

1. OBJETO Y METODO DE LA BIOMECANICA DE LOS EJERCICIOS

OBJETO Y MÉTODO DE LA BIOMECAÁNICA DE LOS EJERCICIOS FÍSICOS

(DEPORTIVA)

1.1 OBJETO DE LA BIOMECAÁNICA

El objeto de una ciencia pone en claro qué es precisamente lo que se estudia y con cual objetivo.

La Biomecánica es la ciencia de las leyes del movimiento mecánico en los sistemas vivos.

En el sentido más amplio, a los sistemas vivos* (biosistemas) pertenecen:

- a) organismos íntegros (por ejemplo, el hombre);
- b) sus órganos y tejidos, así como también los líquidos y gases contenidos en ellos (sistemas internos del organismo) e, incluso,
- c) agrupaciones de organismos (por ejemplo, una pareja de acróbatas que actúan conjuntamente, dos luchadores en contra).

La biomecánica deportiva, como disciplina docente, estudia los movimientos del hombre en el proceso de los ejercicios físicos. Además, analiza las acciones motoras del deportista como sistemas de movimientos activos recíprocamente relacionados (objeto del conocimiento). En ese análisis se investigan las causas mecánicas y biológicas de los movimientos y las particularidades de las acciones motoras que dependen de ellas en las diferentes condiciones (campo de estudio).

Para una mejor comprensión de la esencia y del papel del movimiento mecánico del hombre, expondremos los conceptos fundamentales relacionados con el movimiento en general y con los movimientos de los organismos (por ejemplo, del hombre) en particular.

* La interpretación dialéctico-materialista del mundo permite analizar, en calidad de sistemas, a los objetos materiales (cuerpo del hombre), a los procesos (movimientos), relaciones, etc.

1.1.1 CONCEPTO SOBRE LAS FORMAS DEL MOVIMIENTO

El movimiento, como forma de existencia de la materia, es tan variado, como variado es el mundo.

En el desarrollo ascendente de la materia se fueron formando niveles de organización cada vez más altos (niveles estructurales de la materia): desde la materia inerte a la viva, de la viva a la pensante. Cada uno de estos niveles se caracteriza por tener propiedades y leyes de existencia y desarrollo cada vez más complejas.

Como es sabido, Federico Engels distinguió las formas más sencillas de movimiento de la materia – mecánica, física y química (que se ponen de manifiesto tanto en la naturaleza inorgánica como en la orgánica) – y las formas complejas, superiores: la biológica (todo lo vivo) y la social (relaciones sociales, pensamiento).

Cada forma compleja de movimiento siempre incluye en sí formas más simples. La forma más simple, la mecánica, existe en cualquier lugar, pero mientras más compleja sea la forma de movimiento, en menor grado será evidente la forma mecánica; el movimiento se caracteriza cualitativamente por una forma cada vez más compleja en cada nivel. De esta manera, cada forma superior posee sus especificidades cualitativas propias y no puede ser llevada a las inferiores, al mismo tiempo que está indisolublemente relacionada con ellas. Las acciones motoras del hombre, que se estudian en la biomecánica deportiva, incluyen en sí el movimiento mecánico. Precisamente el objetivo directo de la acción motora del hombre es desplazarse a sí mismo, un implemento, un adversario, un compañero, etc. Pero el movimiento mecánico se realiza con la participación decisiva de formas más altas de movimiento en la acción motora. Por eso, la mecánica biológica (biomecánica) es más amplia y mucho más compleja que la mecánica de los cuerpos inertes y se distingue cualitativamente de la mecánica de estos últimos.

1.1.2 MOVIMIENTO MECANICO EN LOS SISTEMAS VIVOS

El movimiento mecánico en los sistemas vivos se pone de manifiesto en: a) el desplazamiento de todo el biosistema respecto a su entorno (medio, apoyo, cuerpos físicos), y b) la deformación del sistema mismo, ósea, el desplazamiento de algunas de sus partes respecto a otras.*

Las leyes fundamentales de Newton describen el movimiento de cuerpos abstractos absolutamente rígidos, que no se deforman. En la naturaleza no existen tales cuerpos. Pero en los denominados cuerpos rígidos, las deformaciones son tan pequeñas que generalmente pueden ser despreciadas. En los seres vivos, por lo contrario, varía sustancialmente la disposición relativa de sus diferentes partes. Estas variaciones son los movimientos humanos. Las partes de los sistemas vivos (por ejemplo, la columna vertebral y la caja torácica) también se deforman de manera sustancial.

