

Las propiedades mecánicas del accionar del cuerpo humano. Su manifestación en las técnicas del aikido

The mechanical properties of the human body actions. Its manifestation in aikido techniques

Abundio Eduardo Puentes,^I Santiago Calero Morales,^{II} Digna Beatriz Puentes Bencomo,^{III} Eduardo Rangel Puentes Bencomo,^{IV} Enrique Chávez Cevallos^{II}

^I Universidad de Guayaquil. Ecuador.

^{II} Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Ecuador.

^{III} Hospital Provincial "León Cuervo Rubio". Cuba.

^{IV} Federación Deportiva del Guayas. Ecuador.

RESUMEN

Los movimientos de las partes del cuerpo humano son desplazamientos en el espacio y el tiempo, que se ejecutan en muchas articulaciones simultánea y consecutivamente. Precisamente el Aikido se caracteriza por provocar la pérdida del equilibrio y el derribo de un oponente mediante el accionar sobre las articulaciones. Atendiendo a esto, se concibe este trabajo dirigido a ofrecer una oportuna explicación sobre el accionar de los diferentes miembros que componen el cuerpo humano y su incidencia en una correcta ejecución técnica en aikido. Cuestiones de gran interés como: las uniones de los miembros, las cadenas cinemáticas, los grados de libertad de los movimientos y las particularidades dinámicas de los movimientos humanos; así como aspectos distintivos del equilibrio, tanto estático como dinámico son tratados en el presente trabajo con adecuada sencillez y precisión.

Palabras clave: accionar del cuerpo humano; articulaciones; aikido.

ABSTRACT

The parts of the human body movements are movements in space and time, running in many joints simultaneously and consecutively. Aikido is precisely characterized by

cause the loss of balance and the demolition of an opponent through the actions applied to the joints. Attending this is conceived this work aimed to offer a timely explanation of the actions of the different members that make up the human body and its impact in a proper technical execution in aikido. Issues of great interest such as: the joints of the limbs, kinematic chains, the degrees of freedom of movement and dynamic peculiarities of the human movements; as well as distinctive balance, both static and dynamic aspects are dealt with in the present work with appropriate simplicity and precision.

Keywords: Actions of the human body; Joints; Aikido.

INTRODUCCIÓN

Los movimientos del hombre no pueden limitarse al simple movimiento mecánico; por el contrario, este constituye uno de los fenómenos más complejos en el mundo. En la actividad motora del hombre, son muy complejas las funciones de los órganos de movimiento y en la misma se refleja su conciencia como una función altamente organizada: el cerebro.

El análisis histórico de la evolución humana, revela la importancia que ha supuesto el dominio del cuerpo en sus múltiples posibilidades, como elemento inherente al avance social de las distintas civilizaciones. Desde la dimensión puramente utilitaria, en la que el desarrollo corporal ofrecía unas mayores posibilidades de vida, a los conflictos bélicos entre distintas comunidades, por desplazamientos geográficos o intereses estratégicos, hasta la utilización del movimiento como elemento importante e incuestionable en la educación personal, y que contribuye, de forma determinante en el desarrollo de sus capacidades para conseguir una formación integral.^{1,2}

Las primeras técnicas de combate o lucha se van perfilando con el tiempo, dando lugar a corrientes específicas asociadas a diferentes culturas y, por tanto, a modelos sociales concretos. Aparecen diferentes modalidades de las denominadas artes marciales,³⁻⁵ con un profundo enclave cultural y que se instauran en el modelo social y educativo de muchos pueblos.

Entre ellas se encuentra el Aikido, que se caracteriza por ser una forma de combate cuerpo a cuerpo.^{6,7} Tiene sus orígenes en distintas formas de combate japonés como el *Jujitsu*, el *Judo* y el *Kendo* o esgrima japonesa.

El Aikido se caracteriza por la riqueza y variedad de movimientos que en él se dan. El alto grado de variabilidad y adaptación de los mismos, debido a la continua variación contextual provocada por las acciones del adversario,⁸⁻¹¹ condicionan la necesidad de abordar la enseñanza de la manera más próxima a la realidad.¹² Entre las características más sobresalientes, merece destacar el gran dominio corporal necesario para ejecutar sus movimientos técnicos.

El secreto de ser capaz de tomar ventaja de la fuerza física del adversario en Aikido, descansa en el principio del movimiento.^{13,14} Existen dos clases de movimientos básicos iniciales: uno es el llamado *Irimi* (un movimiento de entrada) y el otro es el conocido como *tenkan* (un movimiento de giro o pivot). El primero es siguiendo el

movimiento del oponente (variante ómote de ejecución de las técnicas), el segundo cuando se es capaz de evitar un ataque inicial con un movimiento lateral (tenkan), convirtiendo el movimiento rectilíneo del oponente en un movimiento curvilíneo (variante Ura de la ejecución de la técnica).

Otro aspecto vital para garantizar la efectividad de la aplicación de las técnicas del Aikido, es la concentración de la totalidad de la fuerza propia en un instante dado en un punto dado.¹⁵ Aunque la concentración total de la fuerza no es posible, con un entrenamiento regular puede ser alcanzado un nivel considerable.

