

2.1 Metodología del trabajo de fuerza en el deporte de situación

Este módulo 2 va a estar centrado en la metodología de entrenamiento que aquí proponemos para desarrollar la fuerza. En la primera unidad, van a establecerse las bases de conocimiento que fundamentan el trabajo que se propone, introduciendo ya unos temas dedicados a la propuesta de tareas centradas en la mejora del control neuromuscular, y todo ello descontextualizado del deporte (tan sólo las características cinemáticas de algunas acciones técnicas estarán presentes). En la segunda unidad se hace una integración del trabajo de fuerza con otras capacidades, y se progresa en la propuesta de adaptar este entrenamiento en dirección a la realidad del deporte.

1.1 El entrenamiento de fuerza y la necesidad de trabajar con sobrecarga

Cuando planteamos una formación centrada en el entrenamiento de fuerza, hemos de situarnos en los diferentes planteamientos y en las diferentes metodologías que tenemos a nuestro alcance. Si bien es cierto que en el módulo 1 hemos realizado un planteamiento de trabajo que debe tener como marco preferente la teoría ecológica, es cierto también que hemos de plantear tareas para el desarrollo de la fuerza que alteren el entorno competitivo del deportista. Con este hecho nos referimos a la necesidad de trabajar la fuerza con sobrecargas externas, de manera que tengamos que vencer resistencias por encima de la propia del peso corporal, con la intención de conseguir determinadas adaptaciones que el trabajo sin resistencia no nos podría dar. Por poner un ejemplo, podemos plantear tareas para la mejora del salto en un entorno cercano a la competición,

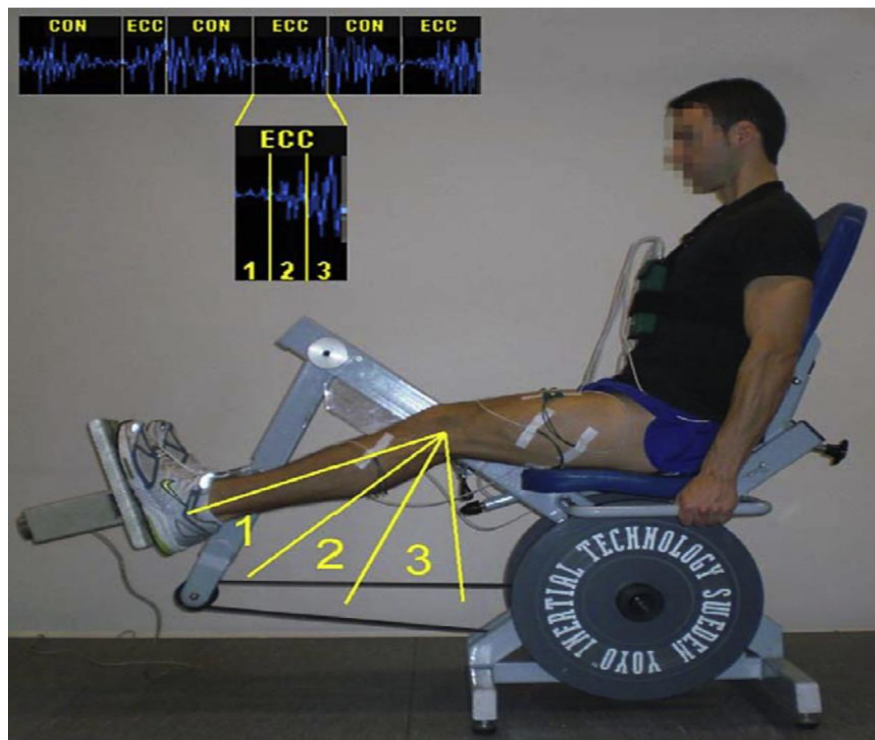
incluyendo aspectos coordinativos y tácticos, y este tipo de trabajo, al hacerlo sin resistencias externas (o tan sólo las provocadas por el contacto con un oponente), tendrán una más fácil lectura desde los postulados ecológicos. Esta intención quedaría reflejada en los conceptos de fuerza de lucha, de salto y de lanzamiento (Seirullo, 1998), tal y como hemos visto en el módulo uno de este curso. Por el contrario, el hecho de trabajar la fuerza en el salto con una resistencia proporcionada por una polea, se alejará de lo que es el verdadero entorno de competición, pues será más difícil adecuar el trabajo a una coordinación específica y a estímulos perceptivos y de toma de decisiones propios del deporte. De todas maneras, en este curso planteamos el reto de diseñar las tareas de fuerza con resistencias desde una perspectiva ecológica, tal y como veremos más adelante.

1.1.1 Bases del entrenamiento con resistencia inercial

Desde el punto de vista del material que podemos utilizar en el trabajo de fuerza, podemos enumerar resistencias elásticas, gravitatorias, isocinéticas, neumáticas e inerciales, entre otras. En este apartado nos vamos a centrar en los dispositivos de resistencia inercial, pues pensamos que son los que más van a representar la realidad del gesto deportivo desde un punto de vista fisiológico y biomecánico. Sin ánimo de adentrarnos en toda la historia que hay detrás de este tipo de dispositivos, es importante destacar la figura del Dr. Archibald V. Hill, quien en el año 1922 (Hill, 1922) ya introducía el llamado "*flywheel*" o "volante de inercia", una rueda pesada que giraba sobre su propio eje y con lo que conseguía una velocidad más óptima de ejecución y una mayor eficiencia mecánica en los esfuerzos de máxima intensidad, tal y como podemos leer en Romero y Tous (2010). A pesar de que esta referencia del Dr. Hill marca lo que hoy en día definiríamos como innovación, es en la década de los 80 del siglo pasado cuando Hans Berg y Per Tesch realizan una serie de publicaciones utilizando la conocida metodología YoYo, unos dispositivos para el desarrollo de la fuerza mediante resistencias inerciales que han tenido una gran repercusión en el ámbito deportivo (Berg y Tesch, 1998; Berg y Tesch, 1994; Berg y Tesch, 1992).

Con relación a estas publicaciones y a la referenciada de Romero y Tous (2010), la tesis doctoral de Gabriel Gual desarrolla una gran síntesis sobre las mismas, destacando la explicación de cómo conseguir lo que se conoce como sobrecarga excéntrica, citando al Dr. Per Tesch (Tesch et al., 2004), del *Karolinska Institutet*. Este autor nos argumenta cómo, para poder utilizar de manera correcta esta tecnología, el ejecutante ha de aplicar una máxima fuerza durante toda la fase concéntrica de la acción. El dispositivo inercial provocará entonces una fuerza que deberá contrarrestarse en la fase excéntrica del movimiento. Para poder conseguir la conocida “sobrecarga” excéntrica, el ejecutante acompañará la máquina en los primeros dos tercios del recorrido articular, para seguidamente aplicar la máxima fuerza de frenada en el último tercio de esta fase (Tesch et al., 2004). Esta metodología de trabajo de la fuerza la venimos desarrollando desde el año 2004 (figura 1), y ya quedó reflejada en una primera publicación hecha con deportistas que presentaban tendinopatía rotuliana crónica (Romero-Rodríguez et al., 2011).

