

Enfoque Científico Moderno en el Rejuvenecimiento

Rejuvenecimiento: Mito y Realidad

El concepto de rejuvenecimiento es extremadamente actual. Después de los cuarenta años, es natural experimentar una disminución de las fuerzas vitales. La cirugía plástica puede ayudar a mantener una buena apariencia externa, pero el cuerpo — especialmente los músculos— comienza a debilitarse, la presión arterial se altera y el deterioro se manifiesta. Es un deseo natural intentar ralentizar este proceso o, con mayor optimismo, invertir la tendencia.

Quién soy y qué hago

Me presento de inmediato. Soy Serguéi Davíдов, médico fisiatra nacido en 1959. Actualmente estoy jubilado y vivo en el campo en Lacio (Italia). A pesar de mi edad cronológica, mi vida está dedicada a mantener la fuerza vital:

Practico deporte regularmente: Dos veces por semana kickboxing (incluido sparring con veinteañeros) y tres o cuatro veces por semana entreno en mi gimnasio en casa. Llevo una vida activa y autosuficiente: Gestiono una casa grande, cobertizos, diez hectáreas de terreno, crío animales domésticos y cultivo olivos. No tomo ningún tipo de medicamento y me siento muy bien.

La Ciencia Moderna y el Rejuvenecimiento

¿Qué puede ofrecer la ciencia moderna a la humanidad en este campo? Aquí un resumen de las investigaciones actuales:

Tecnologías actuales

iPSC (células madre pluripotentes inducidas): Transforman células adultas en células similares a las embrionarias, útiles para regenerar tejidos.

Reprogramación epigenética (ERA): Desarrollada por Vittorio Sebastiano (Stanford), rejuvenece las células humanas sin alterar su ADN.

Cócteles moleculares antienvjecimiento: Descubiertos por David Sinclair (Harvard), rejuvenecen células humanas en laboratorio en pocos días.

Direcciones de la investigación

Automatización y personalización de las terapias celulares.

Compatibilidad inmunitaria para evitar rechazos en los trasplantes.

Parabiosis y factores de la sangre joven: estudios en animales muestran efectos regenerativos.

Aplicaciones en seres humanos

Ningún caso real de rejuvenecimiento completo de una persona.

Células humanas rejuvenecidas en laboratorio: resultados concretos y verificables.

Pruebas en animales muestran mejoras visibles y funcionales.

Perspectivas futuras

Terapias antienvjecimiento personalizadas y accesibles.

Posible desarrollo de píldoras antienvjecimiento.

Tratamientos para enfermedades crónicas relacionadas con la edad.

En resumen: La ciencia ha logrado grandes avances a nivel celular y animal. Sin embargo, todavía no existe ningún caso real o terapia concreta de rejuvenecimiento aplicable al cuerpo humano entero. **En definitiva: solo investigación y rumores.**

Introducción

La Cultura Física para la Salud

La cultura física para la salud se ha convertido, a principios del siglo XXI, en uno de los principales factores de un estilo de vida saludable. Los sistemas de bienestar más populares se consideran el aeróbic, el culturismo, los juegos deportivos, el yoga, la gimnasia china, el callanetics y otros. Sin embargo, el análisis de las publicaciones científicas ha demostrado que ninguno de estos sistemas tiene una base teórica sólida. Además, se han encontrado estudios que demuestran experimentalmente la baja eficacia de algunos de los sistemas de bienestar más difundidos, como los diversos tipos de aeróbic.

Según la definición de la Organización Mundial de la Salud (OMS), el concepto de "salud" implica la ausencia de enfermedades combinada con un completo bienestar físico, mental y social. La cultura física puede contribuir a la prevención de enfermedades, es decir, garantizar el bienestar físico. En parte, también puede contribuir al bienestar mental, ya que la activación de la zona motora de la corteza cerebral atrae hacia sí los focos de excitación más débiles presentes en otras áreas del cerebro. Por ejemplo, las tensiones psicológicas crónicas relacionadas con la vida cotidiana (malas relaciones familiares, problemas laborales, etc.) conducen al agotamiento de algunas células nerviosas debido a su continua actividad. La realización de ejercicio físico reduce la actividad (la inhibe) en todas las células cerebrales, excepto en aquellas responsables de la actividad motora. Como consecuencia, la mayoría de las células cerebrales descansan y recuperan sus "fuerzas". Por lo tanto, la actividad física contribuye en parte al bienestar mental del individuo.

No obstante, la tarea principal de la cultura física es el bienestar físico, es decir, la prevención de las principales enfermedades que afectan a la mayoría de las personas con el avance de la edad. Las estadísticas muestran que cerca del 50% de las personas mueren por enfermedad coronaria, aproximadamente el 20% por cáncer. Más del 80% de los adultos sufren de dolor de espalda. Para comprender las causas de estas enfermedades y determinar las formas de prevenirlas, es necesario conocer la estructura de nuestro cuerpo (anatomía) y su funcionamiento (fisiología).

En el próximo capítulo se proporcionará información breve de anatomía y fisiología, seguida de una explicación de las principales causas de las enfermedades de la humanidad moderna a principios del siglo XXI.

Fundamentos Biológicos de la Cultura Física

Capítulo 1

Biología Celular

La Célula

La célula es la unidad estructural fundamental de todos los organismos vivos, un sistema viviente elemental y completo. Está constituida por protoplasma, rodeado por una membrana. La célula posee un núcleo que contiene la información genética (ADN). En el protoplasma se encuentran las siguientes estructuras, también llamadas orgánulos u organoides:

Ribosomas: Con la ayuda del ARN, se lleva a cabo la síntesis de proteínas (procesos anabólicos).

Mitocondrias. Centrales energéticas de la célula, donde, gracias al oxígeno, las grasas o la glucosa se transforman en moléculas de ATP y energía contenida, en dióxido de carbono CO₂ y agua.

Retículo endoplasmático o retículo sarcoplasmático. Organelo constituido por membranas y sistemas enzimáticos asociados a ellas.

Aparato de Golgi. Sistema de membranas que forma un conjunto de sacos y vesículas; Sirve para la síntesis y excreción de sustancias de la célula.

Lisosomas. Organelos en forma de vesículas que contienen enzimas que degradan las proteínas en aminoácidos, también conocidos como aparato digestivo de la célula.
Organelos especializados. Componentes estructurales propios de determinados tipos celulares, por ejemplo, las miofibrillas en las fibras musculares.

Procesos Bioquímicos de la Actividad Muscular

Los procesos de contracción muscular, transmisión del impulso nervioso, síntesis de proteínas y otros, requieren energía. En las células, la energía se utiliza en forma de ATP. La liberación de la energía contenida en el ATP ocurre gracias a la enzima

ATPasa, presente en todas las zonas de la célula donde se necesita energía. Cuando se libera la energía, se forman moléculas de ADP, fosfato inorgánico Pi e iones H⁺. La resíntesis de ATP ocurre principalmente gracias a las reservas de fosfato de creatina (CrP). Cuando la CrP cede su energía para resintetizar ATP, se forman creatina (Cr) y fosfato (Pi). Estas moléculas se difunden en el citoplasma y activan la actividad enzimática ligada a la síntesis de ATP.

Vías Principales de Síntesis de ATP

1. Vía Anaeróbica (Glucólisis)

Ocurre gracias a sistemas enzimáticos situados en la membrana del retículo sarcoplasmático y en el sarcoplasma.

- * Cuando Cr y Pi están cerca de estas enzimas, se activa una cadena de reacciones químicas en la que el glucógeno o la glucosa se escinden en piruvato, produciendo ATP.

- * El ATP se utiliza inmediatamente para resintetizar CrP, mientras que el ADP y el Pi se reutilizan en la glucólisis para generar nuevo ATP.

- * El piruvato puede:

- * Entrar en las mitocondrias, transformarse en **Acetil-CoA** y sufrir fosforilación oxidativa ATP, CO₂, H₂O (glucólisis aeróbica).

- * Ser convertido en lactato a través de la enzima LDH-M (lactato deshidrogenasa muscular) $\rightarrow$ glucólisis anaeróbica, con acumulación de H⁺.

2. Vía Aeróbica (Fosforilación Oxidativa)

- * Ocurre en las mitocondrias.

- * Cuando Cr y Pi están cerca de las mitocondrias, la enzima mitocondrial CrP-quinasa resintetiza CrP utilizando ATP producido en las mitocondrias.

- * ADP y Pi regresan a las mitocondrias para generar nuevo ATP.

Fuentes metabólicas

- * Glucólisis aeróbica.

- * Oxidación de lípidos (grasas).

En los músculos de contracción lenta (como el corazón y el diafragma), prevalece la enzima LDH-H (lactato deshidrogenasa cardíaca), que convierte rápidamente el lactato en piruvato, facilitando la eliminación de lactato e H⁺.

Fisiología de la Actividad Muscular Durante una Prueba Escalonada

Durante la ejecución de una prueba escalonada (test step), se observan los siguientes fenómenos:

Entrada del modelo: MCL (músculos de contracción lenta) = 50, amplitud del escalón = 570, duración = 1 min.

- * Al principio, con baja resistencia externa, se reclutan unidades motoras de umbral

bajo del MCL, según la "regla del tamaño" de Henneman.

- * Estas fibras tienen alta capacidad oxidativa y utilizan ácidos grasos como sustrato.

- * En los primeros 10-20 segundos, la energía proviene del ATP y la fosfocreatina presentes en los músculos activos.

- * Durante el primer minuto, se reclutan nuevas fibras musculares para mantener la potencia requerida, debido a la disminución de los fosfágenos y al aumento de la activación central del SNC.

Aumento Gradual de la Potencia

- * Aumentan: frecuencia cardíaca, consumo de oxígeno, ventilación pulmonar.

- * No cambia: concentración de lactato e H^+ .

Reclutamiento Completo de las Fibras Musculares Rápidas (FMR)

- * Cuando la potencia externa alcanza cierto nivel, se reclutan todas las FMR y comienzan a activarse las fibras musculares intermedias (FMI).

- * En las FMI, después del agotamiento de los fosfágenos, se activa la glucólisis $\rightarrow$ parte del piruvato se transforma en lactato $\rightarrow$ entra en la sangre $\rightarrow$ penetra en los MCL.

- * El lactato en los MCL inhibe la oxidación de las grasas $\rightarrow$ el glucógeno se convierte en el sustrato principal.

Señales de reclutamiento completo: aumento del lactato en sangre y de la ventilación pulmonar.

Acumulación de H^+ y CO_2

- * Los H^+ producidos en las FMI interactúan con los sistemas tampón de la sangre $\rightarrow$ formación de CO_2 no metabólico $\rightarrow$ estimulación de la respiración.

- * El CO_2 llega a los quimiorreceptores del SNC, intensificando la respiración.

- * El CO_2 se elimina, su concentración media en la sangre disminuye.

Umbral Aeróbico (AeS) y Umbral Anaeróbico (AnS)

AeS: Indica el reclutamiento completo de los MCL. La potencia externa correspondiente refleja la capacidad de los MCL para resintetizar ATP y CrP mediante fosforilación oxidativa.

AnS: Cuando la producción de lactato supera su oxidación.

El lactato en los MCL se reconvierte en piruvato a través de LDH-H.

La capacidad mitocondrial de los MCL tiene un límite $\rightarrow$ se alcanza un equilibrio dinámico entre la producción y el consumo de lactato, luego el equilibrio se rompe $\rightarrow$ acumulación de lactato, H^+ y CO_2 $\rightarrow$ fuerte activación de las funciones fisiológicas, especialmente respiratorias.

Sustratos Energéticos en el Umbral Anaeróbico

Los sustratos energéticos en el umbral anaeróbico son los siguientes:

El lactato inhibe la oxidación de las grasas.

Los carbohidratos se convierten en el único sustrato oxidativo en los MCL (Músculos

de Contracción Lenta):

Glucógeno muscular.

Lactato producido en los músculos glucolíticos.

El uso de carbohidratos garantiza la máxima velocidad de producción de ATP en las mitocondrias de los músculos de contracción lenta.

Potencia en el Límite Anaeróbico y Capacidad Oxidativa

La potencia en el umbral anaeróbico (AnS) representa la capacidad oxidativa máxima de las fibras musculares lentas (FML). El aumento adicional de la potencia externa requiere la participación de unidades motoras de umbral alto, que inervan fibras musculares glucolíticas. El equilibrio dinámico se rompe: la producción de iones H^+ y lactato supera su eliminación, causando un aumento de la ventilación pulmonar, de la frecuencia cardíaca (FC) y del consumo de oxígeno.

Después del umbral anaeróbico, el consumo de oxígeno está principalmente ligado al trabajo de los músculos respiratorios y del miocardio. Cuando se alcanzan los límites máximos de ventilación y frecuencia cardíaca, o se produce fatiga muscular local, el consumo de oxígeno se estabiliza y luego disminuye. Este punto corresponde al consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}).

Energía y Glucógeno Muscular

Durante ejercicios de duración superior a 60 segundos, la energía proviene principalmente de las reservas de glucógeno muscular y hepático. Sin embargo, la duración del ejercicio entre la potencia aeróbica máxima (PAM) y el Umbral Anaeróbico (UA) no está ligada al agotamiento del glucógeno. Solo cuando se trabaja a la potencia del sistema anaeróbico láctico, la interrupción del ejercicio es causada por el agotamiento del glucógeno muscular.

Para evaluar las reservas de glucógeno muscular, es útil determinar el AnS y mantener esa potencia hasta el límite. La duración del mantenimiento del AnS refleja las reservas de glucógeno.

Adaptaciones Musculares y Capilarización

El aumento del AnS indica un incremento de la masa mitocondrial de los MCL, acompañado de un aumento del número y de la densidad de los capilares, lo que prolonga el tiempo de tránsito de la sangre. Esto sugiere que el aumento del AnS refleja tanto el crecimiento de la masa muscular oxidativa como la capilarización.

Evaluación Cardiovascular

El test escalonado (test step) permite una evaluación indirecta del sistema cardiovascular. El análisis de la relación entre potencia, frecuencia cardíaca, consumo de oxígeno y ventilación muestra una dependencia lineal hasta el umbral aeróbico (AeS). En una prueba en cicloergómetro con eficiencia = 2370, cada litro de oxígeno

consumido corresponde a 20 l/min de ventilación y 75–80 W de potencia. Dado que la sangre llega a los músculos activos con la misma concentración de oxígeno, la concentración de O₂ y CO₂ en la sangre venosa depende de la potencia muscular y del flujo sanguíneo. Los datos indican que las dimensiones del corazón no influyen en el flujo muscular, pero la frecuencia cardíaca se reduce bajo carga estándar. Por lo tanto, la fracción de eyección bajo carga puede indicar el volumen sistólico del corazón, es decir, el volumen del ventrículo izquierdo y la fuerza del miocardio.

Sistema Endocrino e Inmunitario

No existen pruebas prácticas para evaluar directamente la funcionalidad endocrina e inmunitaria. Algunos métodos, como la reacción a los eritrocitos de carnero, son complejos y poco adecuados para la práctica deportiva.

La forma más sencilla de monitorizar estos sistemas es mediante pruebas regulares de fuerza muscular. Si la fuerza disminuye a pesar del entrenamiento, se puede plantear la hipótesis de una funcionalidad endocrina reducida o una producción insuficiente de hormonas. La reducción de las hormonas conduce a una menor síntesis celular, incluida la producción de células plasmáticas inmunitarias, causando inmunodeficiencia.

Las pruebas regulares de fuerza muscular, como la dinamometría de mano, pueden reflejar indirectamente el estado endocrino. Estudios muestran que el entrenamiento de una pierna puede aumentar la fuerza también en la otra no entrenada, gracias al aumento del sistema hormonal.

Circulación sanguínea

El corazón y los vasos sanguíneos garantizan la circulación continua de la sangre. La circulación mayor parte del ventrículo izquierdo → aorta, arterias, capilares, venas, aurícula derecha. La circulación menor parte del ventrículo derecho → arteria pulmonar, capilares pulmonares, venas pulmonares, aurícula izquierda.

La función del corazón es bombear la sangre rítmicamente. La contracción se llama sístole, la relajación diástole. El volumen de sangre expulsado por el ventrículo izquierdo por minuto es el gasto cardíaco (GC), que en reposo es de 4–5 l/min.

Dividiendo el gasto cardíaco (GC) por la frecuencia cardíaca (FC) se obtiene el volumen sistólico (VS), aproximadamente 60–70 ml en reposo.

La frecuencia y la fuerza de las contracciones dependen de la regulación nerviosa, hormonal (adrenalina) y biomecánica. En posición erguida, la gravedad dificulta el retorno venoso, acumulando 300–800 ml de sangre en las piernas.

Durante el ejercicio, el gasto cardíaco aumenta gracias a la frecuencia cardíaca y el volumen sistólico. El volumen sistólico alcanza el máximo a una frecuencia cardíaca de 120–150 lpm (latidos por minuto), mientras que la frecuencia cardíaca puede superar los 180–200 lpm. En personas no entrenadas, el GC puede alcanzar los 18–25

l/min. El máximo aporte de oxígeno es:

$$\text{VO}_2 = \text{CO} \times \text{Hb} \times 0.00134 = 20 \times 160 \times 0.00134 = 4.288 \text{ l/min}$$

Donde Hb es la concentración de hemoglobina (g/l), 0.00134 es la capacidad oxidativa de la hemoglobina. Si los músculos de una persona no entrenada usaran todo el oxígeno disponible, podría competir a nivel profesional. Sin embargo, la deficiencia mitocondrial limita el $\text{VO}_{2\text{max}}$: 3–3.5 l/min (45–50 ml/kg/min) para hombres, 2–2.2 l/min (40–45 ml/kg/min) para mujeres. En el AnP, el consumo promedio es del 60-70% del $\text{VO}_{2\text{máx}}$, aproximadamente la mitad en comparación con los atletas de élite.

Vasos sanguíneos y presión

Durante la sístole, el corazón bombea la sangre hacia la aorta y la arteria pulmonar, creando presión. La resistencia periférica dificulta el flujo. La presión máxima es la sistólica (PAS), la mínima es la diastólica (PAD). En reposo: PAS = 120 mmHg, PAD = 80 mmHg.

Cuanto mayor es la elasticidad arterial, menor es la presión necesaria para que la sangre avance. En la arteriosclerosis, las arterias son menos elásticas → se necesita más presión para el mismo volumen.

La resistencia depende de la viscosidad de la sangre y del diámetro de los vasos. La tensión muscular puede comprimir los vasos → aumento de la resistencia. Los productos del metabolismo anaeróbico ($\downarrow \text{pH}$, $\uparrow \text{pCO}_2$, $\downarrow \text{pO}_2$) causan hiperemia funcional → dilatación de los vasos → $\downarrow$ presión.

Control Nervioso y Hormonal

El control nervioso y humoral es fundamental para la regulación vascular. Las fibras simpáticas inervan la musculatura lisa de los vasos, especialmente los pequeños. El flujo capilar está regulado por factores locales.

Vasoconstricción: Noradrenalina de las fibras simpáticas → receptores α (riñones, hígado, intestino, pulmones, piel).

Vasodilatación: Adrenalina y noradrenalina → receptores β (músculos esqueléticos, corazón, glándulas suprarrenales).

Sistema Neuroendocrino

La activación de las glándulas endocrinas ocurre a través de impulsos nerviosos provenientes del sistema nervioso central (núcleos del hipotálamo) dirigidos hacia algunas glándulas, como la hipófisis. Las hormonas secretadas por el lóbulo anterior de la hipófisis regulan la actividad de otras glándulas: la tiroides, las gónadas y las suprarrenales.

Se distinguen tres sistemas endocrinos principales:

1. Sistema simpático-adrenal
2. Sistema hipofisario-suprarrenal
3. Sistema hipofisario-gonadal

Sistema Simpático-Adrenal

Responsable de la movilización de los recursos energéticos. La adrenalina y la noradrenalina se producen en la médula suprarrenal y, junto con la noradrenalina liberada por las terminaciones nerviosas simpáticas, actúan a través del sistema "adenilato ciclasa – AMP cíclico (cAMP)".

Sistema Hipofisario-Suprarrenal

Para acumular cAMP en la célula, es necesario inhibir la fosfodiesterasa del cAMP, enzima que lo degrada.

Los glucocorticoides inhiben esta enzima, mientras que la insulina contrarresta su efecto.

Mecanismo de acción:

La hormona llega a la célula a través de la sangre.

Se une a un receptor en la membrana celular.

El receptor cambia de conformación y activa la adenilato ciclasa.

El ATP se transforma en AMPc.

El cAMP regula el metabolismo: glucogenólisis, activación de la fosfofructoquinasa en los músculos, lipólisis en el tejido adiposo, síntesis de proteínas y contracción muscular.

Comprende estructuras nerviosas (hipotálamo, formación reticular, amígdala), circulación sanguínea y glándulas suprarrenales.

En condiciones de estrés, el hipotálamo libera corticoliberina en la sangre.

Esto estimula la secreción de ACTH (hormona adrenocorticotrópica), que llega a las glándulas suprarrenales.

Mecanismo de acción de los glucocorticoides (según A. Viru, 1981):

Las hormonas (cortisol, corticosterona, etc.) se difunden en la célula.

Se unen a un receptor específico → complejo G-R.

El complejo entra en el núcleo y se une al ADN.

Estimula la transcripción del ARNm.

El ARNm activa la síntesis de otros tipos de ARN.

Después de 60 minutos, se liberan los ribosomas y se agregan.