Es de vital importancia mantener el centro de gravedad en los movimientos básicos del Aikido y el practicante debe procurar esto, potenciando el equilibrio, la relación con el suelo y la gravedad.^{15,16} Al describir las acciones técnicas propias de este arte, el término velocidad es referido a la velocidad de uno o varios segmentos del cuerpo, denominada en muchos casos como velocidad segmentaria. En ese sentido, y como parte del objetivo del presente documento, se ofrece una oportuna explicación sobre el accionar de los diferentes miembros que componen el cuerpo humano y su incidencia en una correcta ejecución técnica del aikido.

CARACTERÍSTICAS DE LA PRÁCTICA DE AIKIDO

Según afirma el sensei *Shioda*¹⁷ "La esencia de la práctica del Aikido es que ambos compañeros perfeccionen sus movimientos y traten de obtener una fortaleza real aplicando las técnicas correctamente". Ninguna técnica de Aikido exige de la aplicación de una fuerza física excesiva; bastará con aplicar una fuerza mínima en el momento y lugar adecuado. Por tal motivo puede ser practicado por personas de toda edad y de ambos sexos.

El secreto de ser capaz de tomar ventaja de la fuerza física del adversario en Aikido, descansa en el principio del movimiento circular,^{14,18} por esto es que su práctica presenta como dirección fundamental la de desarrollar habilidades en el movimiento circular tanto de brazos, como piernas y tronco. La esencia de la modalidad *Ura* de absorber el ataque del oponente, debe su éxito al giro del cuerpo sobre cualquier pie, moviéndose a lo largo de un arco y moviendo las manos como si se siguiera el contorno de una esfera.¹³ En este tipo de movimiento, la fuerza centrípeta ejercida por quien realiza la acción, es la encargada del desequilibrio del atacante al imprimirle una aceleración a su movimiento.

El desarrollo de una adecuada velocidad es otra de las direcciones fundamentales en la práctica del Aikido. Al hablar de velocidad, no es referida solo a la velocidad del movimiento en su conjunto, sino también a la velocidad de reacción,^{19,20} ya que el Aikido es un arte de autodefensa, donde la acción del aikidoka es en respuesta al Ataque del contrincante.

Otro elemento que se cultiva durante la práctica de este arte, es la sincronización del movimiento propio con el del oponente; esta es, según los entendidos, la esencia del Aikido.^{6,7,21} Fuera del plano físico existen otros componentes de la práctica del Aikido no menos importantes como son: el poder respiratorio, la concentración y la preparación filosófica.

Las fuerzas aplicadas sobre un cuerpo pueden provocar tracción, presión, flexión y torsión.²² Las fuerzas que provocan flexión se encuentran con más frecuencia cuando los huesos ejecutan el papel de palancas.²³ Las fuerzas de torsión las encontramos con frecuencia en los movimientos de rotación del miembro alrededor de un eje. A estas dos prestaremos especial atención por la frecuencia con que aparecen en la ejecución de las técnicas de Aikido.

LOS PARES CINEMÁTICOS

Es la unión móvil de los miembros de un sistema. La forma de la unión determina las limitaciones (enlaces) entre el movimiento relativo (condiciones de enlace); la existencia de movilidad en la unión da a los miembros determinadas posibilidades de movimiento relativo (grados de libertad) de movimiento. Las uniones que permiten el giro de los miembros del par se denominan articulaciones.^{24,25}

LAS CADENAS CINEMÁTICAS

Es la unión sucesiva o ramificada de una serie de pares cinemáticos.²⁶ Si tiene el miembro final libre se denomina abierta, si no lo tiene libre se denomina cerrada. En la abierta para cada unión son posibles movimientos aislados. Estos movimientos son geométricamente independientes de los movimientos de las otras uniones, ej: Las extremidades cuando sus miembros finales están libres (si no se tiene en cuenta las interacciones de los músculos).

Las cadenas abiertas pueden cerrarse (con frecuencia a través del apoyo); las cerradas pueden ser perenne o transitoriamente. En la cadena cerrada, perenne o transitoriamente es imposible que se produzca el movimiento aislado único, es decir el movimiento en una unión. El movimiento en cualquiera de las articulaciones provoca el movimiento de las restantes. En el Aikido, el katame waza o técnicas de control se ejecutan mediante el cierre de la cadena.²⁷

LOS GRADOS DE LIBERTAD DE LOS MOVIMIENTOS

Su número corresponde a la cantidad posible de desplazamientos angulares y lineales independientes del cuerpo.²⁸ El cuerpo que no está limitado por nada en sus movimientos se denomina libre (puede moverse en cualquier dirección, no tiene enlaces), su movimiento es posible en tres direcciones fundamentales tanto a lo largo de los ejes de coordenadas como también alrededor de estos. Se dice que este cuerpo tiene seis grados de libertad de movimiento.

La flexibilidad de la cadena cinemática se mide por la amplitud total del movimiento del miembro final con respecto al otro extremo de la cadena.

