderrama, J., Flores-Rivera, C., Luna-Villouta, P. F., & Vargas Vitoria, R. (2025). *Efectos de la suplementación con creatina monohidratada en la masa muscular y rendimiento físico en adultos jóvenes entrenados: una revisión sistemática*. Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación, (62), 958-965. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9807668>

Rawson, E. S., y Volek, J. S. (2003). *Effects of creatine supplementation and resistance training on muscle strength and weightlifting performance*. Journal of Strength and Conditioning Research, 17(4), 822–831.

Rico, A., & Morales, A. (2021). *El ejercicio de curl nórdico: un ejercicio de alta demanda para el entrenamiento de fuerza en el tendón del bíceps femoral*. Revista de la Facultad

de ciencias agropecuarias, 28(1).
<https://revistas.udca.edu.co/index.php/rdaafd/article/view/1905/2166>

Roberts, M. D., Moulding, B., Forbes, S. C., y Candow, D. G. (2023). *Evidence-based nutritional approaches to enhance exercise adaptations*. Current opinion in clinical nutrition and metabolic care, 26(6), 514–520. <https://doi.org/10.1097/MCO.0000000000000975>

Rodríguez Avalos, R. (2019). *Suplementación con creatina y evaluación de la función renal mediante la creatinina y la cistatina C*. <https://riull.ull.es/xmlui/handle/915/15153>

Sánchez Brito, ME, y Freire Rodríguez, M. (2024). *Efectos de la suplementación con antioxidantes en el daño muscular y estrés oxidativo en carreras de media distancia*. [Trabajo final de Máster, Universidad Oberta de Catalunya]. <https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/149927/1/msanchezbriTFM0124memoria.pdf>

Sánchez O., B y Lairado R., L (2023). *Efectos del entrenamiento de fuerza sobre la mejora del salto vertical en deportistas jóvenes*. https://titula.universidadeuropea.com/bitstream/handle/20.500.12880/5407/TFG_BrunoSánchezOchoa_LuciaLairadoRequena.pdf?sequence=1&isAllowed

Sánchez-Solis, Y., Raqui-Ramírez, C. E., Huaroc-Ponce, E. J., & Huaroc-Ponce, N. M. (2024). *Importancia de conocer la normalidad de los datos utilizados en los trabajos de investigación por tesis*. RTED. <https://doi.org/10.37843/rted.v17i2.554>

Santesteban Moriones, V., & Ibáñez Santos, J. (2017). *Ayudas ergogénicas en el deporte*. Nutrición hospitalaria; 34(1), 204-215. https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0212-16112017000100030&script=sci_abstract

Santiso, E. (2020). *Insuficiencia arterial – diagnóstico y tratamiento*. Revista Úlceras.Info. <https://www.ulceras.info/noticias/insuficiencia-arterial-diagnostico-y-tratamiento/>

Sinarmed. (s.f). *Equipos isoinerciales*. <https://www.sinarmed.com.co/equipos-isoinerciales>

Stauber, W. T. (1989). Eccentric action of muscles: Physiology, injury, and adaptation. *Sports Medicine*, 8(6), 339–345. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2676546/>

Suárez, E. (2019). *Efecto de la creatina en el rendimiento deportivo* [Trabajo Final de Máster, Universitat Oberta de Catalunya]. <https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/99572/6/emiliosuarezTFM0719memoria.pdf>

Tesch, P. A., Ekberg, A., Lindquist, D. M., & Trieschmann, J. T. (2004). *Muscle hypertrophy following 5-week resistance training using a non-gravity-dependent exercise system*. *Acta Physiologica Scandinavica*, 180(1), 89–98. <https://doi.org/10.1046/j.0001-6772.2003.01225.x>

Unión Europea. (2013). Directiva 2002/46/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 10 de junio de 2002 relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros en materia de complementos alimenticios. <https://www.europa.eu>

U.S. Food and Drug Administration (FDA). (1994). *Dietary supplement health and education act of 1994* (DSHEA). <https://www.fda.gov>

Valenzuela Tallón, P. L. (2014). *Daño muscular inducido mediante ejercicio y sus efectos en el rendimiento* [Trabajo final de grado, Universidad de Alcalá]. <http://hdl.handle.net/10017/21262>

Vandenberghe, K., et al. (1997). *Long-term creatine intake is beneficial to muscle performance during resistance training*. *Journal of Applied Physiology*, 83(6), 2055–2063.