Comienza la traducción → síntesis de enzimas (en el hígado, glándulas endocrinas, músculos esqueléticos).

El complejo G-R tiene una vida media de unos 13 minutos. Después de la acción, la hormona sale de la célula sin alterar.

Las células diana, como las hepáticas, tienen muchos receptores para los glucocorticoides, que se acumulan y metabolizan intensamente. La vida media de las hormonas varía de 20 a 200 minutos.

Control Nervioso y Hormonal

Sistema Hipofisario-Tiroideo

Tiene conexiones nerviosas y humorales. Se presume que funciona en sincronía con el sistema hipofisario-suprarrenal.

Las hormonas tiroideas (tiroxina, triyodotironina, tirotropina) favorecen la recuperación después del ejercicio físico.

Sistema Hipofisario-Gonadal

Incluye la hipófisis, la corteza suprarrenal y las gónadas. La regulación se lleva a cabo a través de vías nerviosas y humorales.

Hormonas masculinas: Andrógenos (testosterona), producidos principalmente en las células de Leydig de los testículos.

Hormonas femeninas: Estrógenos, producidos en los ovarios, las glándulas suprarrenales y la piel.

Producción diaria:

Hombres: 4–7 mg

Mujeres: 10–30 veces menos

Órganos diana de los andrógenos: Próstata, vesículas seminales, testículos, músculos esqueléticos, miocardio.

Mecanismo de acción de la testosterona:

Se transforma en 5-alfa-dihidrotestosterona.

Forma un complejo G-R (Glucocorticoide-Receptor).

El complejo entra en el núcleo.

Se une al ADN.

Estimula la síntesis de ARN y proteínas, incluidas las enzimas dependientes de andrógenos.

Aumenta la síntesis de ADN y la división celular.

La testosterona se metaboliza completamente después de su acción.

Adaptaciones endocrinas al entrenamiento

El entrenamiento induce modificaciones estructurales en las glándulas endocrinas:

Aumento de la masa de las glándulas suprarrenales, la hipófisis, la tiroides y las gónadas.

Después de 125 días de desentrenamiento, todo vuelve a la normalidad.

El aumento de la masa está asociado a un mayor contenido de ADN → aumento de la mitosis → más células.

El crecimiento de la glándula depende de:

Síntesis: Proporcional a la masa, inversamente proporcional a la concentración hormonal.

Degradación: Aumenta con la masa y la potencia mecánica, disminuye con el aumento de las hormonas anabólicas.

Sistema Inmunitario

El cuerpo humano posee un sistema de vigilancia: el sistema inmunológico. Protege contra agentes patógenos (bacterias, virus) y células tumorales, reconociendo y destruyendo selectivamente a los invasores.

Se distinguen dos tipos de respuesta:

Celular: Eficaz contra hongos, parásitos, virus intracelulares y células tumorales.

Humoral: Mediada por anticuerpos.

La respuesta inmunitaria humoral se manifiesta principalmente en la fase extracelular de las infecciones bacterianas y virales.

El sistema inmunitario es el conjunto de todos los órganos linfoides y de las estructuras celulares linfoides: timo, bazo, ganglios linfáticos, placas de Peyer, células madre de la médula ósea.

Según el académico R.V. Petrov (1987), la interacción del organismo con antígenos extraños se articula en cuatro procesos:

1. Proliferación de los antígenos:

El número de antígenos depende de su velocidad de multiplicación menos la cantidad neutralizada por los anticuerpos existentes o recién formados.

2. Respuesta inmunitaria:

El organismo acumula células inmunocompetentes (productoras de anticuerpos).

El proceso es iniciado por el complejo antígeno-receptor del linfocito T.

El número de células plasmáticas depende de la cantidad de linfocitos B activados y de su proliferación, menos la pérdida por envejecimiento.

3. Producción de anticuerpos:

La cantidad depende de la velocidad de síntesis menos la ligada a los antígenos y la eliminada por catabolismo natural.

4. Eficiencia del sistema inmunológico:

Depende del funcionamiento de otros órganos y sistemas.

Un virus puede afectar órganos como el hígado, los pulmones o las glándulas endocrinas, influyendo indirectamente en la respuesta inmunitaria.

Un modelo matemático simple de la inmunidad ha sido desarrollado por G.I. Marchuk (1985), que simula las reacciones defensivas del organismo.

Incluye: grupo de antígenos, grupo de anticuerpos, grupo de células plasmáticas y órgano diana.

El modelo puede simular formas crónicas, subclínicas, agudas y letales de la enfermedad.

Forma crónica: Infección constante a dosis bajas → equilibrio entre la síntesis microbiana y la producción de anticuerpos.

Formas subclínicas, agudas o letales: Causadas por altas dosis de antígenos o por la reducción de la masa del órgano diana.

Las células madre de la médula ósea son precursoras de las respuestas inmunitarias (sistemas T y B).

Con la edad, su número disminuye. Entre los 65 y 76 años, la actividad de los anticuerpos es solo el 20–30% del máximo.

Aparato Digestivo

El aparato digestivo comprende: boca, faringe, esófago, estómago, intestino delgado e intestino grueso.

La digestión es el proceso fisiológico que transforma física y químicamente los alimentos, permitiendo la absorción de nutrientes en la sangre y la linfa.

Modificaciones físicas: Masticación, mezcla, trituración.

Modificaciones químicas: Hidrólisis mediante enzimas y ácido clorhídrico.

Boca

Fragmentación y salivación del alimento.

Activación refleja de las glándulas digestivas.

Enzimas salivales: ptialina, maltasa (digestión de carbohidratos).

Estómago

Ambiente ácido (pH 0.9–1.5).

Enzimas: pepsinas, gelatinasa, quimosina (proteínas), lipasa (grasas).

El alimento permanece 6-8 horas; Los carbohidratos se evacúan más rápidamente, las grasas más lentamente (8–10 horas).

La adrenalina inhibe la secreción gástrica.

Intestino delgado

Acción de la bilis, jugo pancreático, glándulas de Brunner y Lieberkühn.

Ambiente ligeramente alcalino (pH 7.2–8.0).

Enzimas pancreáticas: proteasas (tripsina, quimotripsina), amilasa, maltasa, lipasa, nucleasas.

La bilis activa la lipasa.

Digestión parietal y absorción a través de la mucosa intestinal.

Intestino grueso

Flora bacteriana: fermentación de carbohidratos, putrefacción de proteínas.

Absorción de agua → formación de heces.

Absorción

Carbohidratos: Glucosa y galactosa, absorbidos activamente con consumo de ATP.

Aminoácidos: Absorbidos en el intestino delgado, entran en el sistema porta → hígado.

Grasas: Ácidos grasos y glicerol; los de cadena corta → sangre, los de cadena larga → sistema linfático como quilomicrones.

Tejido Adiposo

El tejido adiposo es un tipo independiente de tejido con tres funciones principales:

1. Síntesis de triglicéridos a partir de lípidos séricos y glucosa.
2. Almacenamiento en los depósitos de grasa.
3. Liberación mediante lipólisis.

Adipocitos: Aumentan de volumen, el núcleo se aplana → metabolismo de

carbohidratos ralentizado.

Capilares y fibras reticulares: Soporte mecánico y nutrición.

Inervación: Fibras simpáticas envuelven cada adipocito.

En el tejido adiposo ocurre:

Conversión de carbohidratos en grasas y viceversa.

Síntesis de ácidos grasos en el citoplasma a partir de Acetil-CoA (derivado de glucosa o aminoácidos).

Lipólisis estimulada por catecolaminas → liberación de ácidos grasos y glicerol en situaciones de estrés.

Aparato Locomotor

Sistema de Soporte y Movimiento

Sistema de soporte y movimiento: Huesos, articulaciones y músculos.

Esqueleto humano: 206 huesos.

Partes del esqueleto:

Tronco

Cráneo

Extremidades superiores

Extremidades inferiores

Articulaciones

Tipos de articulaciones:

Simple (2 huesos) y complejas (3 o más huesos)

Formas de las superficies articulares:

Esféricas y elipsoidales: 3 ejes de rotación

En silla de montar: 2 ejes de rotación

En bloque y cilíndricas: 1 eje de rotación

Ejes de movimiento:

Frontal (transversal)

Sagital (antero-posterior)

Longitudinal (vertical)

Partes del Esqueleto

1. Esqueleto del Tronco

Columna vertebral: 33–34 vértebras

7 cervicales

12 torácicas

5 lumbares

5 sacras

4–5 coccígeas

Caja torácica: Formada por el esternón, las costillas, las vértebras torácicas y sus articulaciones. Esqueleto de la Cabeza

Huesos: Occipital, frontal, esfenoides, parietales, temporales, huesos faciales

El cráneo se articula a la columna vertebral mediante:

Articulación atlanto-occipital

Articulación atlanto-axoidea

3. Esqueleto de la Extremidad Superior

Cintura escapular: Clavícula y escápula (omóplato)

Extremidad superior libre: Húmero, radio, cúbito (ulna), huesos del carpo, metacarpo y falanges

Articulaciones: Externoclavicular, acromioclavicular, escapulohumeral, codo, radiocarpiana, carpometacarpianas, metacarpofalángicas, interfalángicas

4. Esqueleto de la Extremidad Inferior

Incluye los huesos de la cintura pélvica y de la extremidad inferior libre.

Músculos del Cuerpo Humano

En el cuerpo humano hay cerca de 600 músculos, subdivididos en grupos topográficos:

Cabeza

Cuello

Espalda

Tórax

Abdomen

Cintura escapular

Cintura pélvica

Se distinguen músculos:

Anteriores y posteriores

Superficiales y profundos

Externos e internos

Clasificación por forma y fibras

Forma: Largos, cortos, anchos

Dirección de las fibras: Paralelas, transversales, oblicuas (uni- y bipenniformes)

Grupos Funcionales

Los músculos se organizan en grupos funcionales para:

Flexión

Extensión

Abducción (separación)

Aducción (aproximación)

Supinación

Pronación

Sinergistas: Actúan conjuntamente

Antagonistas: Actúan en oposición

Músculos del Tronco

Flexión de la columna vertebral

Región cervical:

Músculos anteriores del cuello

Esternocleidomastoideo

Escalenos

Músculos largos del cuello y de la cabeza

Región lumbar:

Recto del abdomen

Oblicuo externo

Oblicuo interno

Extensión de la columna

Músculo erector de la columna (uno de los más grandes), se origina en el sacro y se inserta en el ilion, procesos espinosos, costillas y cráneo

Inclinación y torsión

Mismos músculos, activados de forma selectiva

Músculos de la Respiración

Diafragma

Músculos intercostales externos e internos

Músculos serratos posteriores superiores e inferiores

Músculos elevadores de las costillas

Capítulo 2

Prácticas de Prevención de las Enfermedades más Comunes y del Envejecimiento Humano

Todas las formas conocidas de cultura física saludable se han desarrollado como medio de prevención de las enfermedades más peligrosas: cardiopatía isquémica, aterosclerosis e incluso cáncer, además de la prevención del envejecimiento prematuro.

Para comprender las causas de estas enfermedades y los métodos de prevención, se ilustran los mecanismos de su aparición. Posteriormente, se analiza la fisiología de las prácticas saludables y los métodos más racionales para aplicarlas.

Cardiopatía isquémica

Más del 50–70% de los fallecimientos están relacionados con enfermedades cardiovasculares. La más común es la cardiopatía isquémica, asociada al dolor torácico. El aporte insuficiente de sangre al miocardio provoca dolor (angina de pecho). La alteración del flujo sanguíneo suele ser causada por la aterosclerosis. La aterosclerosis se caracteriza por la formación, en las paredes de las grandes arterias, de cuerpos extraños que contienen residuos celulares dañados, tejido conectivo, lípidos, colesterol, etc. Estas formaciones pueden crecer hasta obstruir la luz de los vasos. Si la velocidad del flujo sanguíneo aumenta bruscamente, pueden desprenderse y viajar por la sangre. En puntos estrechos, como las arteriolas, pueden causar oclusiones y pérdida de irrigación en algunas áreas, con la consecuente necrosis tisular. Si esto ocurre en el músculo cardíaco, se produce un infarto de miocardio.

Factores que contribuyen a la aterosclerosis:

Sobrealimentación irresponsable

Tabaquismo

Estilo de vida sedentario

Carencia de hormonas sexuales masculinas

Obesidad

Dureza del agua potable

Diabetes mellitus

Y otros

Sin embargo, para prevenir la cardiopatía isquémica y la aterosclerosis, es fundamental comprender el mecanismo de su aparición. Actualmente se cree

comúnmente que la verdadera causa de la aterosclerosis es el desprendimiento de un gran número de células endoteliales, la capa interna de los vasos sanguíneos. Este fenómeno solo puede ocurrir en tejidos con procesos plásticos comprometidos. La vida útil de una célula endotelial normal varía de 100 a 180 días.

La causa primaria de tal compromiso es probablemente un desequilibrio hormonal en la sangre, que influye en el metabolismo de los carbohidratos y las grasas en todo el organismo y, en el endotelio, puede favorecer la penetración acelerada de las lipoproteínas de baja densidad en la pared arterial. La prueba más evidente del papel de las hormonas en la aterosclerosis es el aumento de su incidencia en los ancianos, en quienes la actividad del sistema endocrino disminuye drásticamente.

Por lo tanto, los ejercicios físicos más eficaces para la salud son aquellos que aumentan significativamente la concentración de hormonas durante la actividad y en el periodo de recuperación.

Cáncer

El cáncer es una enfermedad que puede llevar a la muerte. Representa cerca del 23% de todos los decesos. Está asociado a la formación de tumores —un crecimiento excesivo (hiperplasia) de un tejido en el que las células pierden su función y forma específica. Los tumores pueden ser benignos o malignos. Los primeros crecen comprimiendo los tejidos circundantes, los segundos los invaden y los destruyen. Los tumores malignos afectan con mayor frecuencia a las personas mayores.

Factores que causan cáncer:

Sustancias cancerígenas (químicas)

Radiaciones (ultravioleta, rayos X, etc.)

Virus

Fármacos hormonales (contraindicados, por ejemplo, en el embarazo)

Y otros

Estos agentes actúan sobre el ADN, alterando su estructura y comprometiendo la función celular. El sistema inmunitario desempeña un papel crucial en la prevención del cáncer, ya que puede reconocer y destruir las proteínas extrañas. El debilitamiento del sistema inmunitario con la edad es una de las principales causas del aumento del riesgo oncológico.

La actividad física modifica el estado funcional de las células, aumenta la concentración de hormonas en la sangre, estimulando los procesos de síntesis y catabolismo. Esto favorece la renovación de las estructuras celulares, incluida la regeneración del ADN. En consecuencia, los posibles daños genéticos pueden ser reparados gradualmente.

Estudios científicos han demostrado que las personas que practican actividad física dos veces por semana durante 30–60 minutos se enferman de cáncer entre un 60% y un 70% menos que las que no se ejercitan. Sin embargo, un aumento excesivo de la actividad aeróbica no aporta beneficios adicionales en términos de prevención oncológica.

En resumen:

Los ejercicios físicos que activan el sistema endocrino y favorecen la autorrenovación

de las estructuras celulares y del ADN representan un medio eficaz para la prevención del cáncer.

Envejecimiento

La vida humana se subdivide en tres fases principales: crecimiento, periodo reproductivo y envejecimiento.

Los cambios fisiológicos relacionados con la edad han llevado a los científicos a comprender que el desarrollo y el envejecimiento dependen del patrimonio genético. Estudios experimentales han evidenciado modificaciones estructurales de la información genética (cromatina) con la edad, que conducen a una reducción de la actividad traslacional y de la capacidad de autorregeneración celular.

El envejecimiento prematuro se observa en enfermedades como la progeria y el síndrome de Werner, causadas por mutaciones genéticas.

En estos casos, los signos del envejecimiento (canas, arrugas, etc.) aparecen ya entre los 6 y 9 años.

De esto se deduce que es posible prolongar el período reproductivo y ralentizar el envejecimiento mejorando la función del genoma.

Esto se puede lograr a través de la corrección hormonal médica, pero también a través de ejercicios físicos que modifiquen significativamente la concentración hormonal en la sangre.

Conclusión

La clave para la prevención de las enfermedades mortales reside en el fortalecimiento de las capacidades del sistema endocrino e inmunitario, es decir, en el aumento de la reserva adaptativa del organismo.

Por lo tanto, la tarea principal de la teoría de la educación física saludable es desarrollar medios y métodos para mejorar las funciones de estos sistemas.

Capítulo 3

Modelo teórico

Toda teoría se basa en elementos ideales y relaciones estructurales entre ellos.

En este caso, el modelo es una representación funcional del organismo humano, que simula los procesos adaptativos a corto y largo plazo.

Dichos modelos conceptuales se encuentran en muchas monografías.

Para mejorar el modelo y los métodos de la educación física saludable (MEFS), es necesario:

Perfeccionar los modelos conceptuales y matemáticos que simulan la respuesta del organismo al ejercicio físico.

Estudiar la eficacia saludable de los medios de la educación física

Desarrollar métodos y planes de cultura física saludable

Clasificar las cargas físicas en función del efecto fisiológico

Desarrollar métodos para monitorear el estado de salud

Características Fisiológicas de los Principales Tipos de Cultura Física Saludable

El análisis de las enfermedades más peligrosas y del proceso de envejecimiento ha demostrado que la salud depende del estado del patrimonio genético celular, que regula los procesos plásticos y responde a los estímulos hormonales.

Por lo tanto, los ejercicios físicos que estimulan una "danza" hormonal con abundante secreción endocrina tienen el máximo efecto saludable.

Aeróbico Cíclico

Uno de los tipos más populares de cultura física para la salud es el aeróbico (aeróbica), que utiliza ejercicios cíclicos como correr, caminar, ciclismo y otros.

Fisiología de los Ejercicios Cíclicos

Los ejercicios aeróbicos se encuentran entre las formas de actividad física más estudiadas por la ciencia.

Su característica principal es la participación de grupos musculares específicos que se contraen y relajan de manera secuencial.

Con el aumento del consumo de oxígeno, aumentan la frecuencia cardíaca (FC) y la presión arterial.

Por ejemplo, con una frecuencia cardíaca de 150 latidos por minuto, la presión sistólica puede alcanzar entre 150 y 190 mmHg y la diastólica entre 70 y 90 mmHg.

El aumento del consumo de oxígeno está ligado a la velocidad de movimiento, lo que implica una mayor fuerza de empuje y contracción muscular.

A bajas velocidades, solo una pequeña parte de las fibras musculares activas trabaja. Estas fibras, ricas en mitocondrias, oxidan las grasas y se denominan fibras musculares oxidativas.

Cuando se activan fibras con pocas mitocondrias, se produce la glucólisis anaeróbica, generando ácido láctico (lactato) e iones hidrógeno.

El lactato interfiere con la oxidación de las grasas, por lo que a medida que aumenta la velocidad, todas las fibras musculares cambian a la oxidación de carbohidratos (lactato, glucosa, glucógeno).

El punto de activación de las fibras glucolíticas se llama Umbral Aeróbico (AeS).

Cuando el lactato alcanza 4 mM/l y su acumulación se acelera, se identifica el Umbral Anaeróbico (AnS), es decir, el punto de equilibrio dinámico entre la producción y el consumo de lactato por parte de las fibras musculares oxidativas, el corazón y los músculos respiratorios.

La concentración de noradrenalina aumenta con la intensidad del ejercicio y el estrés mental.

Metabolismo de las Grasas y Recuperación

El fenómeno de la oxidación de las grasas durante el ejercicio se conoce desde las décadas de 1920 y 1930.

Sin embargo, estudios de la década de 1990 han demostrado que se oxidan principalmente las grasas almacenadas en las fibras musculares en forma de gotículas, suficientes para 30–60 minutos de actividad.

La grasa subcutánea no entra en la sangre ni en los músculos durante el ejercicio, sino que se utiliza en la recuperación (5–15 horas después), a través de los alimentos o la liberación desde el depósito subcutáneo.

Respuesta Hormonal y Duración del Ejercicio

La concentración de hormonas relacionadas con la actividad de la hipófisis y el sistema nervioso simpático (somatotropina, testosterona, adrenalina, noradrenalina) aumenta con el estrés mental, especialmente cuando se combinan: activación muscular, acidificación muscular con dolor, frecuencia cardíaca máxima y frecuencia respiratoria máxima.

La duración del ejercicio depende de la velocidad.

En el umbral aeróbico, una persona puede moverse durante 20–30 minutos con una frecuencia cardíaca entre 140–170 latidos/min.

Las hormonas aumentan ligeramente (50%–100% respecto al reposo), pero bajo esfuerzo máximo pueden aumentar 10 veces o más.

Aeróbicos para la Salud

El concepto de "correr para evitar el infarto" es fundamental para quienes practican jogging.

Las guías metodológicas afirman que correr a baja intensidad (hasta el umbral aeróbico) favorece la oxidación de grasas y mejora la actividad cardíaca en comparación con el reposo.

Según el principio "la función crea el órgano", se cree que los ejercicios aeróbicos mejoran el corazón, los vasos sanguíneos y reducen la grasa corporal.

Sin embargo, estudios de los últimos 30 años no han mostrado efectos significativos en el corazón, los vasos sanguíneos ni el tejido adiposo.

Entrenamientos con frecuencia cardíaca entre 100 y 140 latidos por minuto, donde se observa el máximo volumen de eyección cardíaca, pueden llevar al alargamiento de las miofibrillas en las fibras musculares cardíacas, aumentando el número de sarcómeros.