Es por eso que, al estudiar el movimiento de un sistema vivo, se tiene en cuenta que el trabajo de las fuerzas se emplea tanto por el desplazamiento del cuerpo en su conjunto, como por la deformación. En tales casos siempre existen gastos y disipación de energía. En la naturaleza no existe en lo absoluto el movimiento puramente mecánico. Este va acompañado siempre de transformaciones de la energía mecánica en otros tipos de energía (por ejemplo, calorífica), y con pérdida de esta.

El movimiento mecánico del hombre, que se estudia en la biomecánica deportiva, se produce bajo la acción de las fuerzas mecánicas externas (gravedad, fricción y muchas otras) y de las fuerzas de tracción muscular.

Estas últimas las dirige el sistema nervioso central y, por consiguiente, están condicionadas por procesos fisiológicos. Es por eso que para la completa comprensión de la naturaleza del movimiento vivo es imprescindible no solo estudiar la mecánica de los movimientos, sino también analizar su aspecto biológico. Es precisamente este aspecto el que determina las causas de la organización de las fuerzas mecánicas.

Hay que conocer que no existen leyes particulares de la mecánica para el mundo vivo. Pero de la misma forma y en la misma medida que los sistemas vivos se diferencian de los cuerpos abstractos absolutamente rígidos, igualmente el movimiento mecánico de los sistemas vivos es más complejo que el de un cuerpo absolutamente rígido. Por consiguiente, al aplicar las leyes generales de la mecánica a los objetos vivos, resulta imprescindible tener en cuenta sus particularidades mecánicas y biológicas; por ejemplo, las causas de la adaptación de los movimientos humanos a las condiciones, las vías de perfeccionamiento de los movimientos, la influencia de la fatiga.

* En la teoría de la elasticidad se denomina deformación solo a la elongación relativa y a los ángulos de variación. En el curso de biomecánica, la variación de la configuración del sistema (cuerpo humano) se analiza convencionalmente también como deformación.

1.1.3 PARTICULARIDADES DEL MOVIMIENTO MECANICO DEL HOMBRE

La actividad motora del hombre se realiza en forma de acciones motoras organizadas mediante muchos movimientos interrelacionados (sistemas de movimientos).

La actividad motora del hombre es uno de los fenómenos más complejos, no solo porque no son nada sencillas las funciones de los órganos de movimiento, sino también porque en ella participa la conciencia, como producto de la materia más altamente organizada: el cerebro. Es por ello que la actividad motora humana se diferencia sustancialmente de la actividad de los animales. En primer lugar, hay que referirse a la actividad consciente del hombre – dirigida a un fin determinado -, a la comprensión de su sentido, a la posibilidad de controlar y perfeccionar planificadamente sus movimientos. La semejanza entre los movimientos de los animales y del hombre existe solo a un nivel puramente biológico.

En el proceso de la educación física y con la actividad motora, el hombre transforma su propia naturaleza de forma activa y se perfecciona físicamente. Transforma el mundo utilizando las posibilidades del progreso científico-técnico y, en última instancia, también mediante la actividad motora (acciones, habla, escritura, etc.), que está integrada por las acciones del hombre.

Las acciones motoras se realizan con ayuda de movimientos activos voluntarios, provocados y dirigidos por el trabajo de los músculos. El hombre, por voluntad propia, comienza los movimientos, los varía y los hace cesar cuando ya el objetivo ha sido alcanzado (I.M. Sechenov). Como norma, el hombre no realiza simples movimientos, sino simples acciones, afirmó el creador de la escuela soviética de biomecánica, N.A. Bernshtein. Las acciones del hombre siempre tienen un objetivo, un sentido determinado. Ya Newton planteaba la interrogante referente a “¿de qué forma los movimientos de los cuerpos se corresponden con la voluntad?”, es decir, alcanzan el objetivo planteado. No obstante, solo en la actualidad es que se ha comenzado a elaborar la mecánica de los movimientos del hombre con un objetivo determinado (de los movimientos voluntarios), tomando como base el objetivo de los movimientos.