Figura 1: Fase excéntrica dividida en tres zonas del recorrido articular en una Yoyo Leg Press.



Fuente: fotografía tomada por el autor para ser publicada en Romero-Rodríguez , Gual , Tesch, 2011. Pag.44.

La imagen muestra las tres ventanas de recorrido articular en que se dividía la fase excéntrica de la acción desarrollada en una máquina leg press (YoYo Leg Press, YoYoTM). En las ventanas 1 y 2, el sujeto no debe hacer prácticamente fuerza, tan sólo ir acompañando el movimiento. Por otra parte, la ventana 3 ha de ser la fase de la desaceleración donde se imprime la máxima fuerza, y trata de frenar la fuerza provocada por el dispositivo en la fase de aceleración.

Esta tecnología inercial ha sido aplicada mediante ejes cilíndricos y cónicos. En la actualidad, la mayoría de estudios centrados en la tecnología inercial han sido desarrollados utilizando ejes cilíndricos, y abarcan diferentes ámbitos del deporte, tales como la prevención de lesiones (Gual et al., 2013; Gual et al., 2016; Askling et al., 2003), la readaptación (Romero-Rodríguez et al., 2011) y la optimización del rendimiento (de Hoyo et al., 2016). En cuanto a la utilización de resistencias inerciales con ejes cónicos, su ámbito de aplicación preferente ha sido la optimización del rendimiento (Gonzalo-Skok et al., 2017), y trataremos esta metodología a partir del tema 3 de este módulo. Básicamente, lo más importante a tener en cuenta entre estas dos posibilidades es que las resistencias en los ejes cilíndricos son mayores que las que presentan los ejes cónicos. Por otra parte, los diseños actuales que presentan ejes cónicos nos permiten mayor funcionalidad a la hora de diseñar tareas, aunque es cierto que esta funcionalidad no tiene porqué ser exclusiva de este último tipo de dispositivos.

Centrándonos en los dispositivos con eje cilíndrico, el trabajo de Lena Norrbrand (Norrbrand et al., 2008), del mismo grupo de investigación del Dr. Per Tesch del *Karolinska Institutet*, apoya la utilización de tecnología inercial al comparar dos ejercicios de extensión de rodilla, uno mediante resistencia gravitatoria, y el otro mediante resistencia inercial. Este estudio demostraba una mejor relación del desarrollo de fuerza entre las fases concéntrica y excéntrica de la acción en el dispositivo inercial, además de que en algunos sujetos de su muestra llegaban a desarrollar mayores adaptaciones en la fase excéntrica (Norrbrand et al., 2011; Norrbrand et al., 2008). Este hecho puede traducirse en adaptaciones muy interesantes en las acciones

deportivas, donde las fases de frenada (acciones excéntricas musculares) se desarrollan con gran necesidad estabilizadora para conseguir un mejor rendimiento de la acción y un mayor efecto preventivo. Más actualmente, es importante destacar el trabajo del mismo Dr. Per Tesch y colaboradores publicado recientemente (Tesch et al., 2017), donde precisamente uno de los pioneros de esta tecnología sintetiza la historia de las conocidas como máquinas yoyo (YoYo Technology™). Tal y como comenta este autor, en su origen, hace más de 25 años, estas máquinas estaban diseñadas para poder trabajar la fuerza sin la necesidad de levantar pesos, pues era la opción que proporcionaba a los astronautas la posibilidad de entrenar esta cualidad cuando estaban en órbita. Además de esta posibilidad de ejercitar la musculatura sin necesidad de un entorno gravitatorio, estos dispositivos permiten una resistencia acomodada a los diferentes movimientos durante toda la excursión articular de los mismos. Las enormes posibilidades de este sistema han hecho que, de forma progresiva, cada vez tengan mayor aplicación en prevención y rendimiento deportivo, así como en procesos de rehabilitación, destacando especialmente la posibilidad que estos dispositivos nos dan en el trabajo excéntrico muscular.

Llegado a este punto, es necesario que nos detengamos, como mínimo en forma de síntesis, para explicar la importancia del trabajo excéntrico mediante las adaptaciones que se consiguen con relación a la fisiología de los tejidos y sus propiedades elásticas. De esta manera, diferentes trabajos, algunos de ellos con animales como muestra, han recogido, después de un trabajo excéntrico, un aumento de la síntesis de proteínas como la vinculina, titina y nebulina, las cuales pueden estar asociadas con la miofibrillogénesis asociada a una suma de sarcómeros en serie como respuesta al trabajo excéntrico (Trappe et al., 2002; Frenette y Coté, 2000). A estas adaptaciones específicas del trabajo excéntrico se suma el trabajo de Roger Enoka (1996), el cual, desde el análisis del sistema nervioso, nos expone la idea de que este tipo de acción puede tener una forma de orden única y diferente de las acciones concéntricas e isométricas. Según esta idea, las estrategias del sistema nervioso para realizar un movimiento adquirirían una complejidad

mayor que si se aceptara la propuesta de Henneman (1965). Ésta última apoya la idea de que el orden de reclutamiento de unidades motoras se realiza en función del tamaño de las mismas, desde las más pequeñas a las más grandes. Desde la perspectiva de Enoka (1996), hemos de pensar en la dificultad que puede encontrarse el sistema nervioso en las frenadas y aceleraciones realizadas a máxima intensidad en una competición deportiva, pues las estrategias desde el sistema nervioso para organizar ambas acciones parecen ser diferentes. Con relación a este hecho, los dispositivos inerciales “sobrecargan” precisamente esta fase de transición excéntrica – concéntrica, y nosotros, como preparadores y entrenadores, hemos de buscar este efecto.