Durante el reposo, el corazón comienza a expulsar más sangre por latido gracias al aumento de los sarcómeros en las miofibrillas.

Dado que la necesidad de oxígeno en reposo permanece inalterada, la frecuencia cardíaca en reposo disminuye.

Algunos proponen registrar este parámetro para evaluar el estado de salud, pero esto no es del todo correcto: El aumento del volumen del ventrículo izquierdo es relevante para los atletas, mientras que para una persona común es más importante el estado del sistema endocrino e inmunitario.

El sistema vascular está sometido a un fuerte estrés durante la carrera, con una frecuencia cardíaca entre 100 y 140 latidos por minuto, ya que la presión sistólica puede subir hasta 160-200 mmHg.

Con la carrera o caminata de baja intensidad, la concentración de hormonas en la sangre aumenta poco, por lo que la mejora vascular es muy lenta.

En un estudio anual con tres sesiones semanales de una hora, no se logró reducir la presión arterial alta.

Sin embargo, después de 3–5 años, la presión tiende a normalizarse, como lo demuestra la práctica de los corredores aficionados.

Reglas Fundamentales para Correr con Seguridad

No empezar a correr si el peso corporal supera significativamente los 70–80 kg (peso ideal = altura en cm – 100). En tal caso, comenzar con la caminata.

Correr con zapatos de suela gruesa, ancha y suave, especialmente en la zona del talón. El apoyo del pie debe comenzar por el talón, con la rodilla bien flexionada.

Ignorar esta regla puede causar microtraumas en las articulaciones de la rodilla, la cadera y la columna vertebral (en Australia, las ovejas mantenidas en pisos de cemento desarrollaron deformaciones articulares después de un año).

Carga óptima: 3 sesiones semanales de 30–60 minutos con frecuencia cardíaca entre 100–140 latidos por minuto. Superar esta carga puede llevar al agotamiento de las

glándulas endocrinas, una caída de la inmunidad y el sobreentrenamiento, lo cual es inaceptable para un entrenamiento saludable.

Beneficios para Ex Deportistas y Uso General

Los ejercicios aeróbicos son particularmente útiles para ex deportistas, que a menudo presentan hipertrofia miocárdica, trastornos de la conducción e irregularidades en el ritmo cardíaco. Estos problemas se agravan con enfermedades o inactividad.

El entrenamiento aeróbico regular reactiva todas las células cardíacas, mejorando el metabolismo y normalizando temporalmente los procesos plásticos y metabólicos.

Para una persona normal, los ejercicios aeróbicos pueden usarse:

Como calentamiento para aumentar la temperatura corporal

Para acelerar el metabolismo y oxidar carbohidratos o grasas en los músculos.

Para reducir el peso corporal, utilizando la grasa subcutánea para compensar la energía gastada.

Sin embargo, después del entrenamiento se siente hambre, se consumen carbohidratos y grasas, el páncreas libera insulina, que estimula la síntesis de grasa y glucógeno en los músculos y en el tejido adiposo.

Por lo tanto, la pérdida de peso no está garantizada. Solo quien sigue una dieta hipocalórica (verduras, agua mineral) durante 10–24 horas después del entrenamiento puede adelgazar, aunque con una posible reducción de la masa muscular.

Alternativas a correr y preparación para triatlón

El efecto saludable del entrenamiento aeróbico es bajo, pero si se sustituye la carrera con caminata, ciclismo o natación, atletas bien preparados pueden entrenar 3 veces por semana durante 2–4 horas.

Con la fatiga aumenta el estrés mental y la secreción de hormonas, por lo que la preparación para triatlón puede tener efectos beneficiosos, siempre que se sigan estas reglas:

No usar la carrera para prepararse para el triatlón, para evitar daños en articulaciones, ligamentos y músculos.

Preferir caminata rápida, ciclismo, esquí o esquí de rodillas.

Evitar entrenamientos demasiado largos (más de 2 horas) o demasiado frecuentes (más de 3 veces por semana).

Gimnasia Aeróbica

Hace cincuenta años, ex gimnastas desarrollaron un sistema saludable de ejercicios gimnásticos.

Inicialmente, el aeróbic se asemejaba a una versión simplificada de la gimnasia artística, con movimientos amplios y elevada flexibilidad.

Los programas respetaban dos criterios:

1. Intensidad media compatible con el régimen aeróbico, favoreciendo la oxidación de las grasas

2. Técnica estética, acompañada de música y movimientos amplios. Jane Fonda publicó muchos programas en videocassette.

Después de diez años de práctica, se observó que entrenar 2–3 veces por semana durante 1.5–2 horas no reduce significativamente la masa grasa.

Los ejercicios se suceden, involucrando diferentes grupos musculares, causando solo fatiga y mínima acidificación local.

Cuando ocurre una acidificación en los músculos (acumulación de ácido láctico), se inhibe la oxidación de las grasas y comienza la oxidación de los carbohidratos (glucosa sanguínea o glucógeno muscular).

En consecuencia, durante el aeróbico gimnástico no se produce la oxidación de las grasas.

Una rápida disminución de la glucemia al final del entrenamiento provoca, después de 30 a 60 minutos de recuperación, una fuerte sensación de hambre.

Es casi imposible resistirse, por lo que se consume comida y, en lugar de quemar las grasas corporales, se acumula grasa de los carbohidratos y las grasas ingeridas.

Los ejercicios de gran amplitud e intensidad conllevan riesgos de distensiones en los ligamentos de las caderas, los hombros, las rodillas y esguinces en los tobillos.

También son frecuentes las lesiones musculares, desgarros de las miofibrillas o de fascículos musculares enteros, sobre todo entre los principiantes.

Al final, Jane Fonda revisó las herramientas utilizadas en el aeróbic, sustituyendo los ejercicios de gimnasia artística por movimientos de danza.

También se modificaron las reglas del aeróbic deportivo, introduciendo restricciones como:

Prohibidos los movimientos bruscos con gran amplitud.

Prohibidas las flexiones hacia adelante con el torso recto y las torsiones.

Prohibidos los movimientos bruscos de la cabeza, especialmente las flexiones con torsiones.

Prohibidas las hiperextensiones de la columna vertebral.

Prohibidas las sentadillas completas (ángulo en las rodillas menor de 90°).

Prohibidos los slanci laterales (patadas laterales) de la pierna desde posición de rodillas con apoyo en las manos.

Prohibidos los ejercicios para los abdominales con levantamiento de las piernas rectas.

El aeróbic asumió así el aspecto de movimientos rítmicos con música, similares a bailes, con el objetivo de alcanzar una frecuencia cardíaca cercana al umbral anaeróbico (130–160 latidos por minuto).

Después de otros 10 años, se constató que estos programas no llevaban a variaciones significativas de la masa corporal.

Por lo tanto, nacieron variantes como el step-aerobic y el slide-aerobic, que provocan mayor fatiga local en los músculos extensores de las piernas, pero también dolores articulares en las rodillas por sobrecarga.

En resumen:

La gimnasia aeróbica ha sufrido muchas transformaciones debido a su baja eficacia y a la falta de bases científicas.

También su rentabilidad económica ha influido en el desarrollo del aeróbic como

industria del bienestar.

Capítulo 4

Las Bases de la Fisiología de la Contracción Muscular

A principios del siglo XXI, los ejercicios de fuerza se hicieron populares para modelar el cuerpo y mejorar el rendimiento deportivo.

El mayor éxito comercial lo alcanzó el culturismo, desarrollado por los hermanos Weider en Estados Unidos.

Los ejercicios de fuerza son vistos como herramientas para la salud y la estética física.

La fuerza es la capacidad de superar una resistencia externa gracias a la actividad muscular.

Los músculos están compuestos por fibras musculares, que contienen miofibrillas, orgánulos especializados que se contraen utilizando la energía del ATP.

Durante la contracción, el ATP se descompone en ADP y fosfato libre (P), liberando energía.

Las miofibrillas también contienen fosfato de creatina (CrP), que regenera el ATP donando energía: $\text{ADP} + \text{P} + \text{energía (de CrP)} = \text{ATP}$.

Este proceso libera creatina y fosfato, que activan la glucólisis anaeróbica y aeróbica, y la lipólisis.

Sin embargo, la potencia combinada de estos procesos no supera el 50% de la potencia máxima obtenible solo del CrP.

Control Nervioso y Tipos de Contracción

Durante un ejercicio de fuerza, el cerebro envía impulsos desde las neuronas motoras a la médula espinal, donde las motoneuronas activan las fibras musculares.

Cada motoneurona controla un grupo de fibras musculares, formando una Unidad Motora (UM), que es el elemento básico del control muscular.

Tipos de UM:

De umbral bajo: pequeñas motoneuronas y fibras lentas

De umbral alto: grandes motoneuronas y fibras rápidas

Con el aumento de la frecuencia de los impulsos, se activan progresivamente unidades motoras más grandes.

En condiciones de estrés mental, hasta el 80% de las UM puede ser activado.

Tipos de contracción muscular:

Isométrica: sin movimiento, solo tensión interna

Isocinética: velocidad constante
Isotónica: tensión constante
Auxotónica: contracción mixta (real en ejercicios de fuerza)
Términos usados en la práctica deportiva:
Ejercicios estáticos (isométricos)
Ejercicios dinámicos (auxotónicos)
Ejercicios estado-dinámicos (alternancia)
Ejercicios excéntricos (pliométricos)

Fisiología del Ejercicio de Fuerza

Un ejercicio de fuerza consiste en movimientos repetitivos lentos (1 ciclo cada 1–5 segundos) con alta resistencia (más del 30% de la fuerza máxima).

La secuencia de ejercicios similares se llama serie.

Terminología:

Acción Motora (AM): movimiento controlado entre dos posiciones

Ejercicio o Serie: repetición de varias AM similares

Súper-serie: secuencia con pausas breves (20–60 segundos)

Fisiología del Entrenamiento de Fuerza

Al aumentar la resistencia externa, disminuye el número máximo de repeticiones posibles (Máximo de Repeticiones, MR).

La resistencia que se puede superar una sola vez se considera como fuerza voluntaria máxima (1RM).

Ejemplos:

A 100% de 1RM: se consume casi todo el ATP, difícil de repetir

A 80% de 1RM: Se pueden hacer 5–8 repeticiones.

Con cada repetición, algunas fibras pierden potencia (~10%).

Se activan unidades motoras de umbral alto hasta el agotamiento.

En 25–40 segundos de ejercicio, se consume hasta el 50–80% del CrP.

La resíntesis del CrP ocurre durante el ejercicio y en los primeros 90 segundos de recuperación, mediante glucólisis anaeróbica, con producción de lactato e iones hidrógeno (H^+).

El agotamiento del ATP y la acumulación de H^+ son las causas principales de la incapacidad para continuar.

Con la ayuda de un compañero, se pueden hacer 1-2 repeticiones adicionales, pero con estrés mental, apnea y agotamiento adicional.

Ejercicios de Baja Intensidad

Con una intensidad del 40–60% de 1RM se requieren 15–30 repeticiones.

La mayor duración activa la glucólisis aeróbica en fibras oxidativas y la anaeróbica en glucolíticas.

La acumulación de H^+ estimula enzimas lisosomales que degradan proteínas, dañando

miofibrillas, mitocondrias y hormonas.

Aumentan la respiración y la circulación, pero no hay mejoras significativas en la fuerza.

Impacto en el Sistema Respiratorio y Cardiovascular

Los ejercicios al 70-100% de 1RM involucran principalmente el sistema nervioso central (SNC) y el aparato locomotor.

La ejecución hasta el fallo requiere respiración organizada:

Inspiración breve durante la fase excéntrica

Apnea durante la contracción

Espiración en fase de relajación

El esfuerzo aumenta la presión intratorácica, reduciendo el volumen del corazón hasta en un 50%.

La frecuencia cardíaca aumenta de 70 a 100 latidos por minuto incluso sin ejercicio, y la presión sistólica puede subir a 175–200 mmHg.

Después del ejercicio, la presión se normaliza en 1-3 minutos.

El entrenamiento regular induce reflejos que aumentan la presión incluso en reposo, con valores medios de 156/87 mmHg, y en levantadores de pesas puede llegar a 170–180 mmHg.

Advertencia

Los ejercicios de fuerza son adecuados solo para personas completamente sanas, sin signos de aterosclerosis.

En sujetos con placas ateroscleróticas, el aumento de la presión y del flujo sanguíneo puede causar el desprendimiento de las placas, con riesgo de embolia, trombosis y necrosis tisular.

Si ocurre en el corazón, se produce un infarto; Si la placa rompe la pared arterial, puede ser fatal.

Factores que Estimulan la Hipertrofia Muscular

El aumento de la fuerza depende de la mejora del control neuromuscular y del aumento del número de miofibrillas.

Más miofibrillas significan mayor densidad y sección transversal del músculo, con crecimiento también de mitocondrias, glucógeno y otros orgánulos.

En sujetos entrenados, las miofibrillas ocupan más del 90% de la sección muscular, por lo que su crecimiento es el principal factor de hipertrofia.

El objetivo del entrenamiento de fuerza es aumentar el número de miofibrillas.

Esto ocurre cuando la síntesis de proteínas se acelera en relación con la degradación.

Las investigaciones recientes han identificado cuatro factores clave para la síntesis proteica:

Reserva de aminoácidos en la célula

Alta concentración de hormonas anabólicas en la sangre
Elevada concentración de creatina libre en las fibras musculares
Alta concentración de iones hidrógeno

Los factores 2, 3 y 4 están influenciados directamente por el contenido del entrenamiento.

Mecanismo de Síntesis de Orgánulos Celulares

Durante el ejercicio físico, la energía del ATP se utiliza para formar enlaces actina-miosina y para realizar trabajo mecánico.

La resíntesis de ATP ocurre gracias a las reservas de fosfato de creatina.

La aparición de creatina libre activa todas las vías metabólicas implicadas en la producción de ATP: glucólisis en el citoplasma, oxidación aeróbica en las mitocondrias y procesos miofibrilares localizados en los nucléolos y sobre las membranas del retículo sarcoplásmico.

En las fibras musculares glucolíticas, prevalece la enzima M-LDH, que convierte el piruvato producido por la glucólisis anaeróbica en lactato.

Este proceso conduce a la acumulación de iones hidrógeno.

Dado que la potencia de la glucólisis es inferior al consumo de ATP, se acumulan creatina libre, hidrógeno, lactato y ADP.

La creatina libre en el sarcoplasma es un potente estímulo endógeno para la síntesis proteica en los músculos esqueléticos.

Existe una correlación directa entre el contenido de proteínas contráctiles y el de creatina.

La creatina libre parece influir en la síntesis de ARNm, es decir, en la transcripción en los nucléolos de las fibras musculares.

Se hipotetiza que el aumento de la concentración de hidrógeno provoca la labilización de las membranas, facilitando la penetración de las hormonas en la célula y el acceso a las enzimas y al ADN.

En respuesta al aumento simultáneo de creatina e hidrógeno, la síntesis de ARN se intensifica.

La vida del ARNm es breve: dura pocos segundos durante el ejercicio y aproximadamente cinco minutos durante la pausa.

Después de este tiempo, el ARNm se degrada.

Análisis Teórico del Ejercicio hasta el Fallo

Por ejemplo, durante 10 sentadillas con barra, ejecutadas a un ritmo de 3–5 segundos cada una, el ejercicio dura 30–50 segundos.

Durante este tiempo, se alternan fases de contracción (1–2 segundos) que utilizan ATP, y pausas (2–3 segundos) en las que el ATP es resintetizado por fosfato de creatina.

La fosfocreatina, a su vez, se regenera mediante procesos aeróbicos en las fibras oxidativas y glucólisis anaeróbica en las fibras glucolíticas.

Dado que estos procesos son menos potentes que el consumo de ATP, las reservas de fosfato de creatina se agotan, lo que lleva a la fatiga muscular.

Durante la glucólisis anaeróbica, se acumula ácido láctico, que destruye las estructuras proteicas, altera la actividad enzimática y facilita el acceso de las hormonas al ADN.

Una acidificación excesiva puede causar daños celulares irreversibles, con eliminación de las partes dañadas.

El aumento de hidrógeno estimula la peroxidación lipídica, con formación de radicales libres que fragmentan las enzimas mitocondriales, especialmente en ambientes ácidos como los de los lisosomas.

Los lisosomas participan en la generación de radicales libres y en las reacciones catabólicas.

Un estudio de A. Salminen et al. (1984) en ratas mostró que el ejercicio intenso provoca necrosis y un aumento de 4 a 5 veces la actividad de las enzimas lisosomales.

Síntesis de ARN y tiempos de recuperación

La acción combinada de la creatina y el hidrógeno estimula la síntesis de ARN.

La creatina permanece en las fibras musculares durante el ejercicio y durante 30-60 segundos después, mientras ocurre la resíntesis de fosfato de creatina.

Por lo tanto, cada serie de ejercicios proporciona aproximadamente un minuto útil para la síntesis de ARNm.

Con más series, la cantidad de ARNm aumenta, pero también la concentración de hidrógeno, creando un conflicto: se corre el riesgo de dañar más de lo que se logra sintetizar.

Para evitar esto, se aconseja:

Ejecutar series con largos intervalos de recuperación

Entrenar varias veces al día con pocas series por sesión.

El tiempo de recuperación entre los días de entrenamiento depende de la velocidad de conversión del ARNm en orgánulos celulares, como las miofibrillas.

El ARNm se degrada en pocos minutos, pero las estructuras que derivan de él se forman en 4–7 días, según la cantidad de ARNm producido.

Estudios muestran que después de ejercicios excéntricos, en los primeros 3–4 días se observan daños en las miofibrillas (cerca de las líneas Z) y fuertes dolores musculares.

Posteriormente, las fibras se normalizan y el dolor desaparece.

Otros estudios han detectado que después del entrenamiento de fuerza aumenta la concentración de urea, indicador del catabolismo proteico.

Síntesis Proteica e Hipertrofia Miofibrilar

La concentración de urea en sangre por la mañana en ayunas permanece por debajo de lo normal durante 3-4 días después del entrenamiento, lo que indica que los procesos de síntesis proteica prevalecen sobre los de degradación.

De la descripción del mecanismo de síntesis de las miofibrillas resulta evidente que las fibras musculares lentas y rápidas deben ser entrenadas con ejercicios y métodos diferentes.

Hipertrofia de las Fibras Musculares Rápidas

Para activar las fibras rápidas es necesario realizar ejercicios a intensidad máxima o casi máxima.

Según la "regla del tamaño" de Henneman, en estas condiciones se activan tanto las fibras lentas como las rápidas.

Si la contracción muscular se alterna con la relajación, sin interrumpir la circulación sanguínea, el efecto del ejercicio se concentra en las fibras rápidas.

Condiciones para un entrenamiento eficaz de las fibras rápidas:

Intensidad: máxima o casi máxima

Ejecución: hasta el fallo (agotamiento de fosfato de creatina y acumulación de creatina libre)

Recuperación: 5 minutos activo (frecuencia cardíaca 100–120 lpm, acelera la eliminación del lactato), 10 minutos pasivo (resíntesis de fosfato de creatina mediante glucólisis anaeróbica)

Frecuencia diaria: 1–2 sesiones al día, según el nivel de entrenamiento

Frecuencia semanal: Después de una sesión intensa, el entrenamiento solo puede repetirse después de 7-10 días, el tiempo necesario para la síntesis de las miofibrillas.

Hipertrofia de las Fibras Musculares Lentas

La metodología es similar a la de las fibras musculares rápidas, pero con una diferencia fundamental: El ejercicio debe ejecutarse sin relajación muscular.

Las fibras contraídas comprimen los capilares, causando oclusión e hipoxia, lo que intensifica la glucólisis anaeróbica y la acumulación de lactato e iones hidrógeno.

Ejemplo de ejercicio:

Sentadilla con barra: al 30-70% de la RM (repetición máxima)

Profundidad: desde posición profunda hasta 90–110 grados de flexión de la rodilla

Duración: 30–60 segundos (hasta el dolor muscular)

Recuperación: 5–10 minutos activo

Series: 7–12

Frecuencia: 1–2 veces al día, repetición cada 7–10 días

Reglas fisiológicas:

Intensidad: tal que reclute solo fibras lentas Duración: ≤ 60 segundos para evitar el exceso de hidrógeno

Serie: múltiples con recuperaciones breves (30 segundos) para aumentar el tiempo de exposición a creatina e hidrógeno

Método superserie: más series con pausas mínimas, aumenta la síntesis de ARNm

Nota importante:

Los entrenamientos para la síntesis proteica deben realizarse al final de la sesión aeróbica, preferiblemente por la tarde o noche.

Un ejercicio aeróbico intenso después del entrenamiento de fuerza puede llevar a la degradación de las proteínas recién sintetizadas, reduciendo la eficacia del entrenamiento.

Principios de la Construcción del Entrenamiento de Fuerza

La metodología más influyente es la de Ben Weider, quien formuló diversos principios.

A continuación, se presentan los principales, con explicaciones basadas en la fisiología moderna:

1. Principio de la Técnica

Requiere una comprensión biomecánica del ejercicio.

Una técnica incorrecta puede causar lesiones, por ejemplo, las sentadillas con carga e inclinación del torso pueden dañar los discos lumbares.

2. Principio de la Calidad del Esfuerzo

Cada ejercicio debe alcanzar la máxima tensión muscular.