Los movimientos de las diferentes partes del cuerpo están agrupados en sistemas dirigidos por movimientos y en actos motores íntegros (por ejemplo, ejercicios gimnásticos, formas de desplazamiento en esquí, elementos de juego en baloncesto). En los sistemas de movimientos entran también la conservación activa de las posiciones de las diferentes partes del cuerpo (en las articulaciones) y, a veces, de todo el cuerpo. Cada movimiento desempeña su papel en la acción íntegra y está en correspondencia, de una forma u otra, con el objetivo de la acción. Si el deportista encuentra y hace realidad el objetivo en cada movimiento, entonces las acciones también se corresponderán mejor con dicho objetivo. Aunque las causas de los movimientos se analizan en la biomecánica desde el punto de vista de la mecánica y de la biología, las regularidades hay que tomarlas en interacción, teniendo en cuenta el papel de la conciencia humana en la dirección de los movimientos con un fin determinado.

Precisamente la interacción entre las regularidades mecánicas y biológicas permite poner en claro las especificidades de la biomecánica. La dirección consciente de los movimientos aprovechando estas especificidades, garantiza así una alta efectividad de los movimientos en las diferentes condiciones de ejecución.

1.2 TAREAS DE LA BIOMECÁNICA DEPORTIVA

Las tareas de cada campo del conocimiento determinan su contenido: su teoría y método; estos últimos se elaboran para solucionar esas tareas. La tarea general abarca todo el

campo de estudio en su conjunto; las tareas parciales, en cambio, son importantes al estudiar las cuestiones concretas de los fenómenos que se analizan.

1.2.1 TAREA GENERAL DEL ESTUDIO DE LOS MOVIMIENTOS

La tarea general del estudio de los movimientos del hombre en la biomecánica deportiva consiste en evaluar la efectividad de la aplicación de las fuerzas para el logro más perfecto del objetivo planteado.

El estudio de los movimientos en la biomecánica deportiva está dirigido, en última instancia, al hallazgo de las formas perfeccionadas de las acciones motoras y al conocimiento de la mejor forma de realizarlas. Es por eso que tiene dicho estudio una tendencia pedagógica claramente manifiesta. Antes de abordar la elaboración de las formas más perfeccionadas de las acciones, resulta conveniente valorar las ya existentes. De aquí se deduce la tarea de la determinación de la efectividad de las formas de ejecución de la acción que se estudia. Es imprescindible conocer de que depende la efectividad de la acción, en cuáles condiciones se produce y cómo resulta mejor ejecutar dicha acción. Para esto hay que valorar la perfección de las acciones como la correspondencia de los movimientos con el objetivo planteado. Según expresión de A.A. Ujtomski, la biomecánica investiga *de qué forma la energía mecánica del movimiento y la tensión obtenida puede adquirir aplicación de trabajo.*

La solución completa de esta tarea, básica para el deporte, ofrece el material imprescindible para llevar a cabo un proceso de entrenamiento científicamente fundamentado.

1.2.2 TAREAS PARCIALES DE LA BIOMECÁNICA DEPORTIVA

Las tareas parciales de la biomecánica deportiva consisten en el estudio de las cuestiones fundamentales siguientes: a) estructura, propiedades y funciones motoras del cuerpo del deportista; b) técnica deportiva racional y c) perfeccionamiento técnico del deportista.

Como las particularidades de los movimientos dependen del objeto de los movimientos (el cuerpo humano) , en la biomecánica deportiva se estudia la estructura del aparato locomotor, sus propiedades mecánicas y sus funciones (incluyendo los indicadores de las cualidades motoras) , considerando las particularidades del sexo y la edad, la influencia del nivel de entrenamiento, etc. Más brevemente, el primer grupo de tareas consiste en el estudio de los deportistas mismos, de sus particularidades y sus posibilidades.