LAS UNIONES DE LOS MIEMBROS

Las uniones de los miembros de las cadenas biocinemáticas facilitan la multitud de posibilidades de movimientos.²⁶ De la forma de la unión y de la participación de los músculos en los movimientos depende su dirección y amplitud.

En el Aikido, el katame waza o técnicas de control se ejecutan mediante el cierre de las cadenas biocinemáticas provocando que a partir del agarre de una articulación se inmovilice el cuerpo.²⁷ De igual modo, cuando ejecutamos una técnica a partir del agarre a la muñeca el movimiento de esta articulación provocará el de la articulación del codo y el de la articulación del hombro. Al cerrar una cadena para realizar una técnica se disminuyen las posibilidades de movimiento y la dirección de estos movimientos se hace más exacta que en las abiertas. El esqueleto, compuesto por huesos unidos en forma móvil es la base rígida de las cadenas biocinemáticas.²⁹

LOS MIEMBROS DE LAS CADENAS BIOCINEMÁTICAS

Los miembros del cuerpo humano actúan como palancas con la dificultad de que tienen peso y durante las aceleraciones ejercen una resistencia inercial en dependencia de sus momentos de inercia. La fijación (bloqueo) de las articulaciones y su liberación (suspensión de los enlaces) facilita que en las cadenas exista un número variable de miembros móviles, lo que está dado por la redistribución de las velocidades de los mismos.

La longitud variable de la cadena (durante la flexión y la extensión) varía las condiciones de acción de las fuerzas en las palancas (los brazos de fuerza) y la resistencia inercial de los miembros (momentos de inercia).³⁰ Los limitantes activos (músculos) determinan el límite de los movimientos.³¹

El hombre ejecuta las acciones en condiciones de campo variable de fuerzas (conjunto de fuerzas externas e internas aplicadas sobre él las cuales cambian su valor con el transcurso del tiempo). Por eso, el efecto de las tracciones musculares en las articulaciones no se mantiene constante. También son variables las resistencias internas pasivas: de reacciones elásticas, viscosas, de fricción, de apoyo, etc...

PARTICULARIDADES DINÁMICAS DE LOS MOVIMIENTOS HUMANOS

Según *Zatsiorski, y Donskoi*,³² "Las características iniciales del cuerpo (masa y momento de inercia) en los sujetos de diferentes dimensiones, peso y constitución corporal son diferentes". El centro de gravedad del cuerpo humano en la posición errecta está situado en la zona de la cadera (Fig. 1). En él estará aplicada la resultante de la fuerza de gravedad ejercida sobre el centro de gravedad de los diferentes miembros; en dicha posición estas fuerzas estarán dirigidas pasando por el eje de giro de las distintas articulaciones y no tendrán efecto rotacional sobre las mismas (Por esto se acostumbra a considerar esta una posición de relativo reposo).

Dicha resultante actuará: sobre el apoyo (en reposo) como peso y se anulará con la fuerza de reacción del mismo. No podemos variar el peso de los cuerpos, pero si es posible durante la ejecución de las técnicas variar los momentos de las fuerzas de gravedad.

Partiendo de aquí podemos comenzar a señalar las bondades de la práctica del Aikido; con solo adquirir la postura de sankakutai (Fig. 2) el practicante estará ejercitando su cuerpo al realizar un trabajo pasivo (sin desplazamiento relativo) a fin de vencer el efecto rotacional de la fuerza de gravedad sobre los diferentes miembros del cuerpo en tal posición.

Ante la acción externa sobre un cuerpo (o miembro) este ejercerá acción similar sobre quien lo desplaza, esta estará siempre dirigida en sentido contrario a la aceleración experimentada por dicho cuerpo (o miembro) y aplicada sobre el punto de contacto.

Durante su actividad el aikidoka supera las fuerzas de resistencia mediante las fuerzas musculares y realiza un trabajo para: superar todas las resistencias y comunicar aceleración a sus órganos en movimiento y a su oponente, al cual le trasmite la cantidad de movimiento, el momento y la energía cinética. Al realizar estos movimientos a favor del movimiento del oponente reduce considerablemente el valor de las fuerzas que aplica, por consiguiente, el de las fuerzas de reacción. Un movimiento posterior de modo fluido y continuo garantiza una ejecución a una velocidad de valor aproximadamente constante, lo que implica valores muy pequeños de aceleración.

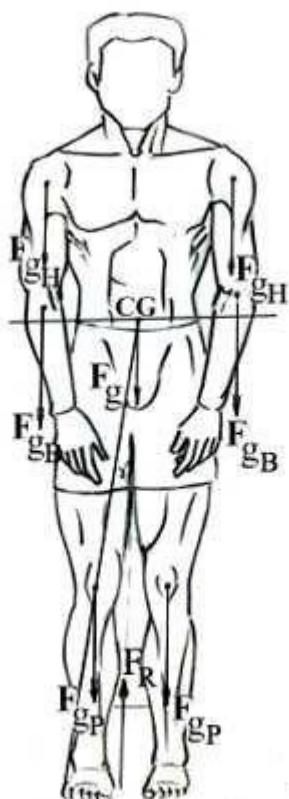


Fig. 1. Centro de gravedad del cuerpo humano.