Volek, J. S., et al. (1999). *Performance and muscle fiber adaptations to creatine supplementation and heavy resistance training*. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 31(8), 1147–1156.

Wang, C., Fang, C., Lee, Y., & Yang, M. (2018). *Effects of creatine supplementation during 4 weeks combined with complex training on muscle damage and athletic performance*. *Nutrients*, 10(11), Article 1640. <https://doi.org/10.3390/nu10111640>

World Health Organization (OMS). (2020). *WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour*. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240015128>

Zintl, F. (1991). *Entrenamiento de la resistencia: Teoría y práctica del entrenamiento deportivo*. Paidotribo.

<http://repositorio.uasb.edu.bo/bitstream/20.500.14624/1239/1/I.N.E.F-Entrenamiento%20deportivo.pdf>

Anexos

a) Consentimiento de los estudiantes

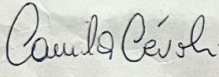
UNRN

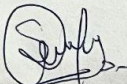
Universidad Nacional de Río Negro
Facultad de "Licenciatura en Nutrición"

Consentimiento informado de los participantes en el Trabajo Final de Grado

Por medio de la presente nota, nosotros los estudiantes autorizamos la participación al Trabajo Final de Grado titulado "Efecto de la suplementación con monohidrato de creatina sobre la recuperación de la función y daño muscular luego de un estímulo con predominio de acciones excéntricas: ensayo doble ciego, aleatorizado y controlado con placebo", dirigido por el Director Scavo, Matías y desarrollado por la estudiante Querejeta Morón, María Paz.

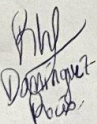
Los estudiantes participamos en este estudio de manera voluntaria, comprendiendo los objetivos del trabajo, las condiciones del estudio y las actividades a realizar. Asimismo, autorizamos la recolección, análisis y publicación de los datos obtenidos en el marco de esta investigación, con el fin de ser utilizada exclusivamente con fines académicos y científicos.