Para tener una actuación efectiva en las competencias, el deportista debe dominar la técnica que resulta más racional para él. La perfección de las acciones motoras depende de cuales son los movimientos que las forman y cómo están estructurados dentro de ellas. Es por eso que en la biomecánica deportiva se estudian detalladamente las particularidades de los diferentes grupos de movimientos y las posibilidades de su perfeccionamiento. Se estudia la técnica deportiva existente y, a la vez, se elabora una técnica nueva, más racional.

Los datos sobre las variaciones de la técnica deportiva en el proceso de entrenamiento, permiten elaborar el fundamento de la metodología del perfeccionamiento técnico del deportista. Partiendo de las particularidades de la técnica racional, se determinan las vías racionales de su estructuración, o sea, los medios y métodos para elevar la maestría técnico-deportiva.

La fundamentación biomecánica de la preparación técnica de los deportistas presupone: la determinación de las particularidades y del nivel de preparación de quienes se entrenan, la planificación de una técnica deportiva racional, la elección de ejercicios auxiliares y la creación de medios especiales de entrenamiento para la preparación técnica y física

especial, la valoración de los medios de entrenamiento que se emplean y el control de su efectividad.

1.3 CONTENIDO DE LA BIOMECÁNICA DEPORTIVA

La biomecánica, como ciencia y disciplina docente, se caracteriza por los conocimientos acumulados, los que conforman un determinado sistema de postulados fundamentales: la teoría de la biomecánica. Además, se elaboran las vías para la obtención de esos conocimientos: el método de la biomecánica. La teoría y el método se expresan mediante los correspondientes conceptos y leyes, con los cuales se pone en claro el contenido de la biomecánica.

1.3.1 TEORÍA DE LA BIOMECÁNICA DEPORTIVA

En el fundamento de la interpretación contemporánea de las acciones motoras se encuentra el enfoque sistémico-estructural, que permite analizar el cuerpo humano como un sistema en movimiento; y los procesos mismos del movimiento, como sistemas de movimientos en desarrollo.

La dialéctica materialista analiza el mundo como sistemas, a los que es inherente determinada relación entre los cuerpos y procesos. El enfoque sistémico-estructural es el principio dialéctico del conocimiento científico de la integridad de objetos y procesos (sistemas) complejos. Este enfoque de la técnica deportiva como objeto de aprendizaje, está dirigido contra la división metafísica de lo integral, que no valora la interacción de los elementos. Dicho enfoque está orientado también contra la *reducción* de fenómenos cualitativamente complejos a sus componentes más simples, que no agotan el todo dado.

El enfoque sistémico-estructural del estudio de los movimientos del hombre se hace realidad en la teoría de la estructuralidad de los movimientos, instaurada por las ideas de N.A. Bernshtein. El movimiento no es una cadena de detalles sino una estructura (en el caso dado, un sistema – *Donskoi*), que se diferencia en detalles, es una estructura íntegra, a la vez que existe una alta diferenciación de los elementos y de las formas variadamente selectivas de interrelaciones entre ellos (N.Bernshtein). En la teoría de la estructuralidad de los movimientos encontramos los principios de la:

- **Estructuralidad** en la conformación de los sistemas de movimientos, pues todos los movimientos están interrelacionados en el sistema; precisamente estos vínculos estructurales son los que determinan la integridad y la perfección de la acción.
- **Integridad** de la acción, ya que todos los movimientos de la acción motora forman un todo único, un sistema íntegro de movimientos dirigidos al logro de un objetivo. La variación de uno u otro movimiento influye sobre todo el sistema.
- **Dirección consciente hacia un objetivo**, propia de los sistemas de movimientos, porque el hombre se plantea conscientemente un objetivo, realiza los movimientos convenientes y los dirige con vistas a alcanzar el objetivo planteado.

Los fundamentos de la teoría de la biomecánica incluyen las premisas de la fundamentación mecánica y de la naturaleza refleja de los movimientos. Todos los movimientos se efectúan bajo la acción de fuerzas mecánicas de origen diferente, en completa correspondencia con las leyes de la mecánica. Todos los movimientos se caracterizan por la naturaleza refleja de la dirección de las acciones motoras, sobre la base del principio del nervismo.