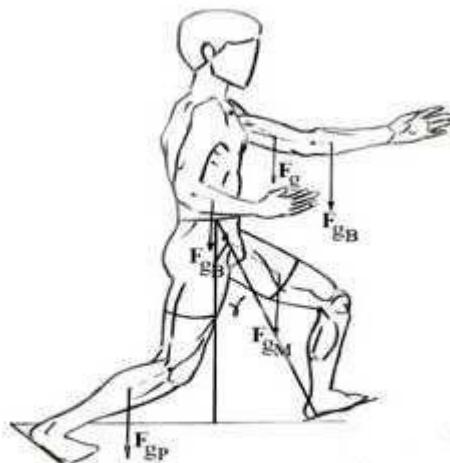


Fig. 2. La postura de Sankakutai.

Las fuerzas de tracción muscular son las únicas fuentes internas de energía del hombre. Solo mediante estas fuerzas el hombre puede aprovechar todas las restantes fuerzas y dirigir los movimientos. La variación del brazo de fuerza de tracción del músculo respecto al eje de rotación produce variaciones en el efecto rotacional de esta fuerza; este brazo varía con la variación del ángulo articular. Por ejemplo, para 90° en el codo sus flexores pierden fuerza en diez veces aproximadamente.

En la medida en que el aikidoka perfecciona sus movimientos, se hace posible el mejor aprovechamiento de sus fuerzas musculares manifestada en la ejecución de la técnica con la mayor economía de fuerzas. Por esto se afirma que la práctica sistemática del Aikido contribuye al reforzamiento de una postura correcta además de propiciar un desarrollo satisfactorio de las habilidades motrices.³³

El movimiento más simple de un miembro en una articulación, es el movimiento alrededor de un eje y en un sentido. El valor de este movimiento dependerá del momento de la fuerza aplicada sobre el mismo. En la actividad motora siempre encontramos agrupaciones de movimientos articulares.

Las interacciones internas posibilitan la integridad del sistema. Los movimientos en el sistema están coordinados en el espacio y en el tiempo. Aun cuando en la variante "Omote" de las técnicas de Aikido se hacen evidentes las diferentes fases del movimiento el tránsito de unas a otras debe efectuarse de modo continuado evitando la aparición de aceleraciones propias de los cambios bruscos de velocidad.

LAS ESTRUCTURAS DEL SISTEMA DE MOVIMIENTOS

Estas pueden ser: cinemáticas (Regularidades de la interacción entre los movimientos en el espacio y en el tiempo) y dinámicas (Regularidades de la interacción de fuerzas de las partes del cuerpo entre sí y con el oponente)

Cuando existe un alto perfeccionamiento de la estructura cinemática se observa una coordinación, una armonía espacial y temporal precisa del sistema de movimientos.³⁴ La alta perfección de la estructura dinámica se pone de manifiesto en acciones de fuerza suficientes, ejecutadas en el instante preciso.

Estos son atributos que caracterizan la ejecución de las técnicas del aikidoka cuando ha alcanzado una alta maestría: Una perfecta coordinación entre los movimientos de todas las partes del cuerpo, un dominio total de su centro durante toda la ejecución técnica,³⁵ y un máximo aprovechamiento de las posturas relativas de él y de su oponente en función de aprovechar el desequilibrio logrado en el mismo a fin de alcanzar su objetivo con la aplicación de una fuerza mínima.

El Aikido provee al practicante de capacidades distintivas al desarrollar un sistema de entrenamiento que pertrecha al mismo de un pensamiento abierto, flexible, capaz de ofrecer variantes ante las situaciones más disímiles. El aikidoka inicia su accionar técnico a partir del accionar técnico del oponente,^{6,14} con el consiguiente grado de improvisación que esto exige, logra una ventaja inicial a partir del estudio de la postura del adversario, pero además es capaz de ofrecer variantes rápidas y seguras ante las más diversas reacciones de su oponente.

Otro rasgo distintivo de un maestro de Aikido es la coordinación de sus movimientos, aspecto de particular importancia para imprimir belleza a la ejecución de una técnica.³⁵

LA COORDINACIÓN DE LOS MOVIMIENTOS

Es el proceso de concordancia de los movimientos, que conduce al logro de un objetivo:³⁶ Coordinación nerviosa, muscular y motora.

- Nerviosa: Concordancia de procesos nerviosos que conducen a la solución de la tarea motora. Es el aspecto decisivo de la coordinación. De aquí que se plantea que el aikidoka debe tener mente abierta para la ejecución de las técnicas, sin dejarse afectar sicológicamente ante la aparición de un conflicto.
- Muscular: Concordancia de las tensiones musculares que ejercen acción sobre los miembros del cuerpo, de acuerdo con las señales del sistema nervioso y bajo la acción de fuerzas aplicadas. Su rasgo más característico es la interacción muscular en grupos. De aquí se deduce que a una mente abierta como la que caracteriza a un buen aikidoka corresponderá un sistema muscular distendido, sin rigidez para el logro de una técnica fluida y si grandes esfuerzos.
- Motora: Concordancia de los movimientos de los miembros del cuerpo en el espacio y el tiempo, que corresponde a la tarea motora a ejecutar en condiciones concretas.