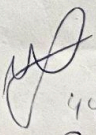

37212853

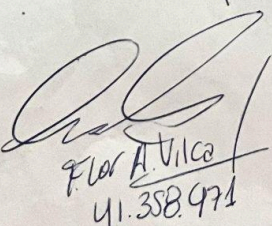

42265240
Sharon Diaz

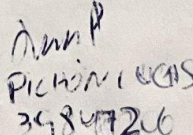

41.478.221
Vela Tamara

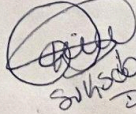

39441331
Carla Anahí Linares

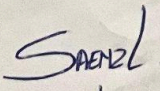

43795859
Valentín Bott

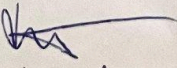

44242724
Sofía de Salvo

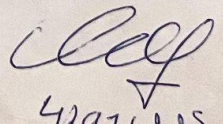

Flor A. Vilca
41.358.971

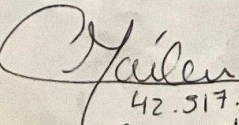

Pichón Lucas
34847200


Soledad
40224623


SAENZ Lucia
44.121.927


Rocio Mota
41987092


41971335
Tilagno Linares


42.517.676
CORONEL MAILEN

b) Laboratorios

- Grupo A1

1° Laboratorio		
 Laboratorio Bioquímico Gerometta administracion@laboratoriogerometta.com WhatsApp: +54 9 2920 288354		
Protocolo N°: CL537	Fecha: 30/10/2023	
Paciente: De Salvo Sofia	DNI: 44242724	
Médico/a:	Institución: PARTICULAR	
	Resultado	Intervalo de referencia
CPK - CREATINQUINASA	13 U/l	Hasta 170 U/l
METODO: Cinético UV 37 °C optimizado - IFCC		
2° Laboratorio		
 Laboratorio Bioquímico Gerometta administracion@laboratoriogerometta.com WhatsApp: +54 9 2920 288354		
Protocolo N°: CL580	Fecha: 01/11/2023	
Paciente: De Salvo Sofia	DNI: 44242724	
Médico/a:	Institución: PARTICULAR	
	Resultado	Intervalo de referencia
CPK - CREATINQUINASA	104 U/l	Hasta 170 U/l
METODO: Cinético UV 37 °C optimizado - IFCC		

1° Laboratorio		
 Laboratorio Bioquímico Gerometta administracion@laboratoriogerometta.com WhatsApp: +54 9 2920 288354		
Protocolo N°: CL539	Fecha: 30/10/2023	
Paciente: Coronel Catalan Mailen Millaray	DNI: 42517676	
Médico/a:	Institución: PARTICULAR	
	Resultado	Intervalo de referencia
CPK - CREATINQUINASA	65 U/l	Hasta 170 U/l
METODO: Cinético UV 37 °C optimizado - IFCC		
2° Laboratorio		
 Laboratorio Bioquímico Gerometta administracion@laboratoriogerometta.com WhatsApp: +54 9 2920 288354		
Protocolo N°: CL574	Fecha: 01/11/2023	
Paciente: Coronel Catalan Mailen Millaray	DNI: 42517676	
Médico/a:	Institución: PARTICULAR	
	Resultado	Intervalo de referencia
CPK - CREATINQUINASA	147 U/l	Hasta 170 U/l
METODO: Cinético UV 37 °C optimizado - IFCC		



1° Laboratorio

Laboratorio Bioquímico Gerometta
administracion@laboratoriogerometta.com
 WhatsApp: +54 9 2920 288354



Protocolo Nº: **CL536**
 Paciente: **Suksdorf Daiana**
 Médico/a:

Fecha: **30/10/2023**
 DNI: **40224623**
 Institución: **PARTICULAR**

	Resultado	Intervalo de referencia
CPK - CREATINQUINASA METODO: Cinético UV 37 °C optimizado - IFCC	1.603 U/l	Hasta 170 U/l



2° Laboratorio

Laboratorio Bioquímico Gerometta
administracion@laboratoriogerometta.com
 WhatsApp: +54 9 2920 288354



Protocolo Nº: **CL578**
 Paciente: **Suksdorf Daiana**
 Médico/a:

Fecha: **01/11/2023**
 DNI: **40224623**
 Institución: **PARTICULAR**

	Resultado	Intervalo de referencia
CPK - CREATINQUINASA METODO: Cinético UV 37 °C optimizado - IFCC	404 U/l	Hasta 170 U/l

Aclaración: El primer análisis bioquímico de Suksdorf D. nos dió un valor de CPK alejado de los valores deseables, superior a 1000 U/L. La estudiante consultó a su médico y repitió el análisis en laboratorio, obteniendo un valor normal en reposo, inferior a 170 U/L. Este segundo valor fue el utilizado como referencia en la presente investigación.



E.P.S. lab
LABORATORIO DE ANALISIS
CLINICOS Y BACTERIOLOGICOS



Bynon 222 - (B8504CKD) Carmen de Patagones, Bs. As.
Laprida 659 - (R8500AGM) Viedma, Rio Negro
epslaboratorio@gmail.com



2920-606089



2920-529485

Paciente **SUKSRDORF DAIANA**
N° DNI **40224623**
Médico **FERRARIS, DANIELA**

Protocolo **27555**
Fecha Ingreso **15/11/2023**

Práctica/Determinación	Resultados	Valores de Referencia
------------------------	------------	-----------------------