Partiendo de los postulados teóricos generales, se investigan las regularidades de los grupos de acciones particulares (teoría de choque, de empuje, de los lanzamientos, etc.)

1.3.2 EL MÉTODO DE LA BIOMECÁNICA DEPORTIVA

El método de la biomecánica deportiva es la forma fundamental de investigación, la vía de conocimiento de las regularidades de los fenómenos. La teoría de la biomecánica fundamenta su método. El método, a su vez, determina las posibilidades de obtención de nuevos datos, las posibilidades de aclaración de nuevas regularidades.

El método de la biomecánica, en su aspecto más general, está basado en el análisis sistémico y en la síntesis sistémica de las acciones, con la utilización de características cuantitativas, en particular, la modelación de los movimientos.

La vía principal del conocimiento es “la conjunción del análisis y de la síntesis, el desmontaje de las diferentes partes, y el conjunto, la suma de estas partes” (V.I. Lenin). En el estudio de los movimientos, la especificidad del método consiste en la determinación de las formas concretas del análisis sistémico de las acciones y de la síntesis de estas. La determinación de la composición de los elementos del sistema es una etapa del conocimiento de la integridad de la acción motora.

La biomecánica, como ciencia experimental, se apoya en el estudio experimental de los movimientos. Con ayuda de aparatos que registran las particularidades cuantitativas (características) de los movimientos: por ejemplo, las trayectorias, las velocidades, las aceleraciones, que permiten diferenciar los movimientos y compararlos entre sí. Al analizar las características se divide mentalmente, a partir de determinadas leyes, el sistema de movimientos en sus partes componentes; de esta forma se establece su composición. En esto consiste el **análisis sistémico de las acciones**.

El sistema de movimientos, como algo íntegro, no es simplemente una suma de las partes que los componen. Las partes del sistema están agrupadas por múltiples interrelaciones que transmiten al sistema nuevas cualidades que no son propias de cada elemento en particular (propiedades del sistema). Las formas de interrelación de las partes en el sistema, las regularidades de su interacción, son su estructura. Al estudiar las variaciones de las características, se pone en claro cuáles elementos influyen sobre otros, se determinan las causas de la integridad del sistema. En esto se pone de manifiesto la **síntesis sistémica de las acciones**.

Las características cuantitativas de los movimientos permiten construir modelos de sistema de movimientos (modelos físicos y matemáticos) a un alto nivel del análisis sistémico. Mediante la utilización de la técnica de computación se comienzan a estudiar los procesos de la dirección de los movimientos, a buscar las variantes óptimas de las acciones. La síntesis de los sistemas de movimientos se realiza tanto teórica (modelación), como prácticamente, cuando se estructuran de manera real los sistemas de movimientos, cuando se domina la técnica deportiva. El análisis sistémico y la síntesis sistémica de las acciones están indisolublemente ligados entre sí y se complementan uno al otro en la investigación sistémico-estructural.

El **método funcional** es el de más amplia utilización en las investigaciones biomecánicas contemporáneas. Este método posibilita el estudio de la dependencia funcional entre las propiedades y los estados de los fenómenos y caracterizan determinados parámetros, condiciones concretas, una ley cuantitativamente definida. En este caso no se plantea la tarea de estudio de la estructura interna del fenómeno, sino que se investiga solo su función. No se puede contraponer los métodos sistémico-estructural y funcional. En esencia lógicamente, de inicio se analiza la función de todo el sistema íntegro, sin abordar su estructuración. Más adelante se examinan sus mecanismos internos. Cuando en alguna etapa, las particularidades más profundas resultan nuevamente desconocidas, se

trata de conocer solo la función. La elección del enfoque y del método se determina según el planteamiento y las condiciones de la tarea de la investigación.

Hay que diferenciar el método de la biomecánica como vía general y de principio del conocimiento de los complejos sistemas de movimientos, de las metodologías parciales de la investigación biomecánica (metodologías de registro de las características y de elaboración de los datos obtenidos). No toda investigación biomecánica utiliza por completo el método de la biomecánica. Más aún, una gran parte de las investigaciones todavía se dirigen al estudio de mecanismos parciales o indicadores generales de los actos motores. Es muy importante también la elaboración de nuevas metodologías de investigación más perfeccionadas. Sin embargo, para la práctica deportiva resultan particularmente necesarios los modelos integrales de la técnica deportiva como objeto de enseñanza y perfeccionamiento de la maestría técnica. Para la solución de esta tarea se emplea, de forma más completa, la investigación de los sistemas de movimientos, el estudio de su organización estructural interna.