Rasgo distintivo del aikidoka es la perfecta coordinación entre los movimientos de las extremidades superiores y las extremidades inferiores, lo cual imprime extraordinaria belleza a nuestra arte marcial.

En uno de sus trabajos *Kishomaro Ueshiba*⁷ afirma "... en la práctica del Aikido el cuerpo entero, no solamente los brazos y las piernas se deben mover continuamente de forma coordinada, y esto debe hacerse con rapidez, vigor y potencia, y, a fin de actuar suave pero rápidamente se requiere un extraordinario grado de concentración mental y de agilidad, de equilibrio y de reflejos".

Derivado de la coordinación está el equilibrio, que es una cualidad complementaria; normalmente el equilibrio y la coordinación son proporcionales. El aikidoka debe realizar todos sus movimientos con un total equilibrio, partiendo del desequilibrio de su oponente, lo cual garantizará la ejecución de la técnica con una fuerza mínima.

Un maestro de Aikido transmite con su ejecución total seguridad, precisión y confianza en lo que hace. Prima en el aikidoka la soltura, manifiesta en una postura bien abierta y baja y en relajación, pues se exige una total coordinación entre cuerpo y mente.³⁷ Una cualidad que no sólo implica la idea de coordinación y flexibilidad, sino que añade la velocidad y la agilidad, elementos imprescindibles para la gran mayoría de las artes marciales en particular y el resto de deportes en general, especialmente los que implican cambios de dirección y sentido a la mayor velocidad posible. La rapidez no supone traslación; en cambio, el término velocidad es un concepto translatorio y locomotor, puesto que es la capacidad de experimentar un desplazamiento dado en un tiempo determinado, capacidad determinante en las artes marciales.³⁸

La correcta coordinación de los movimientos es otro atributo característico del aikido, ya que el aikidoka realiza movimientos que, por su complejidad, necesitan de todas estas cualidades:

- La flexibilidad necesaria para adecuar sus acciones a la postura asumida por el Uke.
- La elasticidad para el logro de la conveniente amplitud de sus desplazamientos.³⁹
- La agilidad necesaria para el cambio de una técnica a otra ante respuestas repentinhas del Uke.
- La rapidez para anticiparse a los movimientos de uno o varios oponentes y la velocidad característica fundamental de las técnicas en forma Ura.

La efectividad de un movimiento técnico se determina por la medida en que se ha solucionado la tarea motora y cuál ha sido el precio de su ejecución. Los movimientos del aikidoka están dirigidos a la variación de las condiciones del oponente, lo cual parte de la variación de las condiciones del propio cuerpo para el logro de la interacción necesaria; por tanto, su efectividad estará dada por el precio pagado para variar el estado inicial del oponente, teniendo presente que la evaluación de una acción específica comprende un plano físico (posición relativa lograda con la acción), uno psíquico (efecto de la acción realizada en la psíquica del oponente) y otro táctico (lo logrado para la consecución de la acción). Otro aspecto muy importante para la ejecución de las técnicas del Aikido con elegancia y marcialidad es la conservación del equilibrio.

EL EQUILIBRIO CORPORAL

Cuando el cuerpo humano conserva por completo la postura se le pueden aplicar las leyes válidas para el equilibrio del cuerpo rígido.⁴⁰

El mantenimiento del equilibrio se logra sobre la base de la situación de las diferentes partes del cuerpo, gracias a los esfuerzos musculares, dinámicos y estáticos. Para conservar la posición del cuerpo el sujeto debe encontrarse en equilibrio. La posición del cuerpo se determina por su postura (disposición de los miembros que no depende de la orientación del cuerpo en el espacio ni respecto al apoyo), por su orientación y situación en el espacio, así como por su relación con el apoyo. Por consiguiente, para la conservación de la posición del cuerpo, el hombre debe fijar la postura y no permitir que fuerzas aplicadas hagan variar esa postura, así como que desplacen su cuerpo de un lugar dado en cualquier dirección o provoquen su giro respecto al apoyo, ya que en el estado de movimiento una aceleración de este movimiento implicará el desequilibrio del cuerpo.

Lo explicado evidencia las ventajas de las posturas de defensa (sankakutai) adoptadas por el aikidoka; posturas abiertas con gran área de apoyo, el centro de gravedad bien bajo garantizando la estabilidad de las mismas. Esta postura es muy provechosa también desde el punto de vista terapéutico, dado el trabajo estático realizado por los diferentes sistemas musculares dirigido al mantenimiento de la postura como ya se indicó.