Tal y como hemos comentado en líneas anteriores, nuestra experiencia en el tratamiento de la tendinopatía rotuliana crónica utilizando una máquina YoYo Leg Press (YoYo™) tuvo un efecto claramente positivo en este tipo de pacientes deportistas en un estudio de serie de casos (Romero-Rodríguez et al., 2011). Estos sujetos disminuyeron su percepción de dolor (recogido mediante una escala VAS) y mejoraron su capacidad funcional (evaluada mediante la escala VISA para el tendón patelar). Además, los sujetos aumentaron sus niveles de fuerza y de activación neuromuscular después del entrenamiento mediante sobrecarga excéntrica, lo que nos hace ver una mejora también en cuanto a la funcionalidad y no tan sólo en relación a la clínica que mostraban. Este mismo grupo de trabajo desarrolló un estudio centrado en el ámbito preventivo, investigando cómo una administración de una única sesión semanal de trabajo inercial puede ser efectivo para la disminución de tendinopatías patelares en jugadores de voleibol y baloncesto (Gual et al., 2016). Este trabajo, desarrollado mediante una YoYo squat (YoYo Technology AB, Stockholm, Sweden) y conservando el protocolo de 4x8rep desarrollado por Askling et al. (2003), permitió registrar un aumento significativo de potencia en el test realizado con la misma máquina de la intervención. Estas adaptaciones, vistas en el grupo de intervención e inexistentes en el grupo control, pudieron conseguirse sin provocar ningún tipo de alteración tendinosa patelar en una población de

alto riesgo de sufrir este tipo de lesión. Tal y como podemos ver, los estudios de prevención mediante diseños donde se incluye el trabajo de fuerza no dejan de estar totalmente relacionados con la mejora del rendimiento. Es el mismo caso que podemos encontrar en el trabajo de de Hoyo et al. (2015a), quienes desarrollaron un programa de entrenamiento de la fuerza con resistencia inercial de diez semanas con jóvenes futbolistas de categorías sub-17 y sub-19, distribuidos en grupo control (no hacía ningún tipo de trabajo de fuerza, tan sólo el entrenamiento propio técnico y táctico) y grupo experimental. Los ejercicios seleccionados fueron el *leg curl* y un *half squat*, ambos con tecnología YoYo (YoYo Technology™). El grupo experimental, con una frecuencia de entre 1 y 2 sesiones por semana (3-6 series de 6 repeticiones), tuvo mejores resultados en cuanto a prevención de lesiones, y mostro además mejoras de rendimiento representadas por la capacidad de salto y de esprint.

Este mismo grupo (de Hoyo, 2015b), ya centrado en la optimización del rendimiento, realizó también un trabajo donde comparaban el efecto de seis semanas de entrenamiento de la fuerza a intensidades de potencia máxima realizado con un entrenamiento específico (step frontal en una resistencia inercial) o con un entrenamiento tradicional (*half squat* en una *Smith machine*, que es un pórtico con guías). Los autores hipotetizaron que ambos entrenamientos tendrían diferentes mejoras pensando en las tareas relacionadas con el deporte y teniendo en cuenta el principio de especificidad. Pero sus resultados no apoyan la idea de que el entrenamiento horizontal se traduce en mejores habilidades en las tareas deportivas realizadas en una dirección horizontal, como ocurre en el esprint y el cambio de dirección.

El trabajo de Naczk et al. (2016) se focalizó en el entrenamiento de la musculatura cuadrípedal en cincuenta y ocho hombres jóvenes estudiantes de educación física mediante un nuevo sistema de entrenamiento inercial, lo que ellos llaman el *Inertial Training and Measurement System* (ITMS). Aplicaron una frecuencia de entrenamiento de tres sesiones por semana,

con dos masas diferentes (dos grupos experimentales) y un grupo control, y vieron un incremento de la fuerza y de acciones más específicas del rendimiento deportivo como es el salto. Destaca el hecho de que expliquen que sus ganancias de fuerza, conseguidas sobre todo con la menor masa de trabajo que utilizaron, fueron superiores a las registradas por Tesch et al. (2004) después del mismo periodo de entrenamiento, éste último con una muestra reducida de edad superior (promedio de casi cuarenta años) al del grupo de Naczki et al. (2016). A pesar de ello, ambos trabajos apoyan la utilización de la denominada *flywheel* como un buen método para el desarrollo de la fuerza.

También en el ámbito del rendimiento deportivo, Maroto-Izquierdo et al. (2017b) desarrollaron un protocolo de seis semanas trabajando con la máquina *leg press* de la casa YoYo™ (Leg Press, Inc YoYo Technology, Stockholm, Sweden), la misma utilizada con un enfoque de tratamiento-readaptación en Romero-Rodríguez et al., (2011). Este entrenamiento del grupo de Maroto-Izquierdo fue desarrollado en jugadores profesionales de balonmano, y encontraron adaptaciones superiores a las registradas en el grupo que realizó el mismo tipo de entrenamiento con cargas gravitatorias. Estas mejoras fueron obtenidas en la fuerza máxima dinámica del cuádriceps, máxima potencia ante diferentes cargas, salto vertical y tiempo de sprint en una distancia de 20m. Los autores destacan la importancia de estos resultados en un deporte donde son tan necesarias las habilidades explosivas de aceleración, desaceleración, sprints y cambios de dirección.

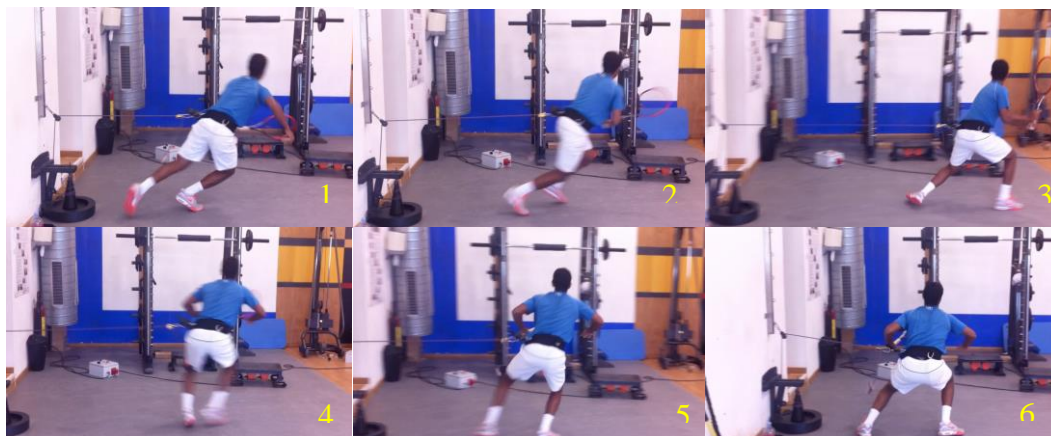
Por último, dentro de este apartado, es importante destacar las dos revisiones sistemáticas publicadas en los últimos años con relación al trabajo inercial y su comparación con resistencias gravitatorias. Maroto-Izquierdo et al. (2017) apoyan la idea de que el trabajo inercial consigue adaptaciones superiores en cuanto a niveles de fuerza, potencia e hipertrofia, tanto en sujetos sanos como en deportistas. De esta manera, estos autores destacan los beneficios del trabajo con los conocidos aparatos *flywheel*, con acciones desarrolladas a máxima intensidad y sus mejoras tanto en las cualidades mencionadas como en también acciones más