Las regularidades establecidas al estudiar los movimientos tienen un carácter preferentemente estadístico (probable), porque los efectos dependen de muchas causas no determinadas por completo*. Tales regularidades son propias, en particular, de los organismos vivos.

* Cuando el efecto está relacionado de manera simple con la causa, es decir, si las mismas causas provocan los mismos efectos, en metodología, las leyes se denominan *dinámicas*; no hay que confundirlas con las leyes de la *dinámica* (en mecánica).

1.4 DESARROLLO DE LA BIOMECÁNICA DEPORTIVA

La biomecánica deportiva comenzó a desarrollarse impetuosamente en los últimos decenios, como resultado de los logros obtenidos por la biomecánica general. Al surgimiento mismo y al desarrollo de la biomecánica como ciencia autónoma contribuyeron, a su vez, determinadas premisas: la acumulación de conocimientos en la esfera de las ciencias físicas y biológicas, así como también el progreso científico-técnico, que permitió elaborar metodologías complejas perfeccionadas para el estudio de los movimientos y analizar su estructura de una forma nueva.

1.4.1 PREMISAS DEL DESARROLLO DE LA BIOMECÁNICA

En el surgimiento de la biomecánica ejerció una influencia decisiva el desarrollo de la **mecánica**, en particular, su tendencia nueva formada desde los tiempos de Galileo y Newton. Sin embargo, ya Leonardo da Vinci afirmaba que “ la ciencia de la mecánica era la más útil y generosa de todas las ciencias semejantes, porque resulta que todos los cuerpos vivos que tienen movimiento actúan bajo sus leyes”. La mecánica teórica contiene todas las leyes fundamentales del movimiento mecánico. En biomecánica se comenzaron a utilizar los datos de ciencias autónomas tales como la hidrodinámica y la aerodinámica, la resistencia de materiales, la reología (teoría de la elasticidad, de la plasticidad y del escurrimiento), la teoría de las máquinas y de los mecanismos, etc., estructurados sobre la base de la mecánica general.

La ciencia **matemática**, que desempeñó un importante papel en el desarrollo de la mecánica, posteriormente se separó en campos independientes del conocimiento. La aplicación de esta ciencia en la biomecánica se amplía cada vez más. Nos referimos no solo al estudio estadístico del material recopilado, sino también a métodos independientes de investigación, en particular, la modelación matemática.

D. Borelli (alumno de Galileo)- médico, matemático y físico- sentó las bases de la biomecánica como rama de la ciencia en su libro *Acerca del movimiento de los animales* (1679). De las ciencias biológicas, lo que mas se a utilizado en la biomecánica han sido los datos de la anatomía y de la fisiología, que se desprendió de ella en los siglos XVI-

XVII. Posteriormente, ejerció una gran influencia en la biomecánica la anatomía funcional y, en especial, las ideas del nervismo en la fisiología contemporánea. Así se formaron las tendencias fundamentales en el desarrollo de la biomecánica: la mecánica, la anatómico-funcional y la fisiología, que existen aún en la actualidad.