Con la aparición de la fase de maestría deportiva el aikidoka llega a aprovechar al máximo las fuerzas musculares, siendo capaz de mantenerse en su posición por intervalos de tiempo muy prolongados. Por otra parte, el ángulo de estabilidad sirve como índice dinámico de estabilidad del cuerpo. Está formado por la línea de acción de la fuerza de gravedad y la recta que une el centro de gravedad con el correspondiente límite del área de apoyo. En el cuerpo humano cuando se determina la estabilidad es necesario tener en cuenta los límites del área de apoyo, la seguridad de la conservación de la postura, hasta la posición límite del cuerpo y la línea real de vuelco.

En la lucha por la conservación de la posición se emplea tanto el debilitamiento de la acción de las fuerzas interinas (que atentan contra el mantenimiento de la postura) como el fortalecimiento de la acción de las fuerzas equilibrantes (proporcionan el restablecimiento del equilibrio).

En los movimientos de recuperación se aprovechan fuerzas externas sin las cuales el centro de gravedad del cuerpo no puede regresar a la zona de conservación de la posición. Tales fuerzas pueden ser provocadas por movimientos acelerados de los miembros. Es por esto que un aikidoka diestro acompaña sus desplazamientos de movimientos pronunciados de sus extremidades superiores. En el prólogo al libro La

Dinámica Marcial del Arte de la Paz Miguel Morales Bermúdez expresa "La verdad viva del arte marcial recogida en los principios relativos a la postura, posición, desplazamiento, respiración, extensión, conexión y terminación de movimientos jamás se agota".⁴¹ Dadas las características del arte marcial estudiado es muy importante tener una idea clara sobre el movimiento en el lugar.

EL MOVIMIENTO EN EL LUGAR

Los movimientos en el lugar se caracterizan por la existencia de un apoyo invariable y por la conservación de las condiciones de equilibrio. Durante cualquier movimiento los miembros se desplazan uno respecto al otro, se desplazan sus centros de gravedad y casi siempre el centro de gravedad del cuerpo, así como su centro de masas.

Los movimientos en el lugar se ejecutan con apoyo invariable y, con la conservación del equilibrio, el centro de gravedad del cuerpo se mantiene dentro de los límites de la zona de conservación de la posición y, en caso extremo en la zona de recuperación de la posición. Este movimiento es típico de la variante Ura de ejecución de técnicas en las cuales fijamos nuestra extremidad inferior incorporándonos al movimiento del oponente, y con una pequeña fuerza lateral lo obligamos a girar conjuntamente con nosotros alrededor de dicha extremidad, la cual de este modo hace las funciones de eje de giro. De esta forma, quien ejecuta la técnica se mantiene perfectamente equilibrado al constituirse centro de giro sin experimentar aceleración alguna, mientras quien recibe la acción experimenta una aceleración de gran valor compuesta por la variación del valor de la velocidad debido a la componente tangencial de la fuerza aplicada, y una aceleración centrípeta dada por el cambio de dirección de dicha velocidad.

MOVIMIENTOS MOTORES Y RESISTENTES

Durante el movimiento de los miembros móviles y de los cuerpos desplazados, surgen sus aceleraciones y se evidencia la oposición de los mismos a variar su estado inicial. Por ejemplo, el movimiento de los miembros según la normal altera la reacción del apoyo, lo cual se traduce en la aparición de una componente dinámica de reacción del apoyo (además de la componente estática).

Si la aceleración del miembro no es según la normal surgen las fuerzas de rozamiento. En los movimientos motores la tracción de los músculos está dirigida en el sentido del movimiento, y en los movimientos resistentes está en sentido contrario. En el motor los músculos se acortan al superar la fuerza de resistencia aplicadas al miembro.

Durante la aplicación de una técnica contamos con la resistencia del adversario; en este caso las fuerzas de frenaje son el peso y las fuerzas musculares del oponente. En los movimientos rápidos las aceleraciones son grandes. En este caso los músculos al contraerse pueden (por su fuerza elástica) detener el movimiento y provocar un movimiento inverso.

Por el carácter de los movimientos en el lugar se distinguen las fases de impulso y frenaje, entre ellas a veces se observa una fase de movimiento relativamente uniforme.³² En el movimiento rápido la fase de velocidad constante prácticamente no existe; el impulso es sustituido rápidamente por el frenaje. Durante el movimiento, con el objetivo de obtener una precisión final del movimiento el impulso puede continuarse hasta el logro mismo del objetivo. Cuando es necesaria una precisión continua de movimiento el impulso puede ser sustituido rápidamente por una fase de movimiento relativamente uniforme. En el Aikido los movimientos Omote (siguiendo una trayectoria rectilínea) presentan esta última característica, mientras que los

movimientos Ura se distinguen por el hecho de que el impulso se continúa hasta el logro mismo del objetivo, sustituyendo el impulso rápidamente por el frenaje.

Es por esto que para el logro de una ejecución eficaz el aikidoka deba tener presente la determinación de: las posiciones inicial y final y las características cinemáticas y dinámicas (tanto de él como del oponente), la composición fásica de los movimientos y las condiciones de equilibrio.