Eritrosedimentación

Método: Westergreen

Resultado

5 mm Adultos 0 - 20 mm

HEMOGRAMA

Método: Contador Hematológico Automatizado

Globulos rojos	4510000 /mm3
Globulos blancos	4100 /mm3
Hemoglobina	13.3 g/dl
Hematocrito	39.3 %
VCM	87.2 fl
HCM	29.5 pg
CHCM	33.8 g/dl
RDW	13.1

Fórmula Leucocitaria

Neutrofilos Segmentados	50 %
Eosinofilos	0 %
Basofilos	0 %
Linfocitos	46 %
Monocitos	4 %
Recuento de Plaquetas	248000 /mm3

CK - CREATINQUINASA

Método: Cinético UV

Resultado

61 U/L Para todos 20 - 130 U/L

Creatinina

Método: Cinético

Resultado

0.80 mg/dl Para todos 0.70 - 1.50 mg/dl

Este informe fue validado y firmado electrónicamente por:

Martín O. Pizzorno
BIOQUIMICO
MPBA 6105 - MPRN 1067

Seguinos en



EPS lab



epslab222



www.epslaboratorio.com.ar

- Grupo A2:

1° Laboratorio		
LABORATORIO BIOQUÍMICO Gerometta Laboratorio Bioquímico Gerometta administracion@laboratoriogerometta.com WhatsApp: +54 9 2920 288354		
Protocolo Nº: CL538	Fecha: 30/10/2023	
Paciente: Linares Milagro Maria Luz	DNI: 42971885	
Médico/a:	Institución: PARTICULAR	
Resultado		Intervalo de referencia
CPK - CREATINQUINASA	81 U/l	Hasta 170 U/l
Método: Cinético UV 37 °C optimizado - IFCC		

2° Laboratorio		
LABORATORIO BIOQUÍMICO Gerometta Laboratorio Bioquímico Gerometta administracion@laboratoriogerometta.com WhatsApp: +54 9 2920 288354		
Protocolo Nº: CL579	Fecha: 01/11/2023	
Paciente: Linares Milagro Maria Luz	DNI: 42971885	
Médico/a:	Institución: PARTICULAR	
Resultado		Intervalo de referencia
CPK - CREATINQUINASA	125 U/l	Hasta 170 U/l
Método: Cinético UV 37 °C optimizado - IFCC		

1° Laboratorio		
LABORATORIO BIOQUÍMICO Gerometta Laboratorio Bioquímico Gerometta administracion@laboratoriogerometta.com WhatsApp: +54 9 2920 288354		
Protocolo Nº: CL540	Fecha: 30/10/2023	
Paciente: Saenz Lucia	DNI: 44121927	
Médico/a:	Institución: PARTICULAR	
Resultado		Intervalo de referencia
CPK - CREATINQUINASA	72 U/l	Hasta 170 U/l
Método: Cinético UV 37 °C optimizado - IFCC		

2° Laboratorio		
LABORATORIO BIOQUÍMICO Gerometta Laboratorio Bioquímico Gerometta administracion@laboratoriogerometta.com WhatsApp: +54 9 2920 288354		
Protocolo Nº: CL566	Fecha: 01/11/2023	
Paciente: Saenz Lucia	DNI: 44121927	
Médico/a:	Institución: PARTICULAR	
Resultado		Intervalo de referencia
CPK - CREATINQUINASA	67 U/l	Hasta 170 U/l
Método: Cinético UV 37 °C optimizado - IFCC		

LABORATORIO BIOQUÍMICO
Gerometta

1° Laboratorio

Laboratorio Bioquímico Gerometta
administracion@laboratoriogerometta.com
 WhatsApp: +54 9 2920 288354



Protocolo N°: **CL543**
 Paciente: **Velo Tamara Gisella**
 Médico/a:

Fecha: **30/10/2023**
 DNI: **41478221**
 Institución: **PARTICULAR**

	Resultado	Intervalo de referencia
CPK - CREATINQUINASA METODO:Cinético UV 37 °C optimizado - IFCC	68 U/l	Hasta 170 U/l