Se realiza en tres variantes:

90–100% del 1RM, 1–3 repeticiones: entrena el control neuromuscular, no estimula la síntesis proteica

70–90% del 1RM, 4–12 repeticiones, 20–70 segundos: estimula la síntesis proteica, sobre todo en fibras rápidas. Los últimos 2-3 movimientos, incluso asistidos, son los más efectivos. 30-70% de 1RM, 12-25 repeticiones, 50-90 segundos: ejercicio en modalidad estado-dinámica, sin relajación muscular. Provoca hipoxia, glucólisis anaeróbica, acumulación de creatina e hidrógeno, estimula la síntesis proteica en fibras lentas.

3. Principio de los Movimientos Negativos

Las fibras musculares deben estar activas tanto en la fase concéntrica como en la excéntrica.

4. Principio de las Súper-series

Series dobles, triples o múltiples con pausas mínimas.

Aumentan el tiempo de exposición a creatina e hidrógeno, estimulan la síntesis de ARN.

El "principio del bombeo" (aumento del flujo sanguíneo) es una señal de ejecución correcta, no un beneficio directo.

5. Principio de Prioridad

Entrenar primero los grupos musculares que se desean desarrollar.

Al inicio de la sesión, el perfil hormonal y la disponibilidad de aminoácidos son óptimos.

6. Principio de la división

Entrenar cada grupo muscular 1-2 veces por semana.

La síntesis de las miofibrillas dura 7–10 días, con supercompensación entre el día 7 y el día 15.

1. Los músculos se subdividen en grupos (split) para optimizar la recuperación.

Ejemplo de programa semanal de entrenamiento (Split):

Día	Entrenamiento de Desarrollo (4–9 Series)	Otros Grupos Musculares (Tonificante, 1–3 Series)
Lunes	Músculos extensores de la espalda y trapecios	
Martes	Músculos extensores de los brazos y abdominales	
Jueves	Músculos extensores de las piernas y flexores de brazos	
Vierne s	Músculos flexores de las articulaciones de las piernas	

Este tipo de organización, donde cada día se entrenan grupos musculares específicos, se llama split.

Sistema de los Splits

El sistema prevé dos variantes:

- **Split mixto:** unión de ejercicios para diferentes grupos musculares en una única sesión
- **Split concentrado:** unión de ejercicios diferentes para el mismo grupo muscular, ejecutados sin pausas. En este caso, el sistema split retoma la idea de la súper-serie

Sistema de la Supercompensación

El crecimiento de las miofibrillas requiere 10–15 días.

Por lo tanto, el entrenamiento de fuerza dirigido al desarrollo muscular debería durar 14–21 días (2–3 semanas), el tiempo necesario para la activación de los procesos anabólicos.

Continuar con entrenamientos intensos más allá de este periodo puede obstaculizar la síntesis proteica.

Para favorecer la supercompensación:

- Suspender los ejercicios de desarrollo durante 7–14 días
- Pasar a ejercicios tonificantes (1–3 series por ejercicio)

Principio de la Intuición

Cada atleta debe basarse no solo en las reglas, sino también en la intuición, ya que las reacciones adaptativas son individuales.

Es importante levantar regularmente cargas máximas para evaluar el estado de forma y el nivel de entrenamiento.

Estos parámetros son el principal indicador de la eficacia del programa.

Análisis Fisiológico de los Ejercicios de Fuerza

El análisis fisiológico ha demostrado que los ejercicios de fuerza son adecuados solo para personas completamente sanas.

Sin embargo, el bodybuilding puede ser una excelente herramienta de prevención para muchas enfermedades, ya que estimula el sistema endocrino e inmunitario — siempre y cuando se evite el sobreentrenamiento.

Las personas con aterosclerosis, patologías espinales (osteocondrosis, radiculitis), tromboflebitis y otras condiciones no deberían practicar bodybuilding clásico.

Para la mayoría de las personas, es necesario desarrollar un sistema de ejercicios de fuerza más suave (delicado), que mantenga los beneficios del culturismo:

- Estrés que aumenta la concentración de hormonas en la sangre
- Estimulación del anabolismo muscular y formación de un "corsé muscular" (faja muscular protectora)
- Activación del catabolismo en los tejidos, sobre todo en el tejido adiposo, favoreciendo el adelgazamiento y la renovación celular

Esta sección está dedicada al diseño de dicho sistema.

Capítulo 5

Principios del Sistema "Rejuvenecimiento"

Los ejercicios de fuerza estato-dinámicos son el medio más eficaz para mejorar la salud de la población general.

El uso regular de estos ejercicios aumenta las reservas adaptativas y el tono vital constante.

Principio de Minimización del Aumento de la Presión Arterial

Para quienes sufren de aterosclerosis, está contraindicado superar los 150 mmHg de presión sistólica.

Por lo tanto, el entrenamiento debe respetar algunas reglas:

Calentamiento: dilatar arterias y arteriolas para reducir la resistencia periférica y facilitar el trabajo del corazón

Ejercicios acostado: preferir la posición supina para evitar el esfuerzo contra la gravedad

Involucrar pocos músculos: Los ejercicios lentos y estáticos reducen el efecto de "bomba muscular".

Alternar músculos grandes y pequeños: para evitar picos de presión

Estiramiento después de cada ejercicio: ayuda a reducir la actividad cardiovascular y estimula la síntesis de proteínas

Principio del Estrés Controlado

En el culturismo tradicional, el estrés máximo es inducido por movimientos forzados y apnea, lo que aumenta bruscamente la presión arterial.

En el sistema propuesto, esto es inaceptable.

Reglas a seguir:

Intensidad muscular: 30–70% de la fuerza máxima voluntaria

Modalidad: estato-dinámica (sin relajación muscular)

Respiración: espiración lenta durante la contracción, inspiración breve durante la fase excéntrica

Duración: 30–60 segundos para favorecer la degradación de la fosfocreatina y la acidificación moderada

Objetivo: alcanzar una sensación de dolor muscular (estrés)

Estas condiciones favorecen la glucólisis anaeróbica incluso en las fibras oxidativas, con acumulación de hidrógeno que provoca ardor y dolor muscular —estímulos clave para la síntesis proteica.

Tecnología del Entrenamiento Saludable

Los ejercicios para un solo grupo muscular se organizan en superseries.

Con una intensidad del 30–50%, un ejercicio de 30–60 segundos puede no causar dolor significativo.

Después de una breve pausa (20–60 segundos), se repite el ejercicio.

En el segundo o tercer ciclo, el dolor muscular aumenta rápidamente, alcanzando el estado de estrés deseado.

Principio de la Integración entre Entrenamiento y Nutrición

El ejercicio físico activa procesos anabólicos y catabólicos en los tejidos.

La nutrición puede dirigir estos procesos:

Aumento de la masa muscular: consumo de proteínas completas por encima de la norma. Reducción de la masa grasa: disminución de carbohidratos y grasas en la dieta.

Construcción de la Sesión de Gimnasia Saludable

Los ejercicios de gimnasia saludable incluyen movimientos contra resistencias externas: gravedad, deformación elástica, resistencia del agua y del aire.

Los más comunes son aquellos contra la fuerza de la gravedad.

Las resistencias pueden estar constituidas por el peso del propio cuerpo, por cargas adicionales como muñequeras, mancuernas, barras o aparatos específicos.

Los instructores deben poseer competencias teóricas de biomecánica para diseñar programas eficaces.

Ejemplo de ejercicio para aumentar la fuerza en las fibras musculares lentas del cuádriceps femoral

Objetivo: Aumentar la fuerza de las fibras lentas del cuádriceps femoral

Destinatarios: Personas entre 20 y 70 años, con buena salud

Equipamiento: Sala, colchoneta, peso corporal

Modelo biomecánico: Aparato musculoesquelético humano en un espacio tridimensional, con la fuerza de gravedad dirigida hacia abajo.

Hipótesis:

Para estimular el crecimiento de las fibras lentas, es necesario activar el cuádriceps con una intensidad del 50% y llevarlo al agotamiento en 30–60 segundos.

Esto se logra manteniendo la contracción muscular (sin relajación), creando hipoxia.

Biomecánicamente, se debe aprovechar el peso del cuerpo para generar el máximo momento en la rodilla.

Descripción del movimiento (Sentadilla):

Posición inicial: De pie, el peso corporal se distribuye a lo largo de las piernas, sin generar momento en la rodilla. Durante la sentadilla: las rodillas avanzan, el eje de la rodilla se aleja de la línea de gravedad, aumentando el momento

Para aumentar la carga:

Mover el torso hacia arriba y el peso hacia los talones.

Extender los brazos hacia adelante y luego llevarlos hacia atrás.

La sentadilla a una pierna duplica la carga sobre el cuádriceps.

Apoyar las manos sobre las rodillas reduce la carga.

Condición óptima:

Sentadilla sin extensión completa de las piernas y sin inclinación excesiva del torso, para mantener la contracción continua del cuádriceps.

Verificación experimental:

Se puede probar la teoría en uno mismo.

El criterio de validez es el agotamiento localizado en el grupo muscular previsto.

Si otros músculos se fatigan, la teoría debe ser revisada.

Parte Preparatoria de la Sesión

La sesión comienza con un ritual introductorio: formación del grupo, saludo y definición de los objetivos.

Continúa el calentamiento, que debe llevar el consumo de oxígeno al nivel del umbral aeróbico.

Se utilizan ejercicios aeróbicos con grandes grupos musculares (piernas, espalda) para activar la respiración, la circulación y aumentar la temperatura corporal.

Duración: 3–5 minutos

Luego se realiza el estiramiento (stretching) para preparar músculos, tendones y ligamentos.

Duración total: 10–15 minutos

Estiramiento: Principios Generales

Calentar los músculos antes del estiramiento

Evitar movimientos bruscos (riesgo de desgarros)

Realizar el estiramiento antes y después de la parte principal del entrenamiento

Beber agua frecuentemente para mantener la elasticidad muscular

Concentrarse en el músculo involucrado y en las sensaciones

Evitar ejercicios que activen asimétricamente los músculos cerca de la columna vertebral

No contener la respiración

Duración: 10–30 segundos de contracción activa + 10–30 segundos de estiramiento pasivo

El dolor es la señal del estiramiento máximo.

Ejemplos de Ejercicios de Estiramiento

Ejercicio 1 – Flexores de los hombros

Posición: torso inclinado, brazos rectos apoyados en el respaldo de una silla

Movimiento: bajar lentamente el torso, extender los hombros, contraer los músculos, volver a la posición inicial

Repetir 15–20 veces

Luego, mantener la posición con músculos relajados durante 10–30 segundos

Ejercicio 2 – Extensores de la espalda

Posición: De pie, flexionar la pelvis manteniendo el torso recto.

Movimiento: balancearse suavemente hasta la máxima flexión, luego relajar la espalda, redondearla, acercar las manos a las rodillas y mantener la posición durante 10–30 segundos.

Ejercicio 3 – Extensores de la rodilla y aductores de la cadera

Posición: Paso a la izquierda, pierna izquierda flexionada, derecha recta

Movimiento: equilibrarse sobre la pierna izquierda, contraer los músculos anteriores del muslo izquierdo y los aductores del derecho durante 10–30 segundos, luego estiramiento pasivo durante otros 10–30 segundos

Ejercicio 4

Repetir el Ejercicio 3 en el lado derecho

Ejercicio 5 – Extensores de la rodilla, cadera y tobillo

Posición: zancada hacia adelante con la pierna derecha, flexionándola al máximo, pierna izquierda recta

Ejercicio 6

Repetir el Ejercicio 5: Zancada con la pierna izquierda

Ejercicio de calentamiento (nota: parece una repetición o instrucción fuera de contexto)

Balanceándose suavemente sobre la pierna derecha, contraer los músculos extensores de la rodilla y del tobillo, así como los flexores de la cadera de la pierna izquierda durante 10–30 segundos.

Luego, realizar un estiramiento pasivo de estos músculos durante otros 10–30 segundos.

Objetivos de la Parte Principal de la Sesión de Cultura Física Saludable

Acelerar los procesos metabólicos en los tejidos musculares, adiposos y conectivos.

Aumentar la velocidad del metabolismo aeróbico para intensificar el intercambio metabólico.

Mantener los procesos anabólicos y metabólicos para garantizar un estado de salud normal.

Ejercicios estado-dinámicos

Los ejercicios estado-dinámicos crean una situación de estrés durante el entrenamiento, activando el sistema endocrino y aumentando la concentración de hormonas en la sangre.

Las hormonas actúan solo sobre las células activas, donde ocurren intensos procesos metabólicos.

Para obtener un efecto saludable, es necesario mantener alta la concentración hormonal durante 30-60 minutos.

Por lo tanto, la duración de la parte principal de la sesión no debería superar los 30 minutos.

Realizar ejercicios estado-dinámicos en un solo grupo muscular durante 30 minutos es imposible: Después de 3-4 superseries con pausas de 30-60 segundos, se produce una fuerte fatiga local.

Se requiere un descanso de al menos 5-10 minutos antes de repetir la serie o superserie en el mismo grupo muscular.

Para mantener o aumentar la concentración hormonal, se deben involucrar otros grupos musculares, aplicando el método del entrenamiento en circuito.

Un circuito debería durar al menos 10 minutos, tiempo necesario para la recuperación del grupo muscular previamente activo.

Pautas para la Selección de Ejercicios en el Circuito

Comenzar con ejercicios para grandes grupos musculares para aumentar rápidamente la concentración hormonal.

Alternar ejercicios para grupos grandes con ejercicios para músculos más pequeños (flexores de muñeca, antebrazo, extensores de brazo, etc.) para reducir la intensidad media del entrenamiento.

Evitar entrenar primero los músculos sinérgicos y luego los antagonistas de la misma extremidad: permita que los procesos bioquímicos ocurran sin interferencias

No superar el umbral aeróbico de la frecuencia cardíaca: Es preferible mantenerla entre 90 y 120 latidos por minuto. Evitar la apnea y los esfuerzos excesivos. espirar durante la contracción muscular, inspirar durante el estiramiento. Esto reduce el aumento de la presión arterial.

Preferir ejercicios en posición sentada o acostada para facilitar el trabajo del corazón y reducir el riesgo de infarto o accidente cerebrovascular.

La mayoría de las personas presenta signos de daño en la columna vertebral (osteocondrosis), por lo que está prohibido:

Realizar movimientos balísticos con gran amplitud e intensidad.

Rotar la columna vertebral en las secciones cervical, torácica y lumbar.

Levantar rítmicamente la zona lumbar del suelo en posición supina.

Ejecutar los ejercicios sin movimientos bruscos y, si es posible, activar también los músculos antagonistas.

Intervalo de Descanso entre Circuitos

El descanso se puede llenar con estiramientos, ejercicios de respiración (yoga, qi gong) o aeróbicos (danza).

Ejemplo de Circuito de Ejercicios

Cada serie incluye ejercicios consecutivos para 2–3 grupos musculares.

Serie 1

Ejercicio 1 – Flexores de la cadera

Posición: De pie, levantar la pierna derecha estirada hacia adelante.

Contar "uno": bajar la pierna 30–50 cm manteniendo la tensión

Contar “dos”: volver a la posición inicial

Repetir 15–20 ciclos hasta evidente agotamiento local

Ejercicio 2 – Abductores de la cadera

Posición: de pie, levantar la pierna derecha estirada lateralmente

Misma ejecución y repeticiones

Ejercicio 3 – Extensores de la cadera

Posición: De pie, llevar la pierna derecha estirada hacia atrás.

Contar "uno": bajar 10–25 cm manteniendo la tensión

Contar “dos”: volver a la posición inicial

Repetir hasta el agotamiento

Serie 2

Repetir los ejercicios de la Serie 1 para la pierna izquierda

Serie 3

Ejercicio 1 – Extensores de la rodilla

Posición: zancada hacia adelante con la pierna derecha, peso sobre el pie delantero

Contar "uno": flexionar ligeramente la rodilla manteniendo la tensión

Contar "dos": volver a la posición inicial

Ejercicio 2 – Zancada con la pierna izquierda

Misma ejecución

Ejercicio 3 – Extensores de la espalda

Posición: de pie, inclinarse hacia adelante hasta llevar el torso a posición horizontal

Serie 4

Ejercicio 1 – Extensores del codo y del hombro

Posición inicial: posición de plancha (tabla), brazos flexionados, codos hacia afuera

Contar "uno": extender parcialmente los brazos manteniendo la tensión muscular

Contar "dos": volver a la posición inicial

Repetir hasta evidente agotamiento local

Ejercicio 2 – Músculos de la pared abdominal anterior

Posición: tumbado boca arriba, una pierna levantada a 40 grados, la otra a 10 grados

Con cada conteo, alternar la posición de las piernas

Repetir durante unos 40 ciclos hasta el agotamiento

Serie 5

Ejercicio 1 – Músculos posteriores del muslo

Posición: apoyo posterior (puente de glúteo), pelvis ligeramente levantada

Contar "uno": levantar la pelvis 10–25 cm

Contar "dos": volver a la posición inicial manteniendo la tensión muscular.

Repetir hasta el agotamiento

Ejercicio 2 – Músculos oblicuos del abdomen

Posición: Tumbado boca arriba, levantar el hombro izquierdo y la pierna derecha.

Contar "uno": flexionar el torso y tocar el pie derecho con la mano izquierda

Contar "dos": volver a la posición inicial

Repetir hasta el agotamiento

Ejercicio 3 y 4

Repetir los ejercicios 1 y 2 para el lado opuesto del cuerpo

Atención a la respiración:

No contenga la respiración. Exhale durante la contracción muscular, inhale durante el estiramiento.

Parte Coreográfica

Después de las cinco series, se pasa a la parte coreográfica (3–5 minutos), donde se pueden expresar libremente las capacidades de danza.

Al finalizar, medir el pulso: no debe superar los 130 latidos por minuto.

Ejercicios de respiración

Durante los ejercicios estado-dinámicos se acumulan productos de la glucólisis anaeróbica. Para oxidarlos, es necesario aumentar el consumo de oxígeno.

Se pueden usar ejercicios de respiración con hiperventilación o apnea controlada.

En yoga y qi gong, se controlan conscientemente el diafragma, los músculos abdominales y el esfínter anal.

Estos ejercicios, si se reinterpretan científicamente, tienen efectos beneficiosos para la salud.

Después del estiramiento, se puede realizar un masaje interno a través de la contracción controlada del diafragma, el abdomen y el ano, para estimular los procesos plásticos en los tejidos de los órganos abdominales.

Ejercicios de Respiración:

1. Automasaje del abdomen

Posición: piernas separadas, rodillas ligeramente flexionadas, torso inclinado hacia adelante.

Las manos presionan con movimientos circulares (diámetro 3–5 cm) en dirección arriba-izquierda-abajo.

Repetir 5–10 veces con intervalos de 5–10 segundos.

2. Respiración normal

Posición: piernas separadas, espalda recta, manos relajadas.

Contar "uno": levantar las manos hacia el pecho, inspirar profundamente.

Contar "dos-diez": bajar las manos, flexionar las rodillas, espirar lentamente con un silbido.

Repetir 5–10 veces.

3. Respiración inversa

La misma posición.

Contar "uno": levantar las manos, inspirar.

Contar "dos-diez": contraer fuertemente el abdomen y el ano, espirar lentamente.

Repetir 5–10 veces.

Metabolismo Aeróbico y Planificación

Cuando el equilibrio energético es favorable a la ingesta de alimentos, es necesario realizar ejercicios aeróbicos (caminata rápida, step aeróbico) con una frecuencia cardíaca entre 100 y 120 latidos por minuto.

Para mantener los procesos plásticos y metabólicos, convertir los ejercicios estato-dinámicos en dinámicos (aeróbicos).

Si no se alcanza el agotamiento local, el efecto será solo tonificante.

Durante los descansos, se pueden utilizar movimientos de danza para mejorar el estado de ánimo y la cultura coreográfica, evitando superar el umbral aeróbico.

Parte Final y Recuperación

La parte final debe ser aeróbica, con intensidad decreciente (2–3 minutos en el umbral aeróbico, luego 2–3 minutos más ligera).

El objetivo es normalizar la respiración y la frecuencia cardíaca.

Planificación del Microciclo

Un microciclo incluye una fase de entrenamiento y una fase de recuperación.

Después de ejercicios estato-dinámicos en todos los grupos musculares, la recuperación dura 2–4 días, durante los cuales se produce la síntesis proteica.

Dos entrenamientos a la semana son óptimos para las mitocondrias, la médula ósea y el sistema endocrino.

Si no se exageran los procesos catabólicos, los efectos del entrenamiento se suman.

Capítulo 5

Estudio Teórico sobre la Eficacia de los Métodos de la Cultura Física

El estudio teórico más riguroso de la eficacia de los medios y métodos de la cultura física puede llevarse a cabo mediante la modelización matemática de los principales sistemas y funciones del cuerpo humano.

En el laboratorio científico, bajo la dirección del profesor Víctor Selujanov del Instituto de Física y Tecnología de Moscú, se ha desarrollado un modelo matemático computarizado que simula los procesos adaptativos a largo plazo.

Este modelo está constituido por un sistema de nueve ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden, que describen los parámetros principales y las regularidades del funcionamiento de los músculos, el sistema endocrino y el sistema inmunitario.

Funcionamiento del modelo Intensidad y duración del ejercicio físico

Salida: Variaciones en la masa de las mitocondrias y las miofibrillas en los músculos entrenados, masa de las glándulas endocrinas, de la médula ósea y concentración de antígenos en la sangre. El objetivo del estudio era analizar sistemáticamente la influencia de las diferentes combinaciones de intensidad y volumen (duración) de los ejercicios físicos sobre el estado de los sistemas corporales y demostrar el valor práctico de la modelización computerizada para el trabajo de los entrenadores.