Durante los movimientos activos del hombre no existe una única fuerza que mueve todos sus miembros como sistemas de cuerpos. Por ejemplo, cuando desplazamos al oponente al aplicarle una técnica el empuje se produce como resultado de la tensión de los músculos. Simultáneamente surgen las reacciones de los miembros acelerados. Como resultado aumenta la reacción de apoyo que contrarresta el peso de los miembros móviles.

Para completar un análisis exhaustivo de los desplazamientos como acción fundamental en la ejecución de una técnica de Aikido es necesario conocer las peculiaridades del paso.

FASES DEL PASO

En este movimiento se distinguen dos períodos: De apoyo y de traslado (hacia delante y hacia atrás respecto a la cadera). El apoyo situado frente al centro de gravedad del cuerpo siempre frenará el desplazamiento del cuerpo al frente y situado detrás garantiza el movimiento al frente.

En los movimientos cílicos del paso el cambio de sentido de los movimientos oscilatorios de la pierna se produce en los instantes de situaciones más altas del centro de gravedad por detrás y por delante de la cadera. En estos puntos surgen las aceleraciones máximas como consecuencia de la aplicación de los máximos esfuerzos. Existe aquí una constante transformación de energía potencial en cinética, y de cinética en potencial. Durante el frenaje del péndulo de la pierna que se traslada, y durante la flexión de amortiguación del apoyo, la energía cinética se convierte en energía potencial de deformación elástica de los músculos. Durante el impulso de la pierna que se traslada y durante el empuje propio del apoyo, la energía potencial elástica se convierte en cinética. Mantener un régimen constante de oscilaciones implica una constante disipación de energía.

Los movimientos de las piernas durante el paso están sincrónicamente relacionados con los movimientos del tronco y de los brazos. Estas consideraciones hechas sobre el paso justifican las indicaciones que se ofrecen a los practicantes del Aikido dirigidas a mantener una posición relativamente baja del centro de gravedad durante los desplazamientos, evitando la elevación de la cadera, mantener una postura abierta con el centro de gravedad aproximadamente en el punto medio de la distancia entre ambas piernas para facilitar igualmente el desplazamiento en cualquier sentido, así como efectuar los desplazamientos a un mismo nivel sin ondulaciones en el plano vertical, a fin de hacer mínimas las transformaciones energéticas y su consecuente disipación.

Por último, es oportuno señalar que los movimientos en un mismo sentido aumentan la velocidad del miembro final de la cadena, los movimientos en diferentes sentidos (movimientos de retroceso) hacen disminuir la velocidad del miembro final y las pausas en los movimientos de los miembros de la cadena biocinemática también disminuyen la velocidad. De aquí la conveniencia de efectuar las técnicas de modo fluido y continuo.

CONSIDERACIONES FINALES

Todo lo expuesto con anterioridad permite afirmar que el Aikido es la más depurada forma de movimiento en función de la ejecución de acciones de defensa. La enseñanza del Aikido pasa, por tanto, por la enseñanza del uso corporal en sus más altos niveles de control y conocimiento, que permitirán un mayor dominio de las acciones. La precisión de los movimientos, tanto de ataque como de defensa, supone la clave del éxito de las acciones. Por ello, el desarrollo de cualidades como el equilibrio y estabilidad corporal, el tono muscular, la velocidad segmentaria y una adecuada capacidad de anticipación deben ser el punto de partida de la preparación del practicante orientado a este arte.

El Aikido se adapta a cualquier individuo que desee mejorar su calidad de vida, al obtener con su práctica el control de su cuerpo, la correcta percepción del espacio y del tiempo y la amplitud del movimiento corporal y apertura mental. Al conocimiento de las características de estas capacidades está dirigida esa modesta obra.

Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Klein-Vogelbach S. Functional kinetics: observing, analyzing, and teaching human movement. 2nd ed. Berlin: Springer Science & Business Media; 2012.
2. Guevara PV, Calero S. La técnica de carrera y el desarrollo motriz en aspirantes a soldados. Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas. 2017;36(3):1-14.
3. Ruiz RJ. 100 años de artes marciales: repertorio bibliográfico de monografías publicadas en España (1906-2006). Recorde: Revista de História do Esporte. 2009;2(1):1-4.
4. Green TA, Svinth JR. Martial arts in the modern world USA: Greenwood Publishing Group; 2003.
5. Mindell A. The leader as martial artist USA: Deep Democracy Exchange; 2014.
6. Ueshiba K. Aikido, la Práctica España: Eyras SA.; 1991.
7. Ueshiba K. The Spirits of Aikido Japón: Kodensha; 1983.
8. Reguli Z, Bernaciková M, Kumstát M. Características Antropométricas y Composición Corporal en Practicantes de Aikido. International Journal of Morphology. 2016;34(2):417-23.
9. Tan KS. Becoming an Aikidoka: Acculturation and essentialism in the practice of Aikido. Revista de Artes Marciales Asiáticas. 2014;9(2):130-51.