1.4.2 TENDENCIAS DE DESARROLLO DE LA BIOMECÁNICA HUMANA

Las tendencias fundamentales en la biomecánica surgieron una tras otra y han continuado desarrollándose paralelamente. En la tendencia mecánica se mantienen las ideas básicas relacionadas con la variación de los movimientos bajo la acción de las fuerzas aplicadas y sobre la aplicación de las leyes de la mecánica a los movimientos de los animales y del hombre. En el enfoque anatómico-funcional se conservan las ideas sobre la unidad y la condicionalidad recíproca entre la forma y la función en el organismo vivo. La tendencia fisiológica se basa sobre las ideas de la sistematicidad de las funciones del organismo, del aseguramiento energético y las ideas del nervismo, que pone en claro la importancia de los procesos de dirección de los movimientos en la actividad motora. La tendencia mecánica, comenzada con los trabajos de D.Borelli y desarrollada por W.Braune y O.Fischer, está representada en la actualidad en la URSS, así como en los trabajos de muchas escuelas extranjeras (RDA, RPP, EE.UU, RFA y otras). El enfoque mecánico al estudio de los movimientos del hombre, permite, ante todo, determinar la medida cuantitativa de los procesos motores. La medición de los indicadores mecánicos de la función motora resulta totalmente imprescindible para explicar la esencia física de los fenómenos mecánicos. Este es uno de los fundamentos de la biomecánica. Desde el punto de vista de la física, se ponen al descubierto la estructura y las propiedades del aparato locomotor y de los movimientos del hombre. En este sentido, la tendencia mecánica nunca pierde su importancia.

El enfoque puramente mecánico puede resultar a veces un terreno propicio para simplificaciones irrazonables. Existe cierto peligro de subestimar las especificidades cualitativas de la física del ser vivo; puede ponerse de manifiesto tendencias mecanicistas que explican fenómenos cualitativamente altos, mediante factores mecánicos simplísimos. La interpretación errónea de la biomecánica como una ciencia técnica *aplicada a lo vivo*, se conserva, a veces reduce las posibilidades de conocer la complejidad real de los movimientos humanos y su perfeccionamiento dirigido a un fin determinado.

La tendencia **anatómico-funcional** creada en nuestro país por los trabajos de P.F. Lesgaft, I.M. Sechenov, M.F.Ivanitski y otros, se caracteriza preferentemente por el análisis descriptivo de los movimientos en las articulaciones, por la determinación de la participación muscular en la conservación de las posiciones del cuerpo y en sus movimientos. Cada vez más se está empleando el registro de la actividad eléctrica en los músculos (electromiografía), el cual permite determinar el tiempo y el grado de la participación de los músculos en los movimientos, y la coordinación de la actividad de los diferentes músculos y grupos musculares. El conocimiento de las particularidades morfológicas de los sistemas biomecánicos, garantiza una fundamentación más profunda y correcta de la preparación física y técnica en la educación física, en particular, en el deporte.

La tendencia **fisiológica** soviética de la biomecánica se formó bajo la influencia de la idea del nervismo, los estudios sobre la actividad nerviosa superior y los últimos datos de la neurofisiología. I.M.Sechenov, I.P.Pavlov, A.A.Ujtovski, P.P.Anojin, N.A.Bernshtein y otros científicos, pusieron al descubierto la naturaleza refleja de las acciones motoras y el papel de los mecanismos de la regulación nerviosa durante la interacción del organismo con el medio, lo que conforma el fundamento fisiológico del estudio de los movimientos del hombre. Las amplias investigaciones de los mecanismos reguladores del sistema nervioso central y del aparato neuromuscular ofrecen una idea sobre la complejidad excepcional y la perfección de los procesos de dirección de los movimientos.

Las investigaciones de N.A.Bernshtein le permitieron establecer un principio importantísimo de la dirección de los movimientos, reconocido ampliamente en la

actualidad. Dicho principio se realiza mediante: a) las adaptaciones de los impulsos (órdenes) del sistema nervioso, en el transcurso del movimiento, a las condiciones concretas de su ejecución, y b) la eliminación de las desviaciones respecto a la tarea de los movimientos (corrección). Las ideas de I.M.Sechenov sobre la naturaleza refleja de la dirección de los movimientos mediante la utilización de las señales sensoriales, fueron desarrolladas en la tesis de N.A.Bernshtein sobre el carácter en circuito de los procesos de la dirección. Las concepciones neurofisiológicas de N.A.Bernshtein sirvieron de fundamento a la teoría contemporánea de la biomecánica de los movimientos del hombre.

El enfoque sistémico-estructural, como fundamento metodológico del estudio de los movimientos, agrupa las tendencias mecánicas, anatómico-funcionales y fisiológicas en el desarrollo de la biomecánica.

Bibliografía: BIOMECÁNICA DE LOS EJERCICIOS FÍSICOS

D.Donskoi.

V.Zatsiorski