funcionales del rendimiento deportivo como el salto vertical y la velocidad de carrera. Por el contrario, la revisión de Vicens-Bordas et al. (2018), realizada con el mismo foco de análisis, explica cómo no es posible identificar como superior el entrenamiento de fuerza mediante dispositivos inerciales tipo *flywheel* en comparación al entrenamiento dependiente de la gravedad en la mejora de la fuerza muscular, y que no es posible extraer conclusiones referentes a otras variables. Además, hacen una crítica a la revisión previa de Maroto-Izquierdo et al. (2017), argumentando que diferentes estudios utilizados en esta última revisión no comparaban realmente entrenamientos inerciales con gravitatorios. Tal y como se argumenta en el trabajo de Vicens-Bordas et al. (2018), se necesitan más estudios, preferentemente RCT, para poder llegar a ciertas conclusiones. A pesar de ello, en muchas ocasiones, la ciencia acaba apoyando lo que de forma empírica lleva años produciéndose, y podemos decir que este podría ser el caso de la gran aplicación que los diferentes tipos de resistencia inercial tienen en la prevención de lesiones y en la mejora del rendimiento deportivo.

2.1.2 La velocidad de la transición excéntrica – concéntrica: clave en el rendimiento

En el tema anterior hemos expuesto la metodología inercial como el tipo de carga preferible a desarrollar cuando trabajamos la fuerza. Esta tecnología nos ha de ofrecer la posibilidad de generar una gran tensión en la fase excéntrica y, sobre todo, en la transición excéntrica – concéntrica, es decir, en los últimos instantes del excéntrico y en los primeros del concéntrico, tal y como ocurre en la realidad deportiva.

Figura 2: Ejecución técnica de una simulación de Revés de Tenis utilizando una polea cónica inercial



Fuente: fotografías tomadas por el autor específicamente para este texto.

La secuencia de imágenes muestra un trabajo de fuerza de un tenista simulando una acción técnica de cambio de dirección para dirigirse a golpear la pelota de revés. La imagen 1 muestra el inicio de la fase de aceleración, para llegar a la imagen 3 donde se prepara para la acción de golpeo. En la imagen 4 ya se ha iniciado la fase de desaceleración, para llegar a la imagen 6 donde se ve el momento de la transición excéntrico – concéntrico, para enlazar con una nueva imagen 1 donde se inicia la aceleración de una nueva repetición.

La figura 2 ilustra una secuenciación de imágenes correspondientes a un cambio de dirección realizado con un equipamiento inercial de los denominados “cónicos”, a los cuales ya nos hemos referido en el tema anterior. Hablar de acercar la transición excéntrica – concéntrica a la realidad deportiva pasa por trabajar con dispositivos de este tipo, pues permiten acciones más fluidas desde el punto de vista de la resistencia al tener una variación continua del radio de giro del aparato. Esto hace que la transición excéntrica – concéntrica sea más “elástica” y no tan “reactiva” como la que se produce con dispositivos de eje cilíndrico. También en el tema anterior hemos referenciado el trabajo de Enoka et al. (1996), quienes explicaban una estrategia diferente en la organización neural de una acción

excéntrica en comparación a cómo dicha organización tiene lugar en la fase concéntrica. Más actualmente, Vogt y Hoppeler (2014) nos explican cómo el trabajo excéntrico mejora la coordinación neuromuscular y cómo se organiza una estrategia diferente desde el SNC, la cual incluye una mayor activación cortical, y para ello estos autores citan el trabajo de Fang et al. (2004). De esta manera, las acciones excéntricas pueden generar igual nivel de fuerza que las acciones concéntricas, pero con un nivel de actividad electromiográfica menor, pues se necesita reclutar menor cantidad de unidades motoras para realizar una determinada tarea. Si reflexionamos sobre este hecho, hay un punto fundamental sobre el mismo. Las habilidades deportivas están compuestas, desde el punto de vista cinemático y cinético, de continuas acciones excéntricas y concéntricas. Las acciones excéntricas son fundamentales en las fases de desaceleración, mientras que las concéntricas adquieren un rol principal en las fases de aceleración. Si tenemos esto en cuenta, y acercamos estos términos a la capacidad de coordinación neuromuscular de los deportistas, veremos que un momento crítico en la ejecución de las habilidades será la transición excéntrica – concéntrica. Una vez más, nos vamos a poder dar cuenta de que la contribución de fuerza a la realización óptima de una habilidad deportiva no va a depender de manera fundamental de la cantidad de fuerza máxima que pueda desarrollarse en una tarea analítica, ni tampoco lo podemos relacionar exclusivamente con el trofismo del músculo. Por el contrario, la capacidad coordinativa de cómo el deportista integra esa capacidad de tensión en la compleja tarea de desacelerar – estabilizar – acelerar propia de una habilidad compleja, sí va a tener un papel fundamental en el desarrollo óptimo de la misma.

No es objetivo de este curso profundizar en la tecnología que aplicamos en el entrenamiento, pero sí es necesario en este apartado hacer una pequeña revisión de algunos estudios que utilizan las poleas inerciales cónicas para fundamentar nuestra propuesta de entrenamiento y la conveniencia de utilizar estos sistemas inerciales. De esta manera, Gonzalo-Skok et al. (2017) compararon dos protocolos de entrenamiento de fuerza de ocho semanas

de duración (dos sesiones por semana) con una polea inercial de tipo cónico (VersaPulley, Costa Mesa, CA) en jugadores de deportes de equipo: un grupo realizó en cada sesión 6 series de 6-10rep de squat bilateral, mientras el otro grupo realizó 1 serie de 6-10rep de 6 ejercicios diferentes unilaterales desarrollados a nivel multidireccional. En ambos grupos se registró una mejora substancial en todos los test realizados, pero pudo verse también cómo se cumplió el principio de especificidad del entrenamiento, registrando mejores valores del grupo que trabajaba bilateralmente vertical en los test CMJ bilateral y unilaterales, mientras que en el grupo que trabajó de manera multidireccional y unilateral se apreció mayores mejoras en los saltos laterales y horizontales y en el cambio de dirección. El mismo grupo de trabajo (Tous-Fajardo et al., 2016) desarrolló previamente un estudio que comparaba los efectos de la combinación de este tipo de entrenamiento con polea cónica inercial y la vibración de cuerpo completo (grupo excéntrico – vibración) con un grupo que desarrollaba un entrenamiento más convencional combinando pliometría, velocidad lineal y trabajo de fuerza en dirección principalmente vertical. Esto lo desarrollaban con una intervención que duraba 11 semanas en jugadores jóvenes de fútbol, y querían ver sobre todo qué efecto tenía cada tipo de entrenamiento en la velocidad del cambio de dirección y otros test relacionados con el fútbol. El volumen de trabajo en el grupo inercial-vibratorio era de 2 series de entre 6-10rep realizando 5 ejercicios específicos y 3 complementarios (un volumen similar fue diseñado para el grupo de entrenamiento más convencional). Los resultados mostraron un rendimiento mayor en el grupo inercial-vibratorio en el test de cambio de dirección (V-cut test), sprints de 10 y 30m y en la potencia promedio y altura de salto del test RJ5 (5 saltos reactivos). Estos resultados, acompañados de la correlación existente entre el promedio de potencia en los saltos reactivos y la reducción del tiempo de ejecución del test V-cut, nos informan de adaptaciones muy positivas con una intervención de tan sólo una sesión semanal (misma frecuencia que la vista en Gual et al., 2016). Otro estudio que compara acciones inerciales con polea cónica (también en este caso una VersaPulley) con peso libre ha sido