10. Reguli Z, Bernaciková M, Kumstát M. Anthropometric Characteristics and Body Composition in Aikido Practitioners. *International Journal of Morphology*. 2016; 34(2):417-423.
 11. Lothes J, Hakan R, Kassab K. Aikido experience and its relation to mindfulness: A two-part study. *Perceptual and motor skills*. 2013;116(1):30-9.
 12. Borges AE. Estrategia didáctica para la enseñanza del Aikido. *PODIUM: Revista de Ciencia y Tecnología en la Cultura Física*. 2009;4(1):274-90.
 13. Puentes E, Calero S. Fundamentals for a biomechanical analysis of aikido. *Lecturas: educación física y deportes*. 2014 marzo;18(190):1-13.
 14. Ueshiba K. *The art of Aikido: Principles and essential techniques* Japan: Kodansha International; 2004.
 15. Westbrook A, Ratti O. *Aikido and the dynamic sphere: An illustrated introduction*. Japan: Tuttle Publishing; 2012.
 16. Meyer R, Ikeda H, Reeder M. *Center: The power of aikido* Berkeley: Frog Books; 2000.
 17. Shioda G. *Dynamic aikido* Tokyo: Kodansha international; 1968.
 18. Blatt FJ, Pozo VG. *Fundamentos de física* Madrid: Prentice-Hall Hispanoamericana; 1991.
 19. Şentuna B, İrez GB, Akpinar S, İrez SG, Korkusuz F. Six months aikido training shortens reaction time. *Journal of Human Sciences*. 2010;7(2):1051-58.
 20. Tomas V, Willy P, Zdenko R, Martin Z. Isokinetic strength of the wrist in male aikido athletes. *Ido Movement for Culture. Journal of Martial Arts Anthropology*. 2016;16(2):48-54.
 21. Snell C. At the threshold: approaching inter-subjectivity in the creative process with somatic Aikido methodology. *Journal of Dance & Somatic Practices*. 2012;4(2):249-56.
 22. Weineck J. *La anatomía deportiva*. 4th ed. Barcelona: Editorial Paidotribo; 2004.
 23. Mendoza A. Estudio de las propiedades mecánicas del sistema óseo. *Ingeniería e Investigación*. 1991;23:14-9.
 24. Herman IP. *Physics of the human body*. 2nd ed. NY: Springer; 2016.
 25. León S, Calero S, Chávez E. *Morfología funcional y biomecánica deportiva*. 2nd ed. Quito: Editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE; 2016.
 26. Gowitzke BA, Milner M. *El cuerpo y sus movimientos. Bases Científicas* Barcelona: Editorial Paidotribo; 1999.
 27. Albiac JS. Aikido paso a paso: una guía práctica. *Revista de Artes Marciales Asiáticas*. 2012;4(2):115-6.
-

28. Suárez-Sanabria N, Osorio-Patiño AM. Biomecánica del hombro y bases fisiológicas de los ejercicios de Codman. Ces medicina. 2013;27(2):205-17.
29. Hamill J, Knutzen KM. Biomechanical basis of human movement. 2nd ed. USA: Lippincott Williams & Wilkins; 2006.
30. Andrade JB, Villarroya-Aparicio A, Morales SC. Biomecánica de la marcha atlética: Análisis cinemático de su desarrollo y comparación con la marcha normal. Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas. 2017;36(2):53-69.
31. Nashner LM. Practical biomechanics and physiology of balance. Balance Function Assessment and Management. In Gary P, Neil T. Balance Function Assessment and Management. 2nd ed. San Diego: Plural Publishing; 2014. p. 431.
32. Zatsiorski V, Donskoi D. Biomecánica de los ejercicios físicos Moscú: Raduga; 1988.
33. Matavulj D, Milosavljević S, Lazarević P, Ivanovski A. Implementation potential of specific real aikido games in recreation of early school age children. Science & Practice. 2011;4(1):15-23.
34. Franz JR, Paylo KW, Dicharry J, Riley P, Riley PO, Kerrigan DC, et al. Changes in the coordination of hip and pelvis kinematics with mode of locomotion. Gait & posture. 2009;29(3):494-8.
35. Lefebvre A. The coordination of moves in Aikido interaction. Gesture. 2016;15(2):123-55.
36. Matveev L. Fundamentos del entrenamiento deportivo España: Lib Deportivas Esteban Sanz; 1985.
37. Clawson JG, Doner J. Teaching leadership through aikido. Journal of management education. 1996;20(2):182-205.
38. Christensen LW. Speed Training: How to Develop Your Maximum Speed for Martial Arts USA: Paladin Press; 1996.
39. Kim SH. Ultimate Flexibility: Complete Guide to Stretching for Martial Arts USA: Turtle Press; 2010.
40. Tözeren A. Human body dynamics: classical mechanics and human movement Washington: Springer Science & Business Media; 1999.
41. Yamada Y. Aikido total Perú: Budokan Ediciones; 1997.

Recibido: 20 de diciembre de 2017.

Aprobado: 25 de enero de 2018.

Abundio Eduardo Puentes. Universidad de Guayaquil. Ecuador.

Correo electrónico: apuentesborges@gmail.com