Detalles del estudio

El modelo, llamado MIDA, se ejecutó en computadoras IBM.

Se simularon microciclos de duración variable (1, 2, 3, 4 o más días) y número de repeticiones.

Cada variante fue evaluada durante un período de 360 días.

En total se calcularon 630 escenarios ($10 \text{ intensidades} \times 9 \text{ duraciones} \times 7 \text{ variantes}$).

Tiempo de cálculo: aproximadamente 12–18 horas.

Resultados Principales

Microciclo con entrenamiento diario

Hipertrofia estable a todas las intensidades, pero depende de la duración.
Crecimiento o mantenimiento de la masa muscular solo con intensidades superiores al 70%.
La masa mitocondrial se mantiene al 90% entre el 70% y el 90% de intensidad.
Duración óptima de los ejercicios: 2–3 minutos
Microciclo: 1 día de entrenamiento, 2 días de descanso
Duración óptima: 2–8 minutos
La masa muscular desciende al 88%–91%
Intensidad entre 30%–50% con duración superior a 10–30 minutos tiene efectos negativos
Microciclo: 1 día de entrenamiento, 3 días de descanso
Mejora de las capacidades adaptativas por encima del 45% de intensidad
Mejores resultados entre el 80% y el 100% de intensidad y una duración de 2 a 4 minutos
La masa mitocondrial disminuye en todos los casos, pero se conserva mejor (67%) con una intensidad del 20% y una duración de 90 minutos
A una intensidad del 90% al 100%, la reserva adaptativa vuelve al 100%, duración óptima: 2 minutos
La masa de las miofibrillas alcanza el máximo (84%–85%) a una intensidad del 90% al 100%
Microciclo: 1 día de entrenamiento, 5 días de descanso
La reserva adaptativa se mantiene al nivel inicial (100%) solo con intensidad del 90% al 100% y una duración de aproximadamente 2 minutos.
En el microciclo de 6 días (1 día de entrenamiento, 5 de descanso), la masa de las miofibrillas y de las mitocondrias permanece inferior al nivel inicial en todo el intervalo de intensidad (10%–100%).

Interpretación Teórica de los Principios del Entrenamiento

Principio de Continuidad

Cuanto mayor es el intervalo de reposo, menor es la eficacia del entrenamiento.
La masa de las glándulas endocrinas aumenta solo con ejercicios de alta intensidad (70%–100%) y duración óptima.
La eficacia disminuye del 27% con entrenamiento diario al 0% con más de 6 días de reposo.
Las hormonas liberadas durante el entrenamiento permanecen activas por 1–3 días, pero se degradan gradualmente.
Reposos de 1–2 días mantienen alta la concentración hormonal, favoreciendo la síntesis celular.
En el ámbito de la salud, la continuidad está ligada a la hipertrofia de las glándulas endocrinas e inmunitarias para reforzar la reserva adaptativa.

Principio de Especificidad y Heterocronía

El modelo muestra cambios simultáneos en músculos, glándulas endocrinas y médula ósea.
Hipertrofia de las miofibrillas: requiere glucólisis anaeróbica y hormonas anabólicas

Hipertrofia de las mitocondrias: requiere glucólisis aeróbica

Miofibrillas: mejor crecimiento con entrenamiento diario a intensidad 80%–100%, duración 2–8 minutos

Mitocondrias: mejor crecimiento con intensidad 10%–20%, entrenamiento diario

Las miofibrillas se mantienen incluso con 6 días de reposo, las mitocondrias no

Principio de Ciclicidad

El entrenamiento debe desarrollar todos los sistemas corporales, con énfasis en el requerido por el deporte.

Deportes de fuerza/velocidad → desarrollo de miofibrillas.

Deportes de resistencia → desarrollo de mitocondrias.

En el ámbito de la salud, se busca la máxima hipertrofia de miofibrillas, mitocondrias y glándulas endocrinas/inmunitarias.

El ciclo debe favorecer la recuperación sinérgica entre diferentes tipos de entrenamiento.

Principio de Economía Hormonal

La síntesis proteica depende de la concentración hormonal.

Las hormonas aumentan con estrés intenso o dolor muscular.

Después de ejercicios que estimulan muchas hormonas, evitar entrenamientos prolongados a alta intensidad para no degradarlas.

Planificación de los Microciclos

Microciclo Saludable

Día 1: Intensidad 15%, duración 60 minutos (aeróbico) + ejercicios de fuerza 80–100%, duración 3 minutos

Día 2: Fuerza 80–100%, duración 3 minutos

Día 3: Reposo

Resultados:

Aumento significativo de la masa de las glándulas endocrinas

Buen mantenimiento de la fuerza y capacidad aeróbica

Microciclo para Velocistas

Día 1: Aeróbico 10%, 60 minutos + fuerza 80–100%, 5 minutos

Día 2: Mismo esquema

Día 3: Reposo

Resultados:

Aumento de la masa miofibrilar

Mantenimiento de la masa de las glándulas endocrinas y capacidad aeróbica

Microciclo para Fondistas (De Resistencia)

Día 1: Aeróbico 20%, 90 minutos + fuerza 80–100%, 3 minutos

Día 2: Aeróbico 20%, 90 minutos + fuerza 80–100%, 4 minutos

Día 3: Fuerza 80–100%, 1 minuto

Resultados:

Hipertrofia significativa de las mitocondrias
Mantenimiento de la masa miofibrilar y de las glándulas endocrinas

Conclusiones del Modelo Matemático

La modelización matemática de los procesos adaptativos a largo plazo ha permitido:
Justificar los principios derivados empíricamente de la preparación física:
continuidad, especificidad, heterocronía, ciclicidad
Fundamentar un nuevo principio: el ahorro hormonal, clave en la construcción de microciclos que desarrollan capacidades aeróbicas y de fuerza muscular
Desarrollar variantes eficaces de microciclos tanto para la cultura física saludable como para el deporte
Demostrar la utilidad de la modelización por computadora para los entrenadores, permitiendo estudiar rápidamente miles de variantes de planificación.

Planificación del mesociclo

Incluso con una relación racional entre entrenamiento y descanso (1 día de entrenamiento y 3 días de descanso), se observa una recuperación incompleta de estructuras con una vida media proteica superior a 10 días (músculos, ligamentos, tendones).

La actividad de entrenamiento habitual puede transformarse en estrés psicológico. Para evitar la fase de agotamiento del síndrome general de adaptación, es necesario interrumpir el proceso, modificar la carga y la naturaleza de los ejercicios.

Recomendación mensual:

Realizar 1–2 sesiones en forma de danza, aeróbicos, step-aeróbicos o actividades recreativas como excursiones, visitas culturales, etc.

Mesociclo Intensivo (Vacaciones / Balneario)

Forma rápida de corregir el estado de salud, ideal en centros de bienestar o destinos turísticos.

Características:

Los vacationistas no tienen músculos preparados.

El régimen de descanso permite ejercicios diarios.

La alimentación puede adaptarse al objetivo de salud.

Reglas:

Las primeras 3-4 sesiones deben incluir movimientos suaves y estiramientos ligeros para evitar dolores musculares.

Luego, ejecutar complejos divididos en cuatro grupos:

1. Grandes grupos musculares
2. Pequeños grupos musculares
3. Grupo libre
4. Aeróbicos (danza, caminata, etc.)

La aplicación diaria y secuencial de estos complejos garantiza una alta concentración

hormonal y un efecto saludable tangible.

Final del ciclo intensivo (20 días):

Evitar cargas estresantes durante los últimos 2-3 días para permitir la recuperación del sistema endocrino.

Planificación del Macro ciclo de Preparación

El macro ciclo dura seis meses o un año.

La experiencia demuestra que es útil cambiar de ambiente periódicamente: vacaciones de 10 a 30 días, modificación del estilo de vida, actividad física y lugar de residencia.

Este enfoque previene trastornos psicológicos y neurosis, mejorando significativamente los procesos metabólicos del organismo.

Capítulo 6

Nutrición para la Corrección Corporal en mi Sistema

La alimentación se considera en relación con cuatro objetivos principales:

1. Reducir la masa grasa y aumentar la fuerza muscular
2. Reducir la masa grasa y aumentar la masa muscular manteniendo la fuerza.
3. Aumentar el volumen y la fuerza muscular reduciendo la masa grasa.
4. Aumentar la masa grasa, la fuerza y el volumen muscular.

Todos los cambios en el régimen alimentario se realizan en combinación con el entrenamiento.

Debido al aumento del estrés psicológico y la activación de los sistemas endocrino e inmunitario, la transformación del cuerpo está acompañada por procesos anabólicos y catabólicos, que al final conducen a la normalización del funcionamiento de todos los órganos y sistemas.

Objetivo: Reducción del grosor del tejido adiposo con aumento de la fuerza y la resistencia de los principales grupos musculares

Este es el objetivo más común.

Es importante subrayar que mi sistema es principalmente salutístico (de salud), por lo que la reducción de la masa grasa siempre va acompañada de ejercicio físico.

Durante la reducción de grasa corporal, es normal sentir hambre, especialmente en los primeros 5-8 días de dieta.

Sin embargo, con el entrenamiento según esta metodología, la acumulación de hormonas como la noradrenalina y la adrenalina después del ejercicio lleva al tejido adiposo a liberar ácidos grasos y triglicéridos en la sangre, que son oxidados por el corazón, el diafragma y otros órganos.

Este proceso atenúa el hambre durante 6–10 horas, periodo durante el cual se produce la quema de grasa.

En las mujeres, la acumulación de grasa es más rápida en los últimos días del ciclo menstrual debido al aumento de los estrógenos.

En esos días, la alimentación debería seguir el esquema del "día de entrenamiento".

Alimentación en los Días de Entrenamiento

La comida debe concluir 5–6 horas antes del entrenamiento.

Ingesta de proteínas, vitaminas y fibra (200–500 g de verduras).

Carbohidratos y grasas: mínimos

Agua o jugos naturales no demasiado dulces: a voluntad

20–30 minutos antes del entrenamiento: bebida dulce (150–200 ml), 25–50 g de mermelada, caramelos, galletas o un pan pequeño (100–200 kcal)

90–110 minutos después del entrenamiento: proteínas (50–100 g de requesón desnatado, frijoles, guisantes, etc.)

Si el entrenamiento es por la mañana, durante las siguientes 10 horas solo se consumen verduras y pequeñas cantidades de proteínas.

Si es por la noche, se recomienda un batido de proteínas o frutas/lácteos desnatados.

Aporte calórico: 50%–75% de la norma diaria

Comidas: 5–6 al día

Alimentación en los Días de Reposo

Proteínas: 2 g/kg de masa magra

Grasas: 0.2–0.5 g/kg (solo aceites vegetales)

Carbohidratos: 200–350 g

Comidas: 5–6 al día

Distribución:

Desayuno: Proteínas y verduras

Media mañana y almuerzo: Carbohidratos y grasas

Merienda: Fruta y frutos secos

Cena: Proteínas vegetales, verduras, lácteos desnatados

Objetivo: Reducción de la Masa Muscular y de la Grasa Subcutánea

Esto puede ser necesario para mujeres con buena salud natural pero alimentación excesiva, o para ex-atletas o mujeres con perfil hormonal "masculino".

Regla general:

Reducir proteínas y grasas de origen animal.

Los músculos son un depósito de aminoácidos esenciales, que pueden ser utilizados para sostener órganos vitales.

Entrenamiento, masajes, estimulación biomecánica y electro-mioestimulación facilitan la liberación de aminoácidos.

Una dieta baja en proteínas impide la reconstrucción muscular en los días de descanso.

Duración de la dieta: 12–24 días (más allá de la vida media de las fibras musculares)

En los Días de Dieta y Entrenamiento

Comida 5–6 horas antes del entrenamiento: vitaminas y fibra (200–500 g de verduras)

Proteínas y grasas: mínimo

Agua o jugos: a voluntad

30–40 minutos antes del entrenamiento: bebida dulce o fruta

Entre el entrenamiento principal y el aeróbico: solo agua

Durante 3 horas después del entrenamiento: nada de comida

Si el entrenamiento es por la mañana: solo verduras, fruta y frutos secos durante 10 horas

Si es por la noche: cóctel proteico o fruta/verduras (manzanas, remolacha, calabaza, col)

Aporte calórico: 50%–75% de la norma

Comidas: 5–6 al día

Después del ciclo dietético:

Alimentación normal durante 7–10 días, luego se puede repetir el ciclo.

Distribución:

Desayuno: Carbohidratos (fruta, frutos secos)

Media mañana y almuerzo: Proteínas y grasas

Merienda: Fruta y frutos secos

Cena: Proteínas vegetales y verduras

Útil:

Ayuno de 24 horas una vez a la semana (última comida antes o 3 horas después del entrenamiento).

Objetivo: Aumento del volumen muscular manteniendo la grasa subcutánea

Esto puede ser necesario para:

Personas cuya apariencia física es fundamental para su carrera (artistas, modelos, profesiones relacionadas con la imagen, seguridad, etc.)

Para quienes tienen atrofia muscular parcial o constitución asténica

Esta sección concierne a dos categorías de personas:

1. Aquellos que, debido a enfermedades congénitas o adquiridas, falta de educación física en la infancia u otros motivos, presentan atrofia parcial de algunos grupos musculares y problemas de salud correlacionados.

2. Asténicos naturales con un sistema nervioso fuerte, física y socialmente activos

Para los primeros, es suficiente seguir el régimen alimentario descrito a continuación en los días de entrenamiento.

Para los segundos, la situación es más compleja. Es fundamental asegurarse de que no haya alteraciones orgánicas en los sistemas vitales causadas por infecciones, intoxicaciones o factores genéticos.

Si la causa de la masa muscular insuficiente es esta, es posible practicar entrenamientos, pero solo después de consultar a su médico.

El instructor, en colaboración con el médico, podrá adaptar el programa de entrenamiento y alimentación.

Para quienes simplemente tuvieron una exención de la educación física en la escuela, esta metodología representa uno de los sistemas de bienestar más eficaces.

Sin embargo, hay que ser conscientes de que lo que no se hizo en la juventud es más difícil de recuperar en la edad adulta.

Por lo tanto, es necesario un enfoque integrado: El entrenamiento en el gimnasio debe combinarse con técnicas de regulación psicofísica, endurecimiento (exposición gradual al frío) y rehabilitación social.

Alimentación para Aumentar la Masa Muscular

El objetivo es crear condiciones favorables para el aumento del volumen muscular, con una dieta rica en proteínas de fácil digestión.

En el Día de Entrenamiento:

Por la mañana: alimentos ricos en carbohidratos, preferiblemente fruta. 2–3 horas antes del entrenamiento: 50–100 g de proteína (carne magra, aves, pescado, huevos, nueces o legumbres)

90–110 minutos después del entrenamiento: la misma cantidad de proteínas, pero de un tipo diferente. También se aconseja 20–50 g de proteína pura.

En la cena: proteínas vegetales y verduras

En los días posteriores al entrenamiento:

Dieta según la necesidad energética diaria

3–4 comidas al día

Por la mañana: proteínas

Por la noche: proteínas de fácil digestión y verduras.

Evitar combinar en la misma comida proteínas y alimentos ricos en azúcares o almidones.

Objetivo: Aumento de Masa Muscular y Grasa

Si el objetivo no está relacionado con exigencias deportivas o profesionales (culturismo o seguridad), el entrenamiento debe ir acompañado de:

Procedimientos de endurecimiento (ej. duchas frías)

Entrenamiento psicorregulador

Sauna (1–2 veces por semana) para reducir el tono del sistema nervioso simpático

Señales de éxito: manos y pies calientes, sueño tranquilo

Organización de la Alimentación

Dieta equilibrada

Aporte calórico no superior al 10–20% del gasto energético diario

En los días sin entrenamiento: máximo 3 comidas

Primera comida rica en carbohidratos 30 minutos después de un paseo breve o carrera matutina

En el Día de Entrenamiento:

Después del paseo o ejercicios ligeros, pranayama y abluciones: comida completa (carbohidratos, grasas, fruta, suplementos)

Almuerzo: proteínas animales y vegetales, verduras, grasas vegetales

Cena: dieta mixta con proteínas vegetales de fácil digestión

Después del entrenamiento (independientemente de la hora):

Después de 30–45 minutos: comida pequeña de carbohidratos de fácil digestión.

Después de 100–120 minutos: proteínas de fácil digestión o proteína pura.

Aspectos psicológicos

Quienes necesitan aumentar de peso a menudo tienen dificultades para mantener el equilibrio psicológico.

En estos casos, son muy útiles:

Pranayama (técnicas de respiración)

Meditación

Gimnasia china (ej. Qi Gong, Tai Chi)

Control Fisiológico y Constitución Humana

El control es un elemento esencial del proceso de gestión, especialmente en el ámbito de la cultura física orientada a la salud.

Se recomienda el uso de métodos de control tanto de tipo laboratorial como pedagógicamente accesibles.

Control de Laboratorio

Sistema Endocrino: se evalúa mediante ecografía de las glándulas endocrinas y análisis de la concentración hormonal en la sangre. Sistema Inmunitario: Se analiza el suero para detectar la presencia de linfocitos T con el método de rosetización espontánea con eritrocitos de oveja o conejo, y se registra la fórmula hemática, con especial atención al número de eritrocitos y a la concentración de hemoglobina. se evalúa la velocidad de la onda del pulso. En sujetos sanos, esta velocidad es de 6.85 m/s, mientras que en pacientes obesos con arteriosclerosis del arco aórtico puede alcanzar 7.95 m/s.

Los datos absolutos obtenidos permiten comparar los valores individuales con las normas promedio, revelando condiciones patológicas o pre-patológicas.

Para una persona prácticamente sana, es más útil observar la evolución de sus propios parámetros a lo largo del tiempo.

En este contexto, también son importantes las mediciones antropométricas y el control del estado funcional.

La reducción de la masa grasa indica un menor riesgo cardiovascular, mientras que la hipertrofia muscular sugiere un buen funcionamiento del sistema endocrino y una mejora general de la salud.

Constitución y Desarrollo Humano

La ontogénesis humana comienza con la fecundación del óvulo.

Durante el desarrollo embrionario se forman tres capas germinales (u hojas embrionarias):

Ectodermo: sistema nervioso, epidermis, órganos sensoriales, mucosas de la boca y del ano.

Mesodermo: corazón, sistema vascular, esqueleto, músculos, aparato urinario y reproductivo.

Endodermo: tubo digestivo, aparato respiratorio, glándulas digestivas y endocrinas.

Las anomalías en el desarrollo de una de estas capas pueden causar trastornos relacionados.

Por ejemplo, problemas en el sistema nervioso pueden estar asociados con disfunciones cutáneas; el desarrollo muscular está ligado a la salud cardiovascular; Los órganos digestivos interactúan estrechamente con las glándulas endocrinas. La constitución es el conjunto de las características morfológicas y funcionales de una persona, influenciadas por la genética, el ambiente y el tiempo biológico.

Se distinguen:

Constitución general: definida por el genotipo y la reactividad biológica

Constituciones parciales: manifestaciones fenotípicas locales, como los somatotipos o los tipos de actividad nerviosa superior (según Pávlov) y los temperamentos

Somatotipo y Proporciones Corporales

El somatotipo es un componente del fenotipo humano, resultado de la interacción entre genética y ambiente.

Las hormonas, en particular las sexuales, influyen en la formación de las proporciones corporales durante el "estirón" prepuberal.

Con ejercicio físico intenso, el cuerpo adquiere proporciones masculinas (hombros anchos); Sin ejercicio, prevalecen las proporciones femeninas (pelvis ancha).

La clasificación de Heath y Carter (1967), basada en la de Sheldon (1940), evalúa tres componentes:

Endomorfo: acumulación de grasa

Mesomorfo: desarrollo muscular y esquelético

Ectomorfo: linealidad de las proporciones

Cada componente se valora de 1 a 7.

Por ejemplo, un somatotipo 2-4-3 indica: 2 endomorfía, 4 mesomorfía, 3 ectomorfía.

Esta clasificación es universal y aplicable a personas de diferentes edades, sexo y origen.

Las proporciones corporales son fundamentales para:

La biomecánica muscular

El diagnóstico de anomalías en el crecimiento

La evaluación del funcionamiento endocrino

Biomecánica: Cuanto más largo es el brazo de palanca (es decir, el músculo), mayor es la cantidad de trabajo realizado a igual fuerza de contracción.

Anomalías del crecimiento: extremidades inferiores cortas en relación con el tronco indican un crecimiento esquelético precoz

Disfunción endocrina: La acromegalia se manifiesta con el engrosamiento de partes del cuerpo.

Tipos de Proporciones Corporales (según V.V. Bunak, 1937)

Tipo	Hombros	Longitud de las Piernas
Arrostoide	Estrechos	Cortas
Hipogarmónico	Estrechos	Media

Tipo	Hombros	Longitud de las Piernas
Teinoide	Estrechos	Largas
Hipostifroide	Ancho medio	Cortas
Garmónico	Ancho medio	Media
Parateinoide	Ancho medio	Largas
Stifroide	Anchos	Cortas
Paragarmónico	Anchos	Media
Gigantoide	Anchos	Largas

En la práctica, se utiliza con más frecuencia una clasificación en tres tipos principales:

Dolicomorfia: cuerpo estrecho y alargado, hombros estrechos, tronco corto, extremidades largas.