LABORATORIO BIOQUÍMICO
Gerometta

1° Laboratorio

Laboratorio Bioquímico Gerometta
administracion@laboratoriogerometta.com
 WhatsApp: +54 9 2920 288354



Protocolo N°: **CL541**
 Paciente: **Pichon Lucas Agustin**
 Médico/a:

Fecha: **30/10/2023**
 DNI: **39847206**
 Institución: **PARTICULAR**

	Resultado	Intervalo de referencia
CPK - CREATINQUINASA METODO:Cinético UV 37 °C optimizado - IFCC	129 U/l	Hasta 195 U/l

LABORATORIO BIOQUÍMICO
Gerometta

2° Laboratorio

Laboratorio Bioquímico Gerometta
administracion@laboratoriogerometta.com
 WhatsApp: +54 9 2920 288354



Protocolo N°: **CL570**
 Paciente: **Pichon Lucas Agustin**
 Médico/a:

Fecha: **01/11/2023**
 DNI: **39847206**
 Institución: **PARTICULAR**

- Grupo B1

1° Laboratorio		
LABORATORIO BIOQUÍMICO Gerometta Laboratorio Bioquímico Gerometta administracion@laboratoriogerometta.com WhatsApp: +54 9 2920 413010 Teléfono: 02920 423106		
Protocolo Nº: LG222178	Fecha: 30/10/2023	
Paciente: Linares Carla Anahi	DNI: 39441331	
Médico/a:	Institución: PARTICULAR	
Resultado	Intervalo de referencia	
CPK - CREATINQUINASA METODO: Cinético UV 37 °C optimizado - IFCC	73 U/l	Hasta 170 U/l

2° Laboratorio		
LABORATORIO BIOQUÍMICO Gerometta Laboratorio Bioquímico Gerometta administracion@laboratoriogerometta.com WhatsApp: +54 9 2920 288354		
Protocolo Nº: CL573	Fecha: 01/11/2023	
Paciente: Linares Carla Anahi	DNI: 39441331	
Médico/a:	Institución: PARTICULAR	
Resultado	Intervalo de referencia	
CPK - CREATINQUINASA METODO: Cinético UV 37 °C optimizado - IFCC	224 U/l	Hasta 170 U/l

1° Laboratorio		
LABORATORIO BIOQUÍMICO Gerometta Laboratorio Bioquímico Gerometta administracion@laboratoriogerometta.com WhatsApp: +54 9 2920 288354		
Protocolo Nº: CL533	Fecha: 30/10/2023	
Paciente: Biott Sanchez Valentina Oriana	DNI: 43795859	
Médico/a:	Institución: PARTICULAR	
Resultado	Intervalo de referencia	
CPK - CREATINQUINASA METODO: Cinético UV 37 °C optimizado - IFCC	136 U/l	Hasta 170 U/l

2° Laboratorio		
LABORATORIO BIOQUÍMICO Gerometta Laboratorio Bioquímico Gerometta administracion@laboratoriogerometta.com WhatsApp: +54 9 2920 288354		
Protocolo Nº: CL571	Fecha: 01/11/2023	
Paciente: Biott Sanchez Valentina Oriana	DNI: 43795859	
Médico/a:	Institución: PARTICULAR	
Resultado	Intervalo de referencia	
CPK - CREATINQUINASA METODO: Cinético UV 37 °C optimizado - IFCC	216 U/l	Hasta 170 U/l

LABORATORIO BIOQUÍMICO

Gerometta

1° Laboratorio

Laboratorio Bioquímico Gerometta
administracion@laboratoriogerometta.com
 WhatsApp: +54 9 2920 288354



Protocolo N°: **CL545** Fecha: **30/10/2023**
 Paciente: **Mateos Rocio Marianella** DNI: **41987082**
 Médico/a: Institución: **PARTICULAR**