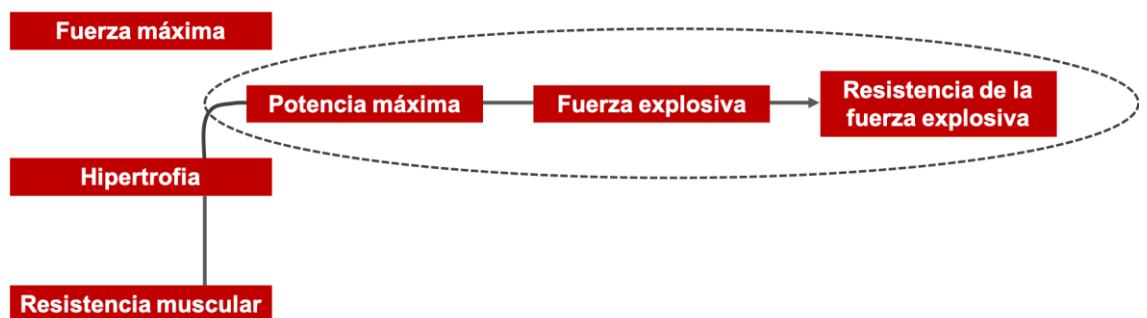
desarrollado con jugadores de rugby (Nuñez et al., 2017). La intervención realizada consistía en 6 series de 6 repeticiones con 20 segundos de recuperación entre series, realizando un ejercicio de *high pull*. Este trabajo mostró resultados superiores en el grupo que trabajo con resistencia inercial en la velocidad pico de ejecución, la aceleración media de propulsión, la fuerza excéntrica y una mayor generación de lactato. De esta manera, estos autores afirman que el trabajo con polea cónica inercial es eficiente cuando buscamos una sobrecarga excéntrica y un aumento de la demanda metabólica.

Continuando con la importancia de la transición excéntrica – concéntrica, Maroto-Izquierdo et al. (2017) nos recuerdan que los dispositivos inerciales tienen la capacidad de generar grandes tensiones en la fase excéntrica de la acción, y este es el factor clave en el esfuerzo solicitado en el ciclo de estiramiento – acortamiento (CEA). De esta manera, los autores explican que las velocidades altas con momentos de inercia suaves es el tipo de entrenamiento más efectivo que podemos desarrollar con tecnología inercial. Esto, según nuestra experiencia, se consigue en gran manera con los dispositivos cónicos. Por otra parte, es importante tener en cuenta también las adaptaciones de tipo elástico que se producen con este tipo de entrenamiento. Onambele et al. (2008) realizaron un entrenamiento con personas mayores mediante un dispositivo *leg extension* (YoYo Technology™), registrando un aumento de la *stiffness* tanto del gastrocnemio lateral como del soleo después de doce semanas de intervención. Los autores argumentan que los resultados registrados podrían estar relacionados con la mejora del CEA y también con el aumento del umbral de excitación de los órganos tendinosos de Golgi, los cuales son inhibidores de la tensión muscular.

A raíz de estos trabajos y de nuestra experiencia, podemos destacar la importancia que los dispositivos inerciales tienen en la mejora de las capacidades elásticas de los tejidos. También hemos de tener claro que la mayor funcionalidad de los ejercicios con resistencias los desarrollaremos cuando éstas disminuyan, y los dispositivos cónicos nos permiten realizar

ejecuciones resistidas a mayor velocidad. Teniendo en cuenta todos estos argumentos y dado que hablamos de deportes de situación, donde la combinación de agilidad y precisión es una clave del rendimiento, planteamos un trabajo que no utiliza el entrenamiento de fuerza máxima convencional de 1RM en ningún momento (figura 3). Por otro lado, sí desarrollaremos un entrenamiento de esfuerzos máximos, buscando la carga que nos proporcione la potencia máxima en cada ejercicio, y mejorando la potencia conseguida en cada una de las cargas aplicadas, siempre favoreciendo la aceleración y velocidad de las ejecuciones. Con la progresión adecuada, disminuirémos resistencia para trabajar el concepto de explosividad y la resistencia de ésta.

Figura 3: Metodología del trabajo de fuerza según las manifestaciones principales de esta capacidad



Fuente: Elaboración propia

La propuesta que en este curso se hace es la de basar el trabajo en el desarrollo principal de la potencia máxima-fuerza explosiva-resistencia de la fuerza explosiva. Por otra parte, la resistencia muscular e hipertrofia sólo se trabajarán como una base preparatoria muy breve, dependiendo de las características de los deportistas que tengamos. El concepto de fuerza máxima no es tenido en cuenta para el trabajo que aquí se propone.

2.1.3 Diseño y progresión del entrenamiento con metodología inercial I. Cargas optimizadoras descontextualizadas del deporte: mejora en el control neuromuscular y adaptaciones elásticas básicas

En este tema desarrollamos un contenido eminentemente práctico, una propuesta que supone un primer nivel de trabajo de fuerza mediante tecnología inercial. Estos ejercicios se desarrollarán con sistemas inerciales en dos bloques:

- Ejercicios con eje cilíndrico, los cuales son muy exigentes en la transición excéntrica – concéntrica, pues provocan mayor reactividad que los ejes cónicos. Estos dispositivos, según los diseños convencionales del mercado, permiten realizar ejecuciones en posiciones más estables, aunque también menos funcionales desde el punto de vista deportivo.
- Ejercicios con eje cónico; en este apartado utilizaremos estos dispositivos para focalizar la tensión en músculos muy concretos, sobre todo con un componente de tracción.

Estos dos grupos de tareas, por las razones de mayor estabilidad en un caso y un enfoque analítico superior en el otro, hace que cataloguemos este grupo de tareas como cargas de fuerza de nivel I en este certificado de entrenamiento, tal y como aparece en el título de este tema. Es muy importante tener en cuenta que aquí se expone una síntesis de los ejercicios que habitualmente realizamos, pues existen otros muchos que no aparecen y variaciones y adaptaciones según tengamos casos de readaptación o bien de optimización del rendimiento deportivo. De esta manera, la propuesta aquí presentada tiene la intención de estimular la creatividad del lector, pudiéndose ayudar de las explicaciones que aparecen en cada uno de los ejercicios.