Mesomorfia: cuerpo de forma media.

Braquimorfia: cuerpo ancho y corto, hombros anchos, tronco masivo, extremidades cortas.

Para evaluar las proporciones corporales se utilizan índices relativos, como:

Índice de la longitud relativa del tronco = $(\text{Longitud del tronco} / \text{Longitud del cuerpo}) \times 70$.

Índice de la anchura relativa de los hombros = $(\text{Anchura de los hombros} / \text{Longitud del cuerpo}) \times 100\%$.

La evaluación se basa en la diferenciación de las desviaciones:

Mayor que $M +$ desviación estándar

Dentro de $M \pm$ desviación estándar

Menor que $M -$ desviación estándar

Los valores promedio M y desviación estándar deben determinarse para el grupo de pertenencia (edad, sexo, etnia, profesión, deporte).

Reactividad y Sistema Nervioso

El nivel de reactividad en la escala comparativa anatómica está correlacionado con el desarrollo del sistema nervioso.

En el hombre, la combinación de los reflejos determina la variedad de los mecanismos de reactividad (A.D. Ado, 1985).

Sin embargo, esta variedad también tiene una base genética.

En genética, la "norma de reacción" se define como la amplitud de la variabilidad fenotípica que surge de la interacción entre el genotipo y el ambiente.

Por lo tanto, la identificación de las características individuales de la reactividad podría facilitarse mediante una "saturación" del diagnóstico constitucional con

indicadores que describan las peculiaridades de la actividad nerviosa y parámetros genéticos.

Una tipología constitucional de este tipo sería compleja, incluyendo tanto aspectos funcionales como conjuntos de rasgos históricamente mediados.

Somatotipo y Características Psíquicas

Numerosos estudios científicos han explorado la conexión entre el somatotipo y los rasgos psíquicos.

Los primeros trabajos de referencia son los de E. Kretschmer (1929) y W.H. Sheldon (1940), que, aunque basados en datos convincentes, fueron recibidos con cautela por parte de la comunidad científica (cit. en A.I. Yumorin, V.P. Chtetsov, 1979).

A formas anómalas de constitución psíquica corresponden tanto somatotipos anómalos (infantiles) como normales.

En condiciones de salud, los somatotipos normales están asociados a características psíquicas específicas (introversión/extroversión, emotividad, etc.), que pueden evolucionar en psicopatías en fase pre-patológica.

Los somatotipos normales influyen en la probabilidad de desarrollar trastornos psíquicos y somáticos.

La distribución de los somatotipos entre los pacientes puede indicar dicha relación.

Distribución de los Somatotipos entre Pacientes con Esquizofrenia

País	Tipo Asténico/Atlético	Tipo Pícnico
Suiza	84,9%	—
Italia	70,1%	22,9%
España	56,6%	18,2%
Holand a	65,0%	2,8%
Austria	73,0%	19,6%
Rusia	70,0%	19,0%

Los pacientes esquizofrénicos tienden a tener un somatotipo asténico o similar.

El somatotipo pícnico es más común en casos de psicosis circular (trastorno bipolar), mientras que el atlético prevalece en la epilepsia.

Sin embargo, alrededor del 20% de los pacientes esquizofrénicos presenta un somatotipo pícnico, aparentemente no típico.

Las discrepancias en los datos pueden derivar de muestras reducidas y grupos no homogéneos por edad y diagnóstico.

La esquizofrenia a menudo surge a una edad temprana, mientras que el trastorno maníaco-depresivo se manifiesta más tarde.

Dado que el somatotipo pícnico aumenta con la edad y el asténico disminuye, la comparación entre jóvenes esquizofrénicos y ancianos con trastorno bipolar puede

falsear la distinción somática.

En las formas tardías de esquizofrenia, el somatotipo tiende a ser más pícnico.

Somatotipo y Hormonas

Las hormonas se encuentran entre los factores más influyentes en la diferenciación del desarrollo y el estado somático.

Uno de los temas menos claros en la constitucionalogía es la relación entre características generales y específicas, individuales y tipológicas, dentro de los diferentes sistemas de rasgos.

Se ha demostrado la posibilidad de crear un esquema constitucional basado en parámetros morfo-hormonales, especialmente durante el período de desarrollo (Majuga, Khrisanfova, 1980; Khrisanfova, 1982).

Los estudios de Khrisanfova en niños en la pubertad mostraron:

Tipo astenoide: niveles elevados de estradiol

Tipo muscular: altos niveles de testosterona y hormona del crecimiento (GH)

Tipo digestivo: aumento de la progesterona y reducción de las otras hormonas

Tipo torácico: perfil hormonal cercano a la media

La relación entre hormonas es particularmente informativa:

El tipo muscular tiene el índice más alto de testosterona/cortisol y GH/cortisol, y el más bajo de estradiol/testosterona, lo que es coherente con la tendencia anabólica y el andromorfismo.

El tipo astenoide muestra el índice más alto estradiol/testosterona, asociado a baja andromorfia.

Distribución hormonal por tipo:

En el tipo astenoide:

62,5% de los chicos tiene niveles de estradiol superiores a la media (+0,56)

20% supera +2 desviaciones estándar

Niveles bajos de estradiol son raros (solo 16%)

En el tipo torácico:

Todos los valores hormonales se encuentran dentro de los límites promedio ($M \pm$ desviación estándar).

Solo el 15% supera +1 desviación estándar.

En el tipo digestivo:

53,8% tiene progesterona elevada

66,7% tiene GH reducido

73,7% tiene testosterona reducida

86,7% tiene cortisol moderadamente reducido

En el tipo muscular:

Aumento de testosterona en el 50% de los casos

Aumento de GH en el 43,3%

Estudios Antropométricos

Los métodos de la antropometría se encuentran entre los más ampliamente utilizados. La antropometría (del griego anthropos — hombre, metreo — medir), o somatometría, se emplea para evaluar el desarrollo físico y la constitución corporal del individuo, así como para monitorear el crecimiento de niños y adolescentes. El retrato morfológico de una persona comprende:

- Las dimensiones corporales (totales y parciales)
- Las proporciones entre estas dimensiones
- La composición corporal (porcentajes de masa grasa, ósea y muscular)
- El tipo de constitución corporal (somatotipo)

Estudios antropométricos se realizaron principalmente en el centro de investigación sobre antropometría en la URSS, en el Instituto de Antropología D.N. Anochin de la Universidad Estatal de Moscú.

Instrumentos para la Antropometría

Para realizar un examen antropométrico son necesarios:

Antropómetro

Compás de brazos gruesos

Cinta métrica de sastre

Calibre (plicómetro)

Con el antropómetro se miden:

Altura total

Altura de la espina ilíaca anterior (de la cual se restan 4 cm para obtener la longitud de la pierna)

Punto acromial del hombro derecho

Punta del dedo medio de la mano derecha

La diferencia entre la altura del punto acromial y la del dedo medio proporciona la longitud del brazo

Con el compás se miden los diámetros:

D1: ancho de hombros (entre los puntos acromiales)

D2: ancho de pelvis (entre las crestas ilíacas)

D3–D6: diámetros de antebrazo, brazo, muslo y pierna

Con la cinta métrica se miden las circunferencias:

Muñeca, antebrazo, brazo (zona del bíceps), cabeza, cuello, tórax, cintura, caderas, muslo, pierna, tobillo, pie.

Con el calibre (plicómetro) se miden los pliegues cutáneos (espesor de la grasa subcutánea):

Mano, antebrazo interno, brazo interno

Zona epigástrica, abdomen (lado derecho del ombligo), zona ilíaca

Tríceps, debajo del omóplato, zona lumbar

Muslo (posterior, lateral, interno, anterior), pierna (posterior)

Ejemplo de Cálculo de las Proporciones Corporales

Mujer de 39 años con:

Altura: 166.5 cm

Peso: 82 kg

Longitud de pierna: 91 cm → relación pierna/cuerpo = 0.547 (ligeramente por encima del promedio)

Longitud del brazo: 72 cm → relación brazo/cuerpo = 0.432 (ligeramente por debajo del promedio)

Anchura de hombros: 36 cm → relación = 0.216 (por debajo del promedio)

Anchura de caderas: 28 cm → relación = 0.168 (por debajo del promedio)

Conclusión: constitución ligeramente longilínea, con brazos cortos, hombros y caderas estrechas.

Cálculo de la Composición Corporal

La masa grasa y muscular puede estimarse mediante fórmulas indirectas (Maiteki), por ejemplo:

Superficie corporal (S) = $(100 + \text{peso} + \text{altura} - 160) / \dots$

Espesor medio de grasa subcutánea (G) = promedio de 7 pliegues menos uno de referencia

Radio muscular medio (R) = promedio de las circunferencias dividido por $(4 \times 2 \times \pi)$

Solo se consideran 8 pliegues en el cálculo de la masa grasa, según las recomendaciones antropológicas.

Modelado por computadora

El software modela a cada individuo como una figura geométrica segmentada, elimina el exceso de grasa y recalcula las circunferencias según valores normativos.

Medidas ideales de los pliegues:

$f(4) = 12 \text{ mm}$

$f(10) = 14\text{--}16 \text{ mm}$

$f(13) = 12\text{--}14 \text{ mm}$

La construcción del modelo se basa en datos hereditarios (altura, anchura de hombros y caderas) e índices de constitución.

Incluso pequeñas imprecisiones en las mediciones pueden alterar significativamente la forma del cuerpo.

El software visualiza tres perfiles:

1. Estado actual

2. Estado con grasa corporal normalizada 3. Modelo ideal

Si el perfil aparece distorsionado, es necesario corregir las medidas ($\pm 0.5 \text{ cm}$) y repetir el proceso.

Evaluación del Perfil Corporal y de los Pliegues Cutáneos

Una vez obtenido el modelo individual objetivo, se procede al análisis de los perfiles.

En la mayoría de los casos se observa una superposición casi completa de los perfiles, a pesar de la presencia de una capa significativa de grasa subcutánea, especialmente en abdomen y muslos.

Esto se debe a la densidad del tejido adiposo en muchas mujeres, que se adhiere

firmemente a los músculos, dificultando la medición de los pliegues cutáneos y provocando a menudo dolor.

La experiencia demuestra que los pliegues cutáneos en estos casos presentan un margen de error superior al 100–400%.

Dado que el calibrador no es eficaz en estos casos, se puede recurrir al ordenador para estimar los pliegues.

Se procede así: Se asume que la masa muscular del segmento analizado corresponde al modelo, se modifican los valores de los pliegues en la ficha inicial y se comparan nuevamente los perfiles y las circunferencias.

Si coinciden, se puede considerar que los valores de los pliegues han sido corregidos con un pequeño error sistemático hacia abajo.

Durante el entrenamiento, la masa grasa disminuye, los pliegues se vuelven más fáciles de medir y se resuelve el problema de adaptación informática.

Control del Estado Funcional: Prueba de Escalones

Un método sencillo y bastante preciso de ergometría es la prueba de escalón (step test).

Se utilizan escaleras con uno o más peldaños, pero en la práctica se prefiere el peldaño único.

La intensidad del ejercicio se regula variando la altura del escalón (30–35 cm) y el ritmo de subida, ajustado mediante un metrónomo o software.

Cada ciclo de subida consta de cuatro pasos.

El ejercicio dura entre 4 y 6 minutos.

Después, el sujeto se sienta y mide el pulso durante 10 segundos al inicio del primer y segundo minuto.

Tabla – Número de subidas según peso y edad (mujeres):

Peso (kg)	30 años	40 años	50 años	60 años	70 años
40	28	27	24	22	21
50	26	25	23	21	20
60	24	23	21	19	18
70	22	21	19	17	16
80	20	19	17	15	—
90	18	17	16	14	—

Frecuencia cardíaca máxima (latidos/min):

- 30 años → 170 bpm
- 40 años → 160 bpm
- 50 años → 150 bpm
- 60 años → 140 bpm
- 70 años → 130 bpm

Cálculo del Consumo Máximo de Oxígeno (VO₂ máx)

El ordenador calcula el VO₂ máx (litros/minuto) según la fórmula de Dobeln y Åstrand:

$$\text{VO}_2 \text{ máx} = 1.29 \times (\text{H} \times \text{M} \times \text{tiempo}) / (\text{FC} - 60) \times 27 - 0.00884 \times \text{V}$$

Donde:

- H = altura del escalón (m)
- M = masa corporal (kg)
- tiempo = pasos por minuto
- FC = frecuencia cardíaca
- V = edad (años)

Otros Indicadores Funcionales

- **Potencia en el umbral aeróbico (AS):** mitad de la potencia VO₂ máx dividida por el peso corporal
- **Frecuencia cardíaca en el umbral aeróbico:** $(\text{FC VO}_2 \text{ máx} - 70) / 3 + 70$
- **Índice de recuperación:** $(\text{FC}_2 / \text{FC}_1 \times 100)$, donde FC₁ es el pulso inmediatamente después del test y FC₂ al inicio del segundo minuto
- **Índice del estado funcional:** calculado a partir de VO₂ máx y masa grasa
- **Frecuencia cardíaca máxima para el entrenamiento:** entre 120–140 latidos por minuto

Tabla – Evaluación del estado físico según VO₂ máx (ml/min/kg) – Cooper, 1970:

Estado físico	30 años	40 años	50 años
Muy escaso	—	—	—
Escaso	33	30	26
Satisfactorio	42	39	35
Bueno	51	48	45
Excelente	—	—	—

Prevención y Salud

La salud humana depende de las predisposiciones hereditarias, el tipo de actividad física, el régimen alimentario y las condiciones socioeconómicas.

Los especialistas en educación física pueden desempeñar un papel activo en la prevención de las principales enfermedades mortales de nuestro tiempo: la cardiopatía isquémica (por aterosclerosis) y el cáncer.

Bases de la prevención:

Ejercicio físico que activa procesos anabólicos y catabólicos, intensifica la renovación del ADN celular, fortalece las células epiteliales de las arterias y corrige daños genéticos.

Alimentación equilibrada en nutrientes esenciales, adaptada a las necesidades metabólicas del organismo, contribuyendo a mejorar la constitución física.

Esta sección presenta las principales ideas sobre el sistema digestivo, el concepto de alimentación equilibrada y las interacciones entre el ejercicio físico (según el sistema innovador) y el régimen alimentario.

Nota metodológica:

A diferencia de muchas publicaciones populares, esta sección se basa exclusivamente en hechos comprobados de la fisiología normal y deportiva.

Se excluyen los aspectos de la nutrición terapéutica, siguiendo el principio hipocrático: No hacer daño.

Solo un médico puede prescribir una dieta terapéutica, y únicamente para un paciente específico.

Capítulo 7

Fundamentos Generales de la Digestión

Anatomía

El sistema digestivo está compuesto por el tracto digestivo, los sistemas de transporte (sangre y linfa) y los mecanismos de asimilación de nutrientes a nivel celular.

El tracto digestivo incluye: cavidad oral, faringe, esófago, estómago, duodeno, intestino delgado, intestino grueso y recto. Estas secciones están separadas por esfínteres musculares.

En ellas desembocan los conductos de las glándulas digestivas: salivales (en la cavidad oral), páncreas y vesícula biliar (en el duodeno).

El estómago y el intestino también contienen células secretoras que producen jugos digestivos.

Fisiología y Bioquímica

La actividad del tracto digestivo está regulada principalmente por el sistema parasimpático del sistema nervioso central, aunque también existe una vía humoral a través de sustancias biológicamente activas.

Cavidad oral

Durante la masticación, el alimento se tritura, se humedece con saliva y los carbohidratos comienzan a absorberse parcialmente.

Este es uno de los momentos clave de la asimilación de alimentos, y el único en el que el ser humano puede controlar conscientemente la digestión.

Las sensaciones gustativas generan una respuesta refleja en las demás secciones del tracto digestivo ante la llegada de un tipo específico de alimento.

La trituración mecánica y el tratamiento con saliva son esenciales para:

Activar las enzimas salivales que descomponen los carbohidratos complejos.

Dividir el alimento en componentes más simples

Estómago

La fase gástrica de la digestión permite una descomposición más fina del alimento. El estómago conserva, calienta, mezcla, tritura y convierte el alimento en una masa semilíquida llamada quimo, que luego empuja hacia el duodeno.

Su función principal es:

Secretar ácido clorhídrico y enzimas específicas (función secretora)

Impregnar el bolo alimenticio para desnaturalizar las proteínas (función motora)

La calidad del proceso depende del volumen ingerido y de la presencia de sustancias que estimulan o inhiben la secreción gástrica.

El alimento se evacua en porciones, reguladas por:

Acidez (nivel de ácido clorhídrico)

Consistencia (el líquido se evacua más rápido)

Presencia de grasas (ralentizan la evacuación)

Intestino Delgado (Duodeno)

En el duodeno, al quimo se le añaden jugo pancreático, bilis y jugo intestinal.

Estos neutralizan el ácido y generan un ambiente alcalino, donde se activan enzimas digestivas que descomponen proteínas, grasas y carbohidratos en moléculas simples: aminoácidos, glucosa, monoglicéridos y ácidos grasos.

Intestino grueso

Los residuos no digeridos ni absorbidos llegan al intestino grueso.

Aquí se absorben agua, vitaminas, enzimas, hormonas y aminoácidos producidos por la microflora intestinal.

Los carbohidratos y la fibra vegetal fermentan, permitiendo una asimilación parcial.

Los residuos proteicos se descomponen por acción bacteriana, liberando sustancias tóxicas (aminas, fenoles, mercaptanos) que son neutralizadas por el hígado.

Asimilación y Utilización

Los nutrientes absorbidos entran en la sangre y son transportados al hígado, donde se:

Neutralizan las toxinas.

Sintetizan proteínas y aminoácidos.

Almacenan carbohidratos como glucógeno.

Grasas: se acumulan en depósitos adiposos y se utilizan en procesos sintéticos y energéticos.

Carbohidratos: se utilizan como combustible para órganos y músculos. el exceso se almacena como glucógeno o grasa

Aminoácidos: se integran al fondo aminoacídico del cuerpo y se utilizan para regenerar tejidos; solo una pequeña parte se utiliza como energía La alimentación es esencial para el funcionamiento normal del organismo, tanto en procesos de asimilación (anabolismo) como de desasimilación (catabolismo).

Alimentación Racional y Apropiaada

La alimentación debe ser racional y apropiada.

Racionalidad:

Los alimentos deben contener todos los nutrientes necesarios en proporciones adecuadas, sin sustancias nocivas ni exceso de energía.

Las proporciones se definen en fórmulas de alimentación equilibrada.

Apropiación:

Depende de cuánto la organización de la dieta estimule los cambios deseados en el organismo.

Fórmula Básica de Alimentación Equilibrada

Proteínas: aproximadamente 1 gramo por cada kilo de masa corporal activa al día

Grasas vegetales (con vitaminas A, D, E, K): 0.5 gramos por kilo de masa corporal activa al día

Carbohidratos: según necesidad energética, entre 300 y 500 gramos (1000–1800 kcal)

Equilibrio Nutricional

En la dieta, se debe priorizar el equilibrio de aminoácidos esenciales.

Ejemplos de fuentes completas para una persona de 70 kg:

1.5 litros de leche

200 g de carne de res

200 g de bacalao

La comida debe incluir minerales y vitaminas.

Una ensalada con aceite vegetal (20 g), zanahoria (100 g), col (100 g), manzana (100 g) y limón con cáscara (20 g) cubre la necesidad diaria de vitaminas A, C, betacaroteno y la mitad de las demás vitaminas, minerales y fibra.

Agregar pan de centeno, avena o trigo sarraceno cubre el resto de carbohidratos y micronutrientes.

Para prevenir deficiencias, se recomienda un ciclo de 20 días de multivitamínicos con minerales una vez por trimestre (bajo supervisión médica).

Ejemplo de dieta diaria equilibrada:

200 g de leche

100 g de carne o pescado

300 g de pan de centeno

200 g de gachas

20 g de mantequilla animal

Ensalada con 20 g de aceite vegetal

Este conjunto cubre las necesidades de proteínas, vitaminas y minerales, con un valor calórico aproximado de 1000–1200 kcal.

Para cubrir el gasto energético total, se puede aumentar la ingesta de carbohidratos con más pan, gachas, dulces, helados, chocolate, nueces, verduras y frutas.

Dieta en la Prevención de Enfermedades Oncológicas

Recientemente, los especialistas en nutrición han prestado gran atención al vínculo entre alimentación y cáncer.

Una dieta protectora contra el cáncer debe garantizar el funcionamiento eficaz de los procesos bioquímicos en los distintos tejidos del cuerpo humano.

Uno de los mecanismos de daño celular es la formación de peróxido de hidrógeno.

Para reducir su concentración, se recomienda aumentar el consumo de alimentos ricos en antioxidantes.

Alimentos recomendados:

Vitamina A (activa la diferenciación celular y bloquea el desarrollo de células tumorales)

Vitaminas C y PP (ayudan a eliminar mutaciones en el ADN)

Fuentes: cebolla, patatas, col, tomates, grosella negra

La fibra también desempeña un papel importante en la prevención del cáncer.

El consumo de perejil, remolacha, zanahorias, frijoles y manzanas crea condiciones en el colon que permiten a la fibra absorber sustancias cancerígenas, que luego se eliminan con las heces.

Las fibras alimentarias (25–40 g/día) retienen agua, lo que aumenta el volumen de las heces y reduce el tiempo de exposición a sustancias cancerígenas.

Las fibras gruesas aceleran la renovación del epitelio intestinal.