	Resultado	Intervalo de referencia
CPK - CREATINQUINASA METODO:Cinético UV 37 °C optimizado - IFCC	176 U/l	Hasta 170 U/l

LABORATORIO BIOQUÍMICO

Gerometta

2° Laboratorio

Laboratorio Bioquímico Gerometta
administracion@laboratoriogerometta.com
 WhatsApp: +54 9 2920 288354



Protocolo N°: **CL582** Fecha: **01/11/2023**
 Paciente: **Mateos Rocio Marianella** DNI: **41987082**
 Médico/a: Institución: **PARTICULAR**

	Resultado	Intervalo de referencia
CPK - CREATINQUINASA METODO:Cinético UV 37 °C optimizado - IFCC	186 U/l	Hasta 170 U/l

- **Grupo B2**

LABORATORIO BIOQUÍMICO

Gerometta

1° Laboratorio

Laboratorio Bioquímico Gerometta
administracion@laboratoriogerometta.com
 WhatsApp: +54 9 2920 288354



Protocolo N°: **CL534** Fecha: **30/10/2023**
 Paciente: **Diaz Sharon Azul** DNI: **42265240**
 Médico/a: Institución: **PARTICULAR**

	Resultado	Intervalo de referencia
CPK - CREATINQUINASA METODO:Cinético UV 37 °C optimizado - IFCC	57 U/l	Hasta 170 U/l

LABORATORIO BIOQUÍMICO

Gerometta

2° Laboratorio

Laboratorio Bioquímico Gerometta
administracion@laboratoriogerometta.com
 WhatsApp: +54 9 2920 288354



Protocolo N°: **CL575** Fecha: **01/11/2023**
 Paciente: **Diaz Sharon Azul** DNI: **42265240**
 Médico/a: Institución: **PARTICULAR**

	Resultado	Intervalo de referencia
CPK - CREATINQUINASA METODO:Cinético UV 37 °C optimizado - IFCC	39 U/l	Hasta 170 U/l



LABORATORIO BIOQUÍMICO
Gerometta

1° Laboratorio

Laboratorio Bioquímico Gerometta
administracion@laboratoriogerometta.com
 WhatsApp: +54 9 2920 288354



Protocolo N°: **CL542**
 Paciente: **Dominguez Rocio Luciana**
 Médico/a:

Fecha: **30/10/2023**
 DNI: **41854357**
 Institución: **PARTICULAR**

	Resultado	Intervalo de referencia
CPK - CREATINQUINASA METODO:Cinético UV 37 °C optimizado - IFCC	217 U/l	Hasta 170 U/l



LABORATORIO BIOQUÍMICO
Gerometta

2° Laboratorio

Laboratorio Bioquímico Gerometta
administracion@laboratoriogerometta.com
 WhatsApp: +54 9 2920 288354



Protocolo N°: **CL569**
 Paciente: **Dominguez Rocio Luciana**
 Médico/a:

Fecha: **01/11/2023**
 DNI: **41854357**
 Institución: **PARTICULAR**

	Resultado	Intervalo de referencia
CPK - CREATINQUINASA METODO:Cinético UV 37 °C optimizado - IFCC	110 U/l	Hasta 170 U/l



LABORATORIO BIOQUÍMICO
Gerometta

1° Laboratorio

Laboratorio Bioquímico Gerometta
administracion@laboratoriogerometta.com
 WhatsApp: +54 9 2920 288354



Protocolo N°: **CL544**
 Paciente: **Vilca Flor Aylen**
 Médico/a:

Fecha: **30/10/2023**
 DNI: **41358971**
 Institución: **PARTICULAR**

	Resultado	Intervalo de referencia
CPK - CREATINQUINASA METODO:Cinético UV 37 °C optimizado - IFCC	52 U/l	Hasta 170 U/l



LABORATORIO BIOQUÍMICO
Gerometta

2° Laboratorio

Laboratorio Bioquímico Gerometta
administracion@laboratoriogerometta.com
 WhatsApp: +54 9 2920 288354