Figura 4: Prensa de Piernas en dispositivo inercial con eje cónico



Fuente: Elaboración propia.

La utilización del eje cónico en un ejercicio de prensa de piernas tiene la particularidad de realizarse en una posición estable, y es importante acompañar el trabajo de las extremidades inferiores de una ligera flexión de tronco en la fase excéntrica y de una extensión de tronco en la fase concéntrica.

Figura 5: Squat en dispositivo inercial con eje cilíndrico



Fuente: Fotografías tomadas por el autor específicamente para este texto. Elaboración propia

Realizado en una posición de mayor inestabilidad, muy exigente tanto si se realiza con una masa elevada como con una velocidad elevada: es importante, igual que en el anterior, acompañar la fase excéntrica de ligera flexión de tronco y la concéntrica de una extensión de tronco. En este ejercicio, dadas las características del squat inercial, es importante poder ayudarse en un inicio de un soporte para las extremidades superiores, hecho que nos puede ayudar cuando el ejecutante no tenga un gran control de la acción. Es también positivo, de manera progresiva, añadir un cierto movimiento de flexión plantar en la fase concéntrica, para acercar, ante una gran carga, la acción de salto.

Figura 6: Flexores plantares en bipedestación en dispositivo inercial con eje cilíndrico



Fuente: Fotografías tomadas por el autor específicamente para este texto

Se trata de focalizar la tensión provocada por este equipamiento en el tríceps sural. En este caso, es también importante realizar el ejercicio con un soporte inicial en las extremidades superiores, y disminuir el apoyo en el mismo de manera progresiva.

Figura 7: Lunge lateral en dispositivo inercial con eje cilíndrico



Fuente: Fotografías tomadas por el autor específicamente para este texto.

La acción de lunge lateral nos ha de servir para hacer una primera aproximación al cambio de dirección, pues este trabajo se desarrolla en el plano frontal y la habilidad comentada lo hace de igual manera cuando nos acercamos a cambios de 180°. Es importante incidir en el control neuromuscular, consiguiendo una buena coactivación cuádriceps – isquiosurales para evitar las desviaciones de varo – valgo. Igualmente, es fundamental conseguir una buena activación de la musculatura de la cadera y del tronco para evitar sobrecargar articulaciones como la rodilla.

Figura 8: Lunge frontal para frenada en dispositivo inercial con eje cilíndrico (solo fase excéntrica)



Fuente: Fotografías tomadas por el autor específicamente para este texto.

El lunge frontal de cara al dispositivo lo utilizamos para hacer una primera preparación de la habilidad de la frenada en el plano sagital, antes de buscar mayor funcionalidad con la polea cónica. Aquí es muy importante coactivar también la musculatura flexo-extensora de la rodilla. En esta acción es donde se producen grandes tensiones en el LCA, estructura que combina una cierta incidencia lesiva con una gravedad alta dentro del total de las lesiones más habituales. Es importante tener en cuenta que este ejercicio es también una buena manera de preparar las acciones de giro con polea cónica que explicaremos más adelante.

Figura 9: Lunge frontal para aceleración en dispositivo inercial con eje cilíndrico



Fuente: Fotografías tomadas por el autor específicamente para este texto.

El lunge frontal de espaldas al dispositivo lo realizamos para hacer una primera preparación de la habilidad de la aceleración en el plano sagital. En este caso, la transición del excéntrico al concéntrico se utilizará para salir en carrera hacia delante en ejercicios resistidos más específicos, y también necesita de una buena estabilización mediante la coactivación de la musculatura flexo-extensora del cuádriceps y del abdomen.

Figura 10: Leg extensión en dispositivo inercial con eje cilíndrico (solo fase concéntrica)



Fuente: Fotografías tomadas por el autor específicamente para este texto.

El leg extensión en este dispositivo inercial es un ejercicio analítico muy descontextualizado de la competición. Su utilidad está reducida a la generación de fuerza, especialmente porque es una manera muy intensa de solicitar el vasto medial y lateral del cuádriceps, músculos que participan en la estabilización de la rodilla. Con esta activación esperamos que exista una mayor capacidad de fuerza en tareas de mayor funcionalidad.

Figura 11: Leg curl en dispositivo inercial con eje cilíndrico (solo fase concéntrica)



Fuente: Fotografías tomadas por el autor específicamente para este texto.

El leg curl en este dispositivo inercial es un ejercicio analítico muy descontextualizado de la competición. Su utilidad está reducida a la generación de fuerza, especialmente porque es una manera muy intensa de solicitar la musculatura isquiosural, la cual tiene una gran importancia en la estabilidad de la rodilla y en la realización de esprint. Con esta activación esperamos que exista una mayor capacidad de fuerza en tareas de mayor funcionalidad.

Figura 12: Trabajo en cadena abierta de isquiosurales en Decúbito Supino con dispositivo inercial con eje cónico



Fuente: Fotografías tomadas por el autor específicamente para este texto.

La acción de patada isquiosural en decúbito supino (DS) es utilizada en una posición estable para poder aplicar una gran fuerza de esta musculatura cuando se encuentra en una gran elongación. A pesar de que podemos hacer el ejercicio desde la rodilla, pensando en el mecanismo lesivo habitual de estos músculos, este ejercicio se realiza desde la movilización de la cadera, incidiendo más de esta manera en la zona proximal y media de estos músculos.