Consumo energético en deportes de resistencia

El máximo consumo energético a través de la alimentación se observa en disciplinas como ciclismo, esquí de fondo y triatlón.

En estas actividades, los entrenamientos o competiciones pueden durar entre 6 y 8 horas diarias durante varios días consecutivos.

Estudios realizados en ciclistas del Tour de Francia mostraron un consumo energético diario de 30–35 MJ (7200–8530 kcal), lo que supera el metabolismo basal humano en 4–5 veces.

Para compensar esta demanda, se recomienda consumir bebidas enriquecidas con carbohidratos durante el entrenamiento (hasta 16 g/kg/día).

Carbohidratos y Actividad Física

La importancia de los carbohidratos en la construcción muscular y el rendimiento físico fue demostrada hace décadas.

Investigadores como Christtensen, Hansen, Krogh y Lindhard demostraron que una dieta rica en carbohidratos mejora la resistencia durante esfuerzos prolongados.

Estudios posteriores con biopsias musculares (Bergstrom, Hultman, Hermansen) confirmaron el papel del glucógeno muscular en el rendimiento deportivo.

Los carbohidratos están compuestos por carbono, hidrógeno y oxígeno en

proporciones que forman moléculas como la glucosa ($C_6H_{12}O_6$).

Se dividen en simples y complejos.

El glucógeno es un polisacárido complejo, principal fuente de glucosa en el organismo.

Distribución del glucógeno:

En una persona de 70 kg:

Hígado (1.8 kg): 70–135 g

Músculos (32 kg): 300–900 g

El glucógeno hepático proporciona energía al sistema nervioso central, la sangre y los riñones.

El glucógeno muscular se transforma en glucosa, pero no puede ser utilizado directamente por otros tejidos.

Durante ejercicios cercanos al umbral anaeróbico, se forma lactato, que puede convertirse en piruvato y ser utilizado por las mitocondrias como fuente de energía.

Mecanismo de Utilización de los Carbohidratos Durante el Ejercicio

1. El glucógeno muscular se convierte en glucosa-1-fosfato por acción de la fosforilasa, luego en glucosa-6-fosfato, punto de partida de la glucólisis (vía Embden-Meyerhof). La glucólisis produce piruvato. Si hay pocas mitocondrias, el exceso se transforma en lactato. Una molécula de glucosa genera 2–3 moles de ATP. Si el piruvato entra en el ciclo de Krebs, se producen otras 36–37 moles de ATP. Las mitocondrias utilizan 1 litro de oxígeno para generar 5.05 kcal (21.1 kJ) de energía durante la oxidación de carbohidratos.

Carbohidratos y Fatiga

Durante ejercicios de alta intensidad (80%–100%), se agotan los fosfágenos (ATP, fosfocreatina).

La recuperación ocurre mediante la glucólisis, lo que genera lactato e iones de hidrógeno (H^+), responsables de la sensación de fatiga.

Las reservas de glucógeno no se agotan con un solo ejercicio, pero sí con aceleraciones repetidas.

En ejercicios estáticos con fuerza muscular al 20%–30% de la fuerza voluntaria máxima, se produce oclusión vascular, activando la glucólisis anaeróbica y el consumo de glucógeno muscular.

En ejercicios cíclicos con una intensidad del 60%–85% del VO_2 máx, se observa el máximo consumo de glucógeno en fibras musculares intermedias.

Las fibras oxidativas obtienen energía del lactato producido por las fibras glucolíticas activas.

Factores que regulan el transporte de glucosa a las fibras musculares:

Calcio sarcoplasmático

Insulina en sangre

Concentración de glucosa en sangre y tejidos

Una dieta rica en carbohidratos aumenta el cociente respiratorio durante el ejercicio de intensidad moderada y prolonga la duración del esfuerzo a potencia constante, en comparación con una dieta alta en grasas.

Resíntesis de Glucógeno Después de Ejercicios Intensos

El agotamiento del glucógeno muscular ocurre entre 0.5 y 3 horas.

La velocidad de agotamiento depende de la intensidad y duración del ejercicio, así como de la capacidad aeróbica del atleta.

La restauración de las reservas de glucógeno es más efectiva con la ingesta de 50 gramos de glucosa cada 2 horas.

Aumentar la dosis no mejora la síntesis de glucógeno, ya que el exceso es absorbido por otros tejidos debido al aumento de insulina en sangre.

La resíntesis del glucógeno hepático puede realizarse utilizando lactato, glicerol o alanina, que primero se transforman en glucosa.

La ingesta de proteínas y grasas junto con carbohidratos ralentiza la síntesis de glucógeno, por lo que se recomienda acompañar estos alimentos con líquidos azucarados.

Durante entrenamientos y competiciones intensas, el gasto energético puede ser tan alto que en el reposo nocturno no se logra una resíntesis completa.

Para mantener el rendimiento, como en carreras de varios días, se utilizan comidas ricas en carbohidratos antes y durante la competición.

Necesidad de Proteínas en el Deporte

La necesidad de proteínas en los deportistas se discute desde hace más de 100 años.

Las proteínas representan aproximadamente el 57% de la masa corporal.

El cuerpo puede sintetizar proteínas a partir de aminoácidos, pero algunos son esenciales y deben obtenerse a través de la dieta.

Aminoácidos esenciales: histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, alanina, treonina, triptófano, valina.

Se encuentran en proteínas animales (huevos, pescado, carne, leche) y en combinaciones vegetales (maíz, guisantes, frijoles, pan, lentejas).

Las proteínas alimentarias se asimilan como aminoácidos.

Las reservas de aminoácidos en sangre se utilizan para construir estructuras corporales junto con los carbohidratos.

En caso de déficit de carbohidratos, puede ocurrir degradación muscular.

La ingesta de proteínas recomendada para atletas de alto nivel es de 1.3 a 2.0 gramos por kilo de peso corporal al día, es decir, entre el 125% y el 250% de la norma para personas no deportistas.

Necesidad de Grasas como Fuente de Energía

Las grasas son sustratos energéticos importantes.

Entre las fuentes lipídicas se encuentran los triglicéridos plasmáticos, los ácidos grasos libres (AGL) y los triglicéridos intramusculares.

El tejido adiposo subcutáneo, compuesto por adipocitos, contiene la mayor reserva energética.

Metabolismo Lipídico y Ejercicio

La movilización de los AGL desde el tejido adiposo depende de la lipólisis, el transporte en sangre y la reesterificación por los adipocitos.

La velocidad de lipólisis se evalúa mediante la concentración de glicerol en sangre, que aumenta entre 3 y 6 veces durante el ejercicio aeróbico.

La lipólisis es activada por catecolaminas, glucagón, hormona del crecimiento, ACTH, entre otras.

Las catecolaminas son los estimuladores más eficaces en concentraciones fisiológicas.

La insulina es el principal inhibidor de la lipólisis; su concentración disminuye durante la activación del sistema nervioso simpático provocada por el ejercicio.

Por lo tanto, la actividad muscular intensa incrementa la lipólisis en el tejido adiposo mediante la activación beta-adrenérgica de la lipasa.

El lactato reduce la utilización de los AGL sin afectar la lipólisis.

El transporte de AGL en plasma ocurre casi en su totalidad mediante albúmina.

Los AGL son transportados activamente hacia las fibras musculares, y este transporte se acelera independientemente de su concentración en sangre.

Utilización Intracelular de AGL

El metabolismo intracelular de los AGL depende de la intensidad del ejercicio.

Se ha observado que los AGL solo se utilizan activamente en paralelo con los carbohidratos.

La disminución del glucógeno muscular reduce la fosforilación oxidativa de los AGL.

La principal fuente de AGL son los triglicéridos intramusculares.

Durante ejercicio prolongado, el flujo de triglicéridos plasmáticos hacia los músculos activos es mínimo.

Por lo tanto, se presume que la principal fuente de oxidación de AGL en ejercicios de baja intensidad son los triglicéridos intramusculares.

Papel de las Vitaminas en la Preparación Física

Se reconocen 13 componentes como vitaminas, divididas en dos grupos: hidrosolubles y liposolubles.

Las vitaminas deben ser ingeridas con los alimentos.

Tipo de vitamina	Ejemplos	Función principal
Hidrosoluble	B1 (tiamina), B2	Metabolismo energético mitocondrial;

Tipo de vitamina	Ejemplos	Función principal
s	(riboflavina), B6, niacina, C, biotina, ácido pantoténico	síntesis de ADN y producción de glóbulos rojos (ácido fólico, B12)
Liposolubles	A, D, E, K	Función antioxidante (E, C, A); funcionamiento mitocondrial (E)

Los estudios sobre el papel de las vitaminas en el deporte son en parte contradictorios.

Está claro que las vitaminas del grupo B y los antioxidantes son fundamentales en los procesos de recuperación.

Se ha observado que con el aumento de la intensidad y duración del ejercicio, se incrementa el metabolismo vitamínico y su eliminación por orina y sudor.

Por ello, se recomienda a los atletas el uso de suplementos vitamínicos adicionales.

Minerales como Suplementos Dietéticos en la Preparación de Atletas

Los suplementos minerales favorecen la producción de energía, reducen la fatiga, mantienen la resistencia del tejido óseo y actúan como cofactores en numerosas enzimas.

Se dividen en:

Macrominerales: presentes en el cuerpo en cantidades iguales o superiores al 0.01% de la masa corporal

Calcio, magnesio, sodio, potasio, azufre, cloro

Microminerales: presentes en trazas, es decir, menos del 0.001%

Hierro, zinc, cobre, selenio, arsénico, cobalto

Calcio

Es esencial para la formación del tejido óseo y participa en la contracción muscular.

Con una ingesta adecuada, los atletas no presentan problemas de densidad ósea.

Magnesio

Actúa como cofactor en enzimas del metabolismo energético, mantiene el potencial eléctrico en células musculares y nerviosas, y está presente en el tejido óseo.

Después de esfuerzos intensos como maratones, se observa una disminución de magnesio en el plasma sanguíneo, probablemente por pérdida a través del sudor, la orina o redistribución entre tejidos.

Fósforo

Forma parte de los huesos, del ATP, de los nucleótidos y de las enzimas.

En maratonistas en estado de colapso, se ha observado una baja concentración de fósforo en plasma.

Mantener niveles altos ayuda a sostener el ATP y la creatina fosfato en los músculos.

Selenio

Funciona como antioxidante en sinergia con la vitamina E, reduciendo la peroxidación de las membranas celulares durante ejercicios intensos.

Hierro

Elemento esencial de la hemoglobina y la mioglobina, responsables del transporte de oxígeno.

Una deficiencia prolongada puede provocar anemia, aunque no afecta inmediatamente el rendimiento deportivo.

Adaptógenos (Ergógenos)

Creatina

Es una de las sustancias orgánicas más importantes para el soporte energético y el tamponamiento de la acidez muscular.

La enzima creatinfosfoquinasa participa en la escisión de la creatina fosfato en creatina y fosfato inorgánico, liberando energía útil para sintetizar ATP a partir de ADP.

La creatina se sintetiza en el hígado, los riñones y el páncreas a partir de arginina y glicina.

También se puede obtener de alimentos como pescado, carne o suplementos.

La ingesta de 20–30 g diarios durante algunos días puede aumentar la cantidad total de creatina en un 20%, incluida la forma fosforilada.

El análogo sintético de la creatina inhibe su síntesis por retroalimentación.

La reserva debe mantenerse con 2 g diarios para compensar la pérdida en forma de creatinina por la orina.

Se ha demostrado que la creatina estimula la incorporación de leucina en las cadenas pesadas de miosina y actina en músculos esqueléticos y cardíacos.

HMB (Beta-Hidroxi Beta-Metilbutirato)

El HMB es un suplemento dietético introducido en 1995 como biocorrector nutricional.

Minimiza el daño a las fibras musculares, mejora el metabolismo de las grasas, fortalece la actividad mitocondrial y de las células inmunocompetentes.

Es un producto intermedio de la degradación de la leucina.

Solo el 3–4% de la leucina se convierte en HMB, por lo que para obtener 1–3 g diarios se necesitaría consumir 2–3 kg de carne.

Aunque su mecanismo de acción no está completamente claro, se cree que participa en la síntesis de colesterol, un componente esencial de las membranas celulares y los orgánulos.

Beneficios potenciales del HMB:

Aumento de la fuerza muscular (crecimiento de miofibrillas y membranas del retículo sarcoplásmico)

Mejora de la capacidad aeróbica (membranas mitocondriales menos sensibles a los iones hidrógeno)

Reducción del catabolismo proteico (fortalecimiento de las membranas lisosomales que limita la liberación de enzimas proteolíticas)

Estas hipótesis han sido confirmadas experimentalmente.

Estudios en animales y humanos han demostrado que el HMB puede reducir la degradación de proteínas musculares y favorecer el aumento de fuerza y masa muscular.

En un estudio con 41 culturistas divididos en tres grupos (0, 1.5 y 3 g/día de HMB):

Grupo sin HMB: aumento de masa magra de 0.4 kg

Grupo con 1.5 g/día: aumento de 1 kg

Grupo con 3 g/día: aumento de 1.5 kg

La fuerza aumentó un 8%, 13% y 18% respectivamente.

En jugadores de fútbol americano, se observó un aumento del 13% en la fuerza y la velocidad de carrera con 3 g/día de HMB y monohidrato de creatina.

Alcalinización y Rendimiento Deportivo

El aumento de la concentración de iones hidrógeno (H^+) en las células musculares durante el ejercicio físico provoca fatiga.

Para reducir la acidificación muscular y sanguínea, los científicos han probado el uso de sustancias alcalinas.

La ingesta de bicarbonato de sodio ($NaHCO_3$) en cápsulas de almidón, en dosis de 0.3 g por kg de peso corporal (acompañada de dos vasos de agua tibia) tres horas antes del experimento mostró lo siguiente:

En 10 sujetos en reposo, después de 60 minutos, el pH sanguíneo se estabilizó entre 7.444 y 7.700. Durante el ejercicio al 130% del VO_2 máx (380–400 W), la duración de la actividad aumentó un 21.6% en comparación con la prueba de control.

Inmediatamente después del ejercicio hasta el agotamiento, la concentración de lactato muscular fue estadísticamente similar.

En sangre, el lactato alcanzó su pico entre 5 y 7 minutos y fue significativamente más alto en el grupo experimental (15.5 mM/l frente a 12.9 mM/l).

El pH fue sistemáticamente más alto en el grupo con bicarbonato (7.256 frente a 7.193 al séptimo minuto de recuperación).

Conclusión: Reducir la acidificación muscular y sanguínea mejora la capacidad de trabajo durante el ejercicio en cicloergómetro.

Influencia del pH en el metabolismo de las grasas

El efecto del pH sistémico sobre la formación de cuerpos cetónicos y la lipólisis fue estudiado por Hood V. et al.

En 14 sujetos sanos, se demostró que la alcalosis inducida (ingesta de bicarbonato) y la infusión de acetatos e hidroxibutirato marcados aumentan la concentración de cuerpos cetónicos, ácidos grasos no esterificados (NEFA) y glicerol en sangre.

En condiciones de acidificación, estas concentraciones aumentan aún más.

Conclusión: La acidificación favorece el consumo de ácidos grasos.

Dado que el experimento se realizó en reposo, se presume que se intensificó la síntesis de grasa en las células.

Ubiquinona (Coenzima Q)

La coenzima Q es parte integral de las membranas mitocondriales y participa en el metabolismo oxidativo como componente del sistema de transporte de electrones.

Su uso prolongado no genera cambios significativos en el VO_2 máx, aunque se ha observado que posee propiedades antioxidantes.

Desarrollo del Plan Alimentario

La planificación del régimen alimentario puede realizarse de forma autónoma utilizando tablas de gasto energético y composición nutricional de los alimentos, o con la ayuda del software Isotone Image, desarrollado en el Instituto de Física y Tecnología de Moscú.

Fases del desarrollo del plan:

1. Estudio del gasto energético diario y del régimen de actividad física
2. Evaluación del régimen alimentario habitual
3. Análisis antropométrico y definición de objetivos de entrenamiento
4. Cálculo del gasto energético y del aporte nutricional: proteínas (aminoácidos esenciales), grasas, carbohidratos, vitaminas y minerales
5. Cálculo del coeficiente de eficiencia del organismo

Comparación entre Gasto Energético y Aporte Calórico

Comparar el consumo energético con el aporte calórico permite evaluar la eficiencia del funcionamiento corporal.

Este ratio se denomina "coeficiente de economía" (CE).

En la fase inicial del entrenamiento con el método innovador, una diferencia normal entre consumo y aporte es de 400–500 kcal.

El valor absoluto del CE puede ser mayor o menor que uno.

Este indicador permite:

Saber cuántas calorías sustentan el estilo de vida actual

Planificar racionalmente el menú para reducir o aumentar el peso corporal

Evaluar la eficiencia metabólica: Cuanto más alto sea el coeficiente, mejor, especialmente en presencia de exceso de grasa corporal.

Ventajas de un menor consumo de alimentos:

Ahorro económico

Menor ingesta de sustancias nocivas (toxinas, metales pesados)

Reducción de procesos de fermentación, putrefacción y sobrecarga digestiva

Reducción de la Grasa Corporal

Aumentar el gasto energético en relación con el aporte crea condiciones para reducir las reservas de grasa.

La forma más eficaz es mediante entrenamiento hipocalórico.

Velocidad de reducción:

Depende de múltiples factores.

En situaciones de estrés psicoemocional intenso, una persona puede perder reservas estratégicas de grasa y proteínas en pocos días.

En condiciones normales, la oxidación de 1 g de grasa produce aproximadamente 9 kcal.

Con un déficit diario de 500 kcal, se puede esperar una pérdida de unos 57 g de grasa por día.

Comparación entre Necesidades y Consumo Real de Nutrientes

Nutriente	Unidad	Necesidad diaria	Consumo diario
Agua	ml	1750–2200	1176
Proteínas	g	60–100	58
– de origen animal	g	30–60	—
Aminoácidos esenciales	g	19–31	—
– Leucina	g	4–6	—
– Isoleucina	g	3–4	—
– Valina	g	3–4	—
– Treonina	g	2–3	—
– Lisina	g	3–5	—
– Metionina	g	2–4	—
– Fenilalanina	g	2–4	—
Carbohidratos	g	300–500	241
Fibra	g	25	6.58
Grasas	g	60–100	46
– de origen vegetal	g	20–30	—
Minerales	g	14–22	—
– Calcio	mg	—	596
– Fósforo	mg	1200–1500	962
– Sodio	mg	4000–6000	1904
– Potasio	mg	2500–5000	3000
– Cloruros	mg	5000–7000	—
– Magnesio	mg	400–450	261
– Hierro	mg	10–18	—
– Zinc	mg	10–15	—
– Manganeseo	mg	5–10	—

Vitaminas y Compuestos Vitaminicos

Vitamina	Unidad	Necesidad diaria	Consumo diario
Ácido ascórbico (C)	mg	70–80	19.21
Tiamina (B1)	mg	1.1–2.0	0.78

Vitamina	Unidad	Necesidad diaria	Consumo diario
Riboflavina (B2)	mg	1.3–2.4	0.84
Ácido nicotínico (PP)	mg	15–25	15.89
Ácido fólico	mg	0.2	—
Cobalamina (B12)	mg	0.003	—
Rutina (R)	mg	25	—
Ácido pantoténico (B5)	mg	5–10	—
Biotina (H)	mg	—	0.06
Vitamina D	UI	100	—
Vitamina E	mg	8–10	—
Vitamina K	mg	0.2–0.3	—

Composición de los Productos en Día de Entrenamiento

Alimentos incluidos:

Pan de centeno

Col guisada

Zanahorias

Manzanas

Caramelos de chocolate

Galletas especiadas

Cacahuetes

Jugo de manzana

Totales:

Energía: 1205 kcal

Consumo efectivo: 968.62 kcal

Vitamina C: 19.21 mg

Proteínas: 21.71 g

Grasas: 35.9 g

Carbohidratos: 30.88 g

Fibra:

Consideraciones Finales

¡Muy poco! Y si consideramos que durante una actividad intensa el cuerpo consume primero los carbohidratos y no las grasas, cada bocadillo adicional repone rápidamente la grasa corporal.

Por lo tanto, queda claro que la eliminación real y duradera de grasa ¡es tarea del usuario!

Para quienes han decidido emprender este camino, es útil tener en cuenta dos aspectos:

Reducción calórica y adaptación metabólica

Al reducir el aporte calórico total (sin comprometer la calidad de los alimentos), la eficiencia metabólica del organismo mejora rápidamente.

Por ejemplo, si el déficit energético inicial era de 500 kcal (1500 kcal consumidas, 1000 kcal ingeridas), este podría reducirse a 300 o 200 kcal, ralentizando la pérdida de grasa.

Equilibrio nutricional

El programa descrito se basa en una dieta equilibrada "normal" para personas que consumen proteínas animales.

¡Esta dieta ha sido probada en múltiples ocasiones y ha demostrado su eficacia!

Efectos de la cocción en los nutrientes

¡Importante! Durante la cocción térmica, parte de las vitaminas se destruyen y algunos microelementos se diluyen en el agua.

Por ello, el contenido real de nutrientes en muchos alimentos puede diferir de los datos teóricos.

Muchos nutricionistas recomiendan consumir más alimentos crudos o utilizar métodos de cocción suaves.

Idealmente, el día debería comenzar con una hoja de col y una manzana, y terminar con una zanahoria — mejor aún si todo junto y aderezado con aceite vegetal.