Protocolo N°: **CL576**
 Paciente: **Vilca Flor Aylen**
 Médico/a:

Fecha: **01/11/2023**
 DNI: **41358971**
 Institución: **PARTICULAR**

	Resultado	Intervalo de referencia
CPK - CREATINQUINASA METODO:Cinético UV 37 °C optimizado - IFCC	106 U/l	Hasta 170 U/l



LABORATORIO BIOQUÍMICO
Gerometta

1º Laboratorio

Laboratorio Bioquímico Gerometta
administracion@laboratoriogerometta.com
 WhatsApp: +54 9 2920 288354



Protocolo N°: **CL535**

Paciente: **Cevoli Fanjul Camila**

Médico/a:

Fecha: **30/10/2023**

DNI: **37212853**

Institución: **PARTICULAR**

	Resultado	Intervalo de referencia
CPK - CREATINQUINASA METODO:Cinético UV 37 °C optimizado - IFCC	36 U/l	Hasta 170 U/l



LABORATORIO BIOQUÍMICO
Gerometta

2º Laboratorio

Laboratorio Bioquímico Gerometta
administracion@laboratoriogerometta.com
 WhatsApp: +54 9 2920 288354



Protocolo N°: **CL581**

Paciente: **Cevoli Fanjul Camila**

Médico/a:

Fecha: **01/11/2023**

DNI: **37212853**

Institución: **PARTICULAR**

	Resultado	Intervalo de referencia
CPK - CREATINQUINASA METODO:Cinético UV 37 °C optimizado - IFCC	425 U/l	Hasta 170 U/l

c) Escala visual analógica

Escala visual analógica				
Grupo A1				
Nombre	EVA 1	EVA 2 (24 hs)	EVA 3 (48 hs)	EVA 4 (72 hs)
De Salvo, Sofia	2	3	4	1
Coronel, Mailen	1	8	2	0
Suksdorf, Daiana	3	5	3	0

Escala visual analógica

Grupo A2

Nombre	EVA 1	EVA 2 (24 hs)	EVA 3 (48 hs)	EVA 4 (72 hs)
Linares, Milagro María Luz	1	7	8	0
Saenz, Lucía	3	3	4	0
Velo, Tamara Gisella	4	1	3	0
Pichon, Lucas Agustín	1	3	5	2

Escala visual analógica

Grupo B1

Nombre	EVA 1	EVA 2 (24 hs)	EVA 3 (48 hs)	EVA 4 (72 hs)
Linares, Carla Anahí	2	4	5	1
Biott Sanchez, Valentina	1	7	8	0
Mateos, Rocio Marianella	0	3	3	0

Escala visual analógica

Grupo B2

Nombre	EVA 1	EVA 2 (24 hs)	EVA 3 (48 hs)	EVA 4 (72 hs)
Díaz, Sharon Azul	0	8	5	2
Dominguez, Rocio Luciana	1	4	6	1
Vilca, Flor Aylen	2	2	5	0
Cevoli Fanjul, Camila	0	6	9	3

d) Salto CMJ

Salto CMJ en estudiantes de la UNRN														
	A1			A2				B1			B2			
Alumnos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Salto previo	23.8	23.8	24	23.8	24.6	37.4	22.9	27.4	15.9	35.2	18	23.8	17.3	31.1
Salto a las 72 hs	24.6	25.5	24.6	24.6	25.5	33.2	22	25.5	18	36.3	18.8	25.5	17.3	26.4

Referencias:

1. Daiana Suksdorf	8. Rocio Mateos
2. Mailen Coronel	9. Valentina Biott
3. Sofia De Salvo	10. Carla Linares
4. Lucia Saenz	11. Florencia Vilca
5. Tamara Velo	12. Rocio Dominguez
6. Lucas Pichon	13. Camila Cevoli
7. Milagros Linares	14. Sharon Diaz

e) Fotos