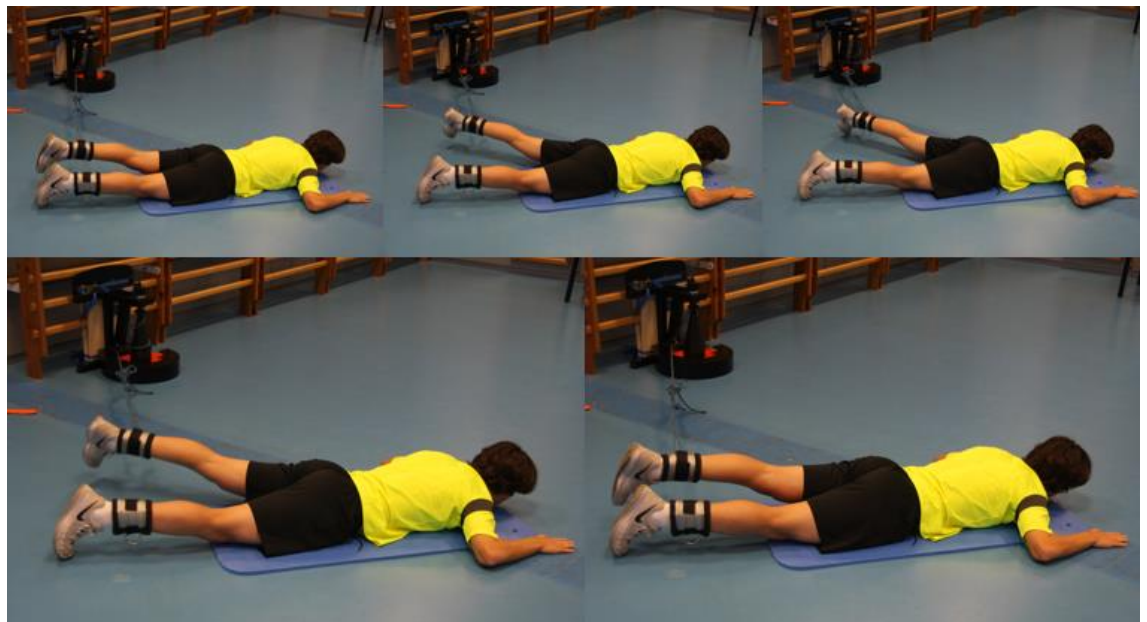
Figura 13: Patada de cuádriceps en decúbito prono (DP) con dispositivo inercial de eje cónico



Fuente: Fotografías tomadas por el autor específicamente para este texto.

Este ejercicio lo utilizamos para hacer activaciones de los músculos monoarticulares del cuádriceps con menor intensidad que la desarrollada en la figura 10. Además, es una buena manera de desarrollar una tensión bastante localizada (según capacidad de ejecución y aislamiento de la tensión) para prevenir problemas de sobreuso o sobrecarga en el tendón rotuliano. Es conveniente realizar el ejercicio partiendo, al final de la fase excéntrica, de una cierta extensión de la cadera, poco perceptible en la imagen.

Figura 14: Patada de aductores de cadera en DP con dispositivo inercial con eje cónico

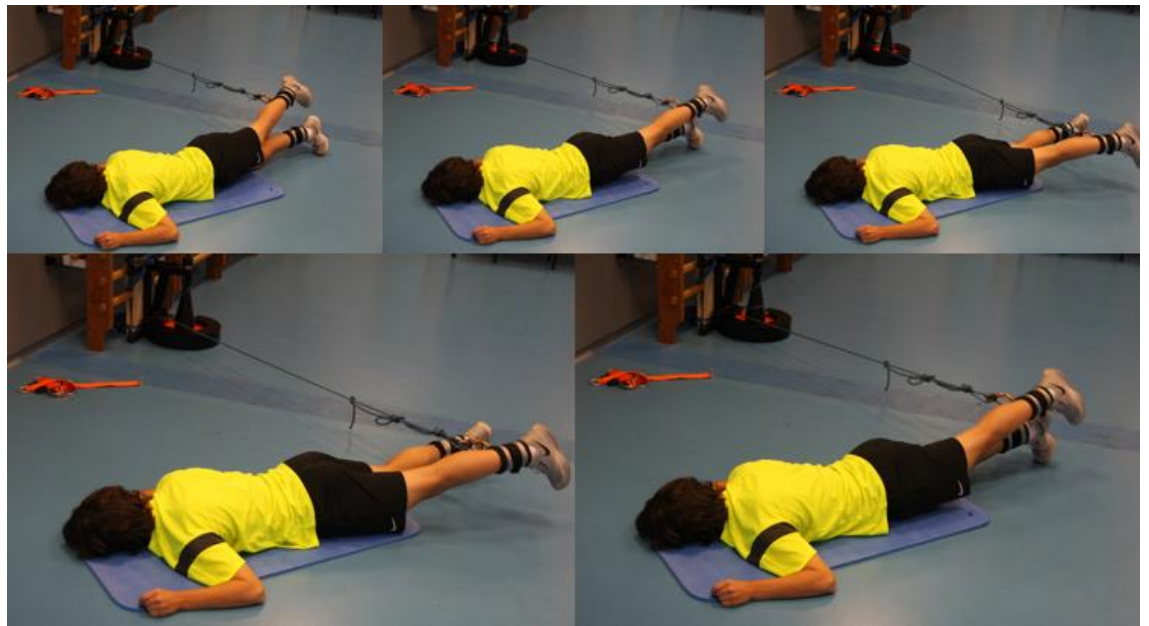


Fuente: Fotografías tomadas por el autor específicamente para este texto.

Este ejercicio es realizado para buscar elongaciones importantes de la musculatura aductora. La funcionalidad es baja, pero conseguimos la elongación comentada y una gran tensión en la transición excéntrica – concéntrica. Es, como el resto de ejercicios de este bloque, una forma de ir preparando la musculatura para tareas de mayor complejidad, relacionadas con las habilidades motrices. El ejercicio lo realizamos en DP debido a dos motivos: buscamos la activación de los glúteos a la vez que activamos los aductores, y se trabaja con la musculatura flexora en elongación, hecho que

es positivo dadas las características de estos músculos. Incidiremos en las rotaciones de cadera durante la realización de las diferentes repeticiones, con la intención de estimular al máximo la totalidad de músculos que participan en la aducción.

Figura 14: Patada de abductores de cadera en DP con dispositivo inercial con eje cónico



Fuente: Fotografías tomadas por el autor específicamente para este texto.

Utilizado, sobre todo, para trabajar analíticamente el glúteo medio, además de incidir en el tensor de la fascia lata y buscar la acción sinérgica del glúteo mayor. Esta posición también busca la realización del ejercicio con los músculos flexores de la cadera en elongación. Incidiremos también en la realización de la fase concéntrica acompañada de una rotación interna de la cadera para provocar mayor estímulo en el tensor de la fascia lata, para en la fase excéntrica ir hacia la rotación externa y así elongar al máximo dicho músculo.

Figura 14: Patada de flexores de cadera en cuadrupedia con dispositivo inercial con eje cónico (solo fase excéntrica)



Fuente: Fotografías tomadas por el autor específicamente para este texto.

Es importante realizar este ejercicio con este dispositivo debido a que permite una gran elongación de estos músculos, hecho necesario dadas las características de acortamiento muscular de esta zona anatómica. Por otra parte, son músculos muy importantes en la realización de acciones tan importantes como el esprint y las aceleraciones.

Figura 15: Patada de rotadores externos de cadera en DS con dispositivo inercial con eje cónico



Fuente: Fotografías tomadas por el autor específicamente para este texto.