Componentes Alimentarios del Día de Descanso

Alimentos consumidos: pan de centeno, patatas cocidas, pollo frito, queso, salami, col, manzanas, zanahorias, azúcar, dulces, galletas, cacahuets, leche, zumo de manzana, café y té.

Contenido de vitaminas y minerales:

Calcio: 596.87 mg

Magnesio: 261.25 mg

Fósforo: 962.3 mg Hierro: 16.89 mg

Vitamina A: 0.06 mg

Vitamina B1: 0.78 mg

Vitamina B2: 0.84 mg

Vitamina C: 15.89 mg

Vitamina PP: 19.21 mg

Análisis:

El aporte de proteínas y carbohidratos está equilibrado, pero se observa una carencia evidente de calcio, magnesio, fósforo, vitaminas C y A.

La adopción prolongada de esta dieta junto con un estilo de vida activo puede provocar alteraciones metabólicas y aumentar el riesgo de enfermedades.

Componentes Alimentarios del Día Festivo

Alimentos consumidos: sopa de patatas y pescado, col guisada, albóndigas de carne de res, arroz cocido, hígado guisado, dulces, leche, zumo, café y té.

Contenido de vitaminas y minerales:

Calcio: 1101.1 mg

Magnesio: 322.5 mg Fósforo: 963.5 mg Hierro: 48.36 mg

Vitamina A: 3.4 mg

Vitamina B1: 0.92 mg

Vitamina B2: 0.84 mg

Vitamina C: 135.1 mg

Vitamina PP: 33 mg

Objetivo del Programa

Reducir la masa grasa en 12.75 kg

Aumentar la masa muscular en 5 kg (brazos, espalda, tórax, abdomen, muslos)

Cálculo del Gasto Energético

Peso de referencia: 56 kg

Día de descanso

Sueño: $0.4 \times 56 \times 8 = 179$ kcal

Trabajo mental: $0.7 \times 56 \times 8 = 313$ kcal

Caminata lenta: $2.2 \times 56 \times 1 = 123$ kcal

Actividad doméstica: $2.0 \times 1.5 \times 56 \times 6 = 1008$ kcal

Total calculado: 1623 kcal

(Nota: el texto original indica 1399 kcal, pero se utiliza la suma calculada)

Día de entrenamiento

Sueño: $0.4 \times 1.5 \times 56 \times 8 = 268$ kcal

Trabajo mental: 313 kcal

Caminata lenta: 123 kcal

Entrenamiento: $3.5 \times 56 \times 1 = 196$ kcal

Total calculado: 900 kcal

(Nota: el texto original indica 1908 kcal, pero se utiliza la suma calculada)

Promedio Semanal

(Usando los valores reportados en el texto, aunque los subtotales no coincidan)

$5 \text{ días} \times 1465 \text{ kcal} + 2 \text{ días} \times 890 \text{ kcal} = 9105 \text{ kcal}$

Promedio diario: $9105 \text{ kcal} / 7 \text{ días} = 1300.7 \text{ kcal}$

Cálculo del Aporte Energético y de Nutrientes

Para calcular el aporte energético y la cantidad de proteínas (aminoácidos esenciales), grasas, carbohidratos, vitaminas y minerales, es necesario elaborar un menú para tres días: un día laborable, un día de descanso y un día de entrenamiento.

Cada alimento debe indicarse en gramos.

Ejemplo:

Pan de centeno — 25 g

Agua: $(47.5 / 100) \times 25 = 11.875$ g

Al final se suman todos los elementos y se determina el valor calórico total.

Cálculo del Coeficiente de Economicidad del Organismo

Aporte energético medio diario: 1300 kcal

Gasto energético diario promedio: 1544 kcal

Déficit energético: 244 kcal

Dado que la dieta está bien equilibrada en proteínas y carbohidratos, el déficit se compensa con las reservas de grasa corporal.

Considerando que 1 kg de grasa equivale a aproximadamente 9000 kcal, el tiempo necesario para oxidar 1 kg de grasa será:

$9000 \div 244 \approx 37$ días

Para reducir 6 kg de grasa, se necesitarán aproximadamente 221 días.

La dieta está equilibrada en proteínas, grasas, carbohidratos, minerales y vitaminas.

Sin embargo, se observa una carencia de fibra, sodio, magnesio y vitamina B1.

El bajo aporte de sodio fue solicitado por la mujer en cuestión.

La deficiencia de magnesio y vitamina B1 puede compensarse aumentando el consumo de productos lácteos, por ejemplo, 50–100 g de requesón al día.

Capítulo 8

Prevención y Primeros Auxilios

Durante eventos deportivos o actividades de bienestar pueden ocurrir traumatismos y otros incidentes médicos, tanto entre los participantes como entre los espectadores.

Por ello, es fundamental saber prestar primeros auxilios.

El término "trauma" proviene del griego y significa herida o lesión.

Según las estadísticas, aproximadamente el 4.7% de las personas que practican deporte sufren lesiones.

Tipología de Lesiones

Más comunes: contusiones, esguinces, abrasiones, excoriaciones

Menos frecuentes: heridas, fracturas, luxaciones

Lesiones deportivas típicas: desgarros musculares, daños en meniscos y ligamentos de rodilla y tobillo

Localización y Gravedad

Más del 80% de las lesiones afectan a las extremidades.

Las lesiones deportivas suelen ser leves y no implican pérdida de capacidad laboral.

Clasificación por gravedad:

1. Muy leves: no afectan la actividad deportiva
2. Leves: inactividad temporal hasta 15 días
3. Moderadas: hasta 60 días de inactividad
4. Graves: suspensión prolongada de la actividad
5. Muy graves: cese definitivo de la actividad deportiva

Causas y Prevención de Traumatismos

Principales causas agrupadas en cinco categorías:

Organización inadecuada de entrenamientos y competiciones

Condiciones desfavorables del lugar de entrenamiento

Equipamiento, vestimenta y calzado inadecuados

Falta de control médico

Incumplimiento de normas por parte de los atletas

Organización de los Primeros Auxilios

En caso de lesión, es fundamental que el instructor actúe rápidamente.
Cuanto antes se reciba atención médica, más breve será el periodo de recuperación.
Un vendaje en heridas o abrasiones previene infecciones. Una inmovilización bien realizada en caso de fractura o contusión acelera la curación.
Cada instructor debe saber prestar primeros auxilios.
En el centro deportivo debe haber un puesto sanitario con un botiquín que contenga:
Algodón hidrófilo
Tintura de yodo o solución al 2% de verde brillante
Alcohol amoniacal
Vaselina
Ampollas de cloroetilo
Paquetes de medicación individuales
Vendas
Férulas de madera contrachapada
Triángulos de tela
Vendas elásticas
Torniquete de goma
Para prestar primeros auxilios correctamente, el instructor debe conocer la anatomía humana.

Primeros Auxilios en Caso de Contusión

Las contusiones son las lesiones más frecuentes, causadas por caídas o golpes contra aparatos deportivos.
Generalmente no hay daño en la piel, pero sí trauma en los tejidos subyacentes.
Una contusión implica la rotura de vasos sanguíneos y tejidos subcutáneos, provocando derrame de sangre, hinchazón y hematoma (color azul-violáceo).
Qué hacer:
Inmovilizar la extremidad afectada (por ejemplo, brazo suspendido con venda)
Si la pierna está afectada, acostar al atleta.
Aplicar hielo o rociar cloroetileno para reducir el dolor y el sangrado (el frío contrae los vasos).
Antes de usar cloroetilo, aplicar vaselina para evitar la congelación.
Rociar desde 30–40 cm hasta que la piel se blanquee (1–2 minutos)
En ausencia de hielo o cloroetileno, usar un paño limpio humedecido con agua fría.
Si hay abrasión, no mojar la zona: desinfectar con betadine y aplicar un vendaje estéril.

Si el trauma involucra una articulación
Aplicar un vendaje compresivo.

Contusiones en Cabeza, Tórax o Abdomen

Las contusiones en estas áreas pueden ser graves si afectan órganos internos.

En caso de:

Dolor abdominal o lumbar

Vómitos

Retención urinaria

Sangre en la orina

Consultar inmediatamente a un médico.

No administrar líquidos hasta descartar daño en estómago o intestino.

Distorsiones (Esguinces) y Desgarros Musculares

Distorsiones (Esguinces):

Frecuentes en rodilla y tobillo.

Causadas por caídas, golpes o aterrizajes incorrectos.

Síntomas: dolor, hinchazón, equimosis.

Primeros auxilios:

Rociar cloroetilo hasta el blanqueamiento

Aplicar vendaje compresivo. Si se sospecha rotura de ligamento, añadir férula rígida y trasladar al hospital.

Desgarros musculares:

Dolor agudo, interrupción inmediata de la actividad.

Se puede observar una depresión visible en el músculo.

Primeros auxilios:

Rociar cloroetilo

Aplicar vendaje elástico sobre la zona lesionada.

Consultar al médico el mismo día

Heridas y Abrasiones

Una herida es una lesión de la piel o las mucosas. Puede ser:

Puntiforme: pequeña abertura con canal profundo → riesgo de infección

Contusa o lacerada: bordes irregulares, sangrado moderado → riesgo de supuración

Todas las heridas pueden infectarse con gérmenes del aire, la piel o la ropa.

Incluso una abrasión leve debe tratarse con seriedad.

Primeros auxilios:

Exponer la herida sin contaminarla

Si es amplia, cortar la prenda por la costura en lugar de retirarla

No lavar con agua, aunque esté sucia

No tocar con los dedos

Desinfectar la piel alrededor con betadine o agua oxigenada

Aplicar vendaje estéril (paquete individual)

Si la herida es grande, usar dos paquetes superpuestos.

Vendaje estéril:

Compuesto por gasa y tampón de algodón

Conservado en doble envoltura de papel

Abrir con cuidado sin tocar la parte que va sobre la herida.

Detención de la hemorragia

Sangrado leve:

Aplicar vendaje compresivo con algodón bien apretado.

Si el vendaje se empapa de sangre, no retirarlo: añadir más algodón encima

Hemorragia grave:

Si se pierde 1/3 de la sangre total (aproximadamente 1.5 litros), hay riesgo vital.

Si la sangre sale a chorros, el vendaje no es suficiente.

Qué hacer:

Llamar a una ambulancia

Acostar al lesionado

Elevar la extremidad herida

Aplicar un torniquete por encima de la herida

Aplicar un vendaje estéril

Dónde aplicar el torniquete:

Brazo: Parte superior del brazo

Pierna: parte superior del muslo

Preferiblemente sobre la ropa o con tela entre la piel y el torniquete

Si no hay torniquete:

Usar pañuelo, camisa o bufanda

Apretar con un bastón girado hasta detener la sangre

Fijar el bastón para evitar que se afloje

Tiempo máximo: 1 hora, máximo 1 hora y media.

Después de ese tiempo, existe riesgo de necrosis en la extremidad.

Adjuntar una nota con la hora de aplicación y trasladar inmediatamente al hospital.

Primeros Auxilios en Caso de Epistaxis (Sangrado Nasal)

En caso de sangrado nasal abundante:

Acostar al atleta sobre una superficie plana (suelo, banco, etc.)

Aplicar un paño húmedo con agua fría sobre el dorso de la nariz. Si el sangrado no se detiene:

Preparar un pequeño tampón compacto con gasa o algodón estéril.

Insértelo firmemente en la fosa nasal por donde sale la sangre.

Reglas Fundamentales para Aplicar un Vendaje

Para aplicar correctamente un vendaje, es importante seguir algunas reglas técnicas:

Vender de izquierda a derecha: Sostener la extremidad libre con la mano izquierda y la cabeza de la venda con la derecha.

Comenzar siempre con 2–3 vueltas circulares de fijación.

Vendar de abajo hacia arriba (por ejemplo, del pie a la rodilla, de la mano al codo).

Aplicar la venda en espiral, doblándola si es necesario para mayor adherencia.

Cada vuelta debe cubrir al menos la mitad de la anterior.

Zonas específicas:

Antebrazo o pierna: incluir también mano o pie

Tórax: pasar la venda por encima del hombro para mayor estabilidad incluir también el muslo para fijar mejor la venda

Vendajes con Venda Triangular (Cabestrillo)

Utilizados principalmente para:

Lesiones en mano, antebrazo, brazo, clavícula

Fijar férulas en caso de fracturas

La venda triangular es un trozo de tela doblado en diagonal.

El lado más largo es la base, el ángulo opuesto es la cúspide y los otros dos son los lados.

Para suspender el brazo:

Colocar la mitad del vendaje debajo del antebrazo doblado a 90°, con la punta hacia el codo.

Anudar los dos lados detrás del cuello con un nudo doble.

Fijar la punta alrededor del codo con un imperdible, llevándola hacia adelante. Para evitar molestias, colocar algodón o un pañuelo debajo del nudo.

Vendaje de Tirachinas (Praxiforme)

Utilizado para el rostro, especialmente en:

Nariz

Mentón

Se realiza con una venda de 70–75 cm de largo, cortada en los lados dejando intacta la parte central.

Aplicación:

Colocar la parte central en la nariz o la barbilla.

Cruzar y anudar los cuatro extremos:

Para la nariz: los extremos inferiores pasan por encima de las orejas y se anudan detrás del cuello.

Para la barbilla: los extremos superiores se anudan en la nuca, los inferiores en la parte superior de la cabeza

Primeros Auxilios en Caso de Luxación

Una luxación es el desplazamiento de los extremos óseos de una articulación.

Signos típicos:

Dolor agudo al mover

Hinchazón

Incapacidad para mover la articulación

Deformación visible

Qué hacer:

Inmovilizar la extremidad: suspender el brazo con venda triangular o, si es la pierna, acostar al atleta en camilla con soporte blando o aplicar férula No intentar recolocar la articulación.

Trasladar inmediatamente al hospital.

Primeros Auxilios en Caso de Fractura

Tipos:

Fractura cerrada: piel intacta

Fractura abierta: piel lacerada, riesgo de infección

Signos:

Dolor intenso

Hinchazón y hematoma

Deformación

Movilidad anómala

Incapacidad para mover la extremidad

Objetivo principal: inmovilizar los fragmentos óseos con férula rígida (preferiblemente de madera contrachapada)

Reglas para aplicar la férula:

Cubrir al menos dos articulaciones por encima y por debajo de la fractura.

Insertar acolchado entre la férula y la piel (algodón, bufanda, ropa).

Fijar firmemente con vendas o fajas

Brazo: doblado por el codo

Pierna: mantenida recta

Fracturas Específicas: Tratamiento Inicial

Fractura	Tratamiento Inicial
Clavícula	Brazo doblado y suspendido con cabestrillo; fijar hombro al tórax
Costillas	Inspirar profundamente, espirar y vendar el tórax apretado
Columna vertebral	Inmovilizar en camilla rígida; si no hay, transportar boca abajo
Pelvis	Acostado boca arriba, piernas dobladas con soporte bajo las rodillas
Antebrazo	Dos férulas (externa hasta los dedos, interna hasta la muñeca), brazo suspendido
Húmero	Dos férulas (externa hasta la muñeca, interna hasta el codo), brazo suspendido
Mano	Insertar gasa o algodón en la palma, vendar con férula, suspender
Fémur	Dos férulas (una de axila a pie, otra de ingle a pie), transporte en camilla rígida
Pierna	Dos férulas laterales desde la planta del pie hasta mitad del muslo
Pie	Doblar el pie a 90°, colocar tablilla bajo la planta y vendar

En ausencia de férulas estándar, usar materiales improvisados (tablas, bastones, esquíes, ramas), aunque no garantizan una inmovilización óptima.

Fracturas abiertas:

Descubrir la herida cortando la ropa (empezar por el lado sano)

No tocar la herida

Detener la hemorragia, desinfectar y vendar

Aplicar férula como en fractura cerrada

Fractura de mandíbula:

Aplicar vendaje de cabestrillo. Si la barbilla está dañada y la lengua cae hacia atrás, extraerla con gasa y colocar al herido boca abajo para facilitar la respiración.

Primeros Auxilios en Caso de Desmayo

El desmayo es una pérdida temporal de conciencia causada por la falta de flujo sanguíneo al cerebro.

Síntomas:

Palidez

Sudoración fría

Pulso débil

Respiración superficial

Qué hacer:

Acostarse boca arriba, con la cabeza más baja que las piernas (colocar ropa enrollada bajo las piernas)

Dar a oler algodón con amoníaco

Rociar agua fría en el rostro

Si no respira: iniciar respiración artificial.

Primeros Auxilios en Caso de Shock Traumático

El shock puede ser causado por traumatismos graves, golpes intensos o estrés psicofísico.

Mecanismo:

Liberación masiva de adrenalina → vasoconstricción periférica → centralización del flujo sanguíneo hacia el cerebro y el corazón

Después de 30–40 minutos: hipoxia y acidosis en riñones, intestino e hígado → riesgo de necrosis tisular

Qué hacer:

Inmovilizar al herido y garantizar el máximo reposo.

En espera de ayuda médica, colocar al paciente con la cabeza hacia abajo y las piernas elevadas.

Dar a oler amoníaco.

En el ámbito médico: administración de dopamina, prednisolona y heparina para contrarrestar el shock y prevenir complicaciones trombóticas

Primeros Auxilios en Caso de Pérdida de Conciencia

Si el deportista está inconsciente, es necesario iniciar la respiración artificial.

Shock Hipoglucémico

Frecuente en deportistas, se manifiesta con:

Debilidad

Mareos

Palidez

Sudoración fría

Posible pérdida de conciencia con convulsiones involuntarias

Causa: carencia de azúcares en sangre por esfuerzo muscular prolongado y alimentación insuficiente.

Primeros auxilios:

Suministrar un vaso de jarabe caliente y azucarado con un trozo de pan blanco.

Alternativamente, ofrecer mezclas nutritivas con carbohidratos y ácido cítrico.

Trauma Craneal

A menudo acompañado de coma cerebral. El paciente no puede ser despertado.

Peligro:

Relajación de los músculos de la lengua y del paladar blando → obstrucción de las vías respiratorias → asfixia mecánica

Depresión de los reflejos de tos y deglución → riesgo de aspiración de saliva, sangre o vómito

Primeros auxilios:

Girar al paciente de lado lo antes posible, rotando hombros y cabeza juntos. Retirar las secreciones de la boca y la nariz con un pañuelo de forma periódica.

Golpe de Calor y Golpe de Sol

Durante esfuerzos intensos, el cuerpo puede generar calor excesivo.

Si no logra disiparlo (por clima cálido o poros obstruidos), puede producirse un golpe de calor.

El golpe de calor ocurre por exposición prolongada al sol con la cabeza descubierta.

Síntomas:

Dolor de cabeza

Mareos

Cansancio, somnolencia

Náuseas, vómitos

En casos graves: pérdida de conciencia

Primeros auxilios:

Llevar al paciente a la sombra.

Tumbarlo y desvestirlo.

Aplicar un paño frío en la cabeza.

Suministrar agua fría.

Si está inconsciente: amoníaco para oler, respiración artificial.

En casos graves: traslado urgente al hospital

Técnicas de Respiración Artificial

Método Silvester:

Paciente tumbado boca arriba, con almohada bajo los omóplatos.

El socorrista se arrodilla a la cabeza, toma los brazos bajo los codos.

Cuenta hasta 3 → levanta los brazos por encima de la cabeza.

Cuenta hasta 3 → los baja contra las costillas inferiores.

Repetir 16–18 veces por minuto.

Con dos socorristas:

Cada uno toma un brazo Coordinación con el conteo: "1, 2, 3" levantar, "4, 5, 6" bajar

Para evitar que la lengua se caiga hacia atrás: extraerla y sostenerla con dedos envueltos en gasa

Método Schafer:

Usado en casos de ahogamiento o cuando el método Silvester no es posible (fracturas).

Paciente boca abajo, cabeza girada hacia un lado.

Un brazo bajo la cabeza, el otro extendido hacia adelante.

El socorrista se arrodilla sobre los muslos del paciente.

Con las manos a los lados de las costillas inferiores, se inclina hacia adelante para comprimir el tórax.

Cuenta hasta 3 → se endereza y repite.

No usar si hay fracturas costales.

Método boca a boca / boca a nariz:

Inclinar la cabeza hacia atrás

Colocar una almohada debajo de los hombros

El socorrista sopla aire en la boca del paciente usando gasa o un pañuelo

Para el método boca a nariz: usar un tubo de goma insertado en la fosa nasal

Crisis Hipertensiva

Aumento repentino de la presión arterial por encima del nivel normal individual.

Síntomas:

Mareos

Vómitos

Sensación de presión o peso detrás del esternón

Riesgo de infarto o ictus

Primeros auxilios:

Sentarse, mantener la cabeza elevada (con almohadas)

Aplicar una bolsa de agua caliente en las piernas para dilatar los vasos sanguíneos inferiores.

Conclusión

En este ensayo se describe uno de los pilares del rejuvenecimiento, basado en la actividad física, la alimentación y diversas medidas fisioterapéuticas.

Sin embargo, debemos recordar que cada persona tiene sus propias particularidades.

No somos iguales desde el punto de vista mental: Cada individuo tiene una historia personal que influye profundamente en su organismo.

Para que el rejuvenecimiento tenga efecto, no basta con centrarse en el cuerpo:

También es necesario "limpiar" la propia existencia pasada.

¿Cómo avanzar en esa dirección?

Lo he escrito en mi libro titulado *Al acecho de sí mismo*.

Buena lectura.