Estos dos ejercicios están focalizados en las rotaciones de cadera, realizados de manera analítica, y los utilizamos para buscar la elongación

máxima de estos músculos rotadores. Destaca la importancia de trabajar los rotadores externos debido a la tendencia que tienen estos músculos al acortamiento. Igualmente, al tratarse de músculos rotadores, es importante poderlos estimular de manera específica debido a que tienen un rol importante en la estabilización de la cadera.

2.1.4 Diseño y progresión del entrenamiento con metodología inercial II. Cargas optimizadoras orientadas al deporte: mejora en el control neuromuscular

Como continuación del programa inercial iniciado en el nivel I, tenemos este nivel II que se desarrolla con dispositivos de eje cónico. Este trabajo nos va a permitir evolucionar de manera más clara hacia las habilidades motrices básicas, y aquí vamos a continuar buscando el control neuromuscular necesario en la ejecución de las tareas. Es muy importante tener en cuenta que aquí se expone una síntesis de los ejercicios que habitualmente realizamos, pues existen otros muchos que no aparecen, y variaciones y adaptaciones según tengamos casos de readaptación o bien de optimización del rendimiento deportivo. De esta manera, la propuesta aquí presentada tiene la intención de estimular la creatividad del lector, pudiéndose ayudar de las explicaciones que aparecen en cada uno de los ejercicios.

Las figuras 15, 16 y 17 representan un primer grupo de ejercicios con la polea inercial cónica en cadena cerrada, solicitando una mayor estabilidad del conjunto corporal, especialmente desde el tronco. Es importante tener en cuenta que mediante el trabajo de estas tres tareas conseguimos la base de control neuromuscular (conjuntamente con los ejercicios vistos en el tema anterior) para la realización de habilidades ante resistencias externas, en este caso inerciales.

Figura 16: Lunge lateral con dispositivo inercial con eje cónico



Fuente: Fotografías tomadas por el autor específicamente para este texto.

Este ejercicio, realizado con menor resistencia que la ofrecida por el dispositivo cilíndrico (Figura 7), ofrece una mayor libertad de movimiento y un aumento de la velocidad de ejecución. Estos hechos requieren de una mayor capacidad coordinativa debido a que existirá mayor variabilidad en la ejecución, pues es momento de empezar a solicitar al ejecutante que varíe de manera voluntaria las ubicaciones de los pies en cada una de las repeticiones. Esta acción va dirigida a la preparación del cambio de dirección y del giro.

Figura 17: Lunge frontal para frenada con dispositivo inercial con eje cónico



Fuente: Fotografías tomadas por el autor específicamente para este texto.

Esta acción, al igual que el ejercicio de la figura 8, se realiza de cara al dispositivo, y se solicita una gran coactivación de la musculatura flexo-extensora de la rodilla. La acción concéntrica tiene lugar mediante una aceleración del sujeto hacia atrás, lo que hará que este trabajo sea una manera de ir preparando las acciones de giro, tal y como veremos más adelante en este mismo tema.

Figura 18: Lunge frontal para aceleración con dispositivo inercial con eje cónico



Fuente: Fotografías tomadas por el autor específicamente para este texto.

En este caso el sujeto se coloca de espaldas al dispositivo y después de la transición excéntrica – concéntrica hace una aceleración hacia delante, de manera parecida al ejercicio de la figura 9. En comparación a este último ejercicio citado, el realizado con cono permitirá mayor funcionalidad, con variación de la amplitud del paso y distancia de los apoyos en las diferentes repeticiones realizadas, permitiendo también una mayor implicación del conjunto corporal en la búsqueda de la estabilidad.

Figura 19: Cambio de dirección en salida abierta con dispositivo inercial con eje cónico



Fuente: Fotografías tomadas por el autor específicamente para este texto.

Este ejercicio adquiere una mayor funcionalidad que el lunge lateral, pues ya está directamente dirigido al trabajo de la salida abierta. La extremidad que se mantiene en apoyo requerirá una gran estabilización, imposible de conseguir si imprimimos velocidad al movimiento y no sabemos realizar una estabilización proveniente del tronco y de las extremidades superiores en búsqueda de equilibrio. Con este ejercicio y los siguientes ya estamos diseñando tareas propias de las habilidades fundamentales, y

progresivamente iremos añadiendo parámetros que acercarán el trabajo de fuerza a la realidad deportiva.

Figura 20: Cambio de dirección en salida cruzada con dispositivo inercial con eje cónico



Fuente: Fotografías tomadas por el autor específicamente para este texto.

Este trabajo es importante debido a que incidimos en movimientos en los tres planos del espacio, pues en este cambio de dirección podemos introducir una desaceleración entre los planos frontal y sagital, siempre acompañado del plano vertical (existirá un descenso del centro de gravedad en mayor o menor medida). De esta manera aumentaremos la exigencia de estabilización del cuerpo, a la vez que rotamos el conjunto corporal para situarnos en la posición idónea con relación a la dirección de salida. En este trabajo, la extremidad que realiza el último apoyo, y que está más cerca de la polea cónica, es la que también acelerará, y en este caso pasará por delante de la extremidad contralateral. Existe la posibilidad de que trabajaremos cruzando la extremidad por detrás de la contralateral, aunque esto disminuirá la velocidad de ejecución, pues no es tan natural ni habitual en el deporte, excepto en situaciones muy concretas como por ejemplo en los desplazamientos que a veces hace un tenista para realizar un golpe de derecha invertida.

Figura 21: Cambio de dirección con acción de giro con dispositivo inercial con eje cónico



Fuente: Fotografías tomadas por el autor específicamente para este texto.

Este ejercicio también necesita de una realización triaxial, hecho que conlleva, como en el ejercicio de la figura 18, una gran necesidad de control neuromuscular. La ejecución partirá de una acción similar a la fase excéntrica del lunge frontal de cara a la polea cónica, pero acto seguido al apoyo de la extremidad más cercana al cono, el sujeto tendrá que girar hacia el mismo lado de esta pierna de apoyo, con lo que resultará una acción realizada, sobre todo, en el plano transversal y alrededor de un eje vertical (este hecho es lo que define al ejercicio como acción de giro). En deporte, este tipo de acciones es frecuentemente utilizado para realizar fintas y engañar a un oponente, y necesita de una gran aceleración para poder sorprender.

Figura 22: Frenada con doble paso hacia atrás con dispositivo inercial con eje cónico



Fuente: Fotografías tomadas por el autor específicamente para este texto.

Este ejercicio es una progresión del ejercicio de la figura 16. En este caso aumentamos la dificultad coordinativa y la fuerza requerida en la transición excéntrica – concéntrica debido a la velocidad imprimida durante la acción. Estos ejercicios “corriendo” hacia atrás tienen relación con todas las situaciones del juego en que los jugadores han de recuperar rápidamente posiciones o bien orientarse sin poder perder en ningún momento la posición de la pelota o de un determinado jugador.