PubliCE, (PubliCE) 2017

Article

Concordancia Entre La Demanda Fisiológica de Partidos de Fútbol Competitivo y El Entrenamiento Complejo Integral para Jugadores de Fútbol

Arom Treeraj[1], Tavorn Kamutsri[2], Chaipat Lawsirirat[1] y Chaninchai Intiraporn[1]

[1]*Facultad de Ciencias del Deporte, Universidad de Chulalongkorn, Bangkok, Tailandia*
[2]*Instituto de Ciencias y Tecnología del Deporte, Universidad de Mahidol, Nakhonpathom, Tailandia*

RESUMEN

Treeraj A, Kamutsri T, Lawsirirat C, Intiraporn C. Concordancia Entre La Demanda Fisiológica de Partidos de Fútbol Competitivo y El Entrenamiento Complejo Integral para Jugadores de Fútbol. JEPonline 2016;19(6):94-103. El propósito de este estudio fue proponer un programa de entrenamiento complejo integral para satisfacer la demanda energética de los juegos competitivos. Doce jugadores del equipo universitario de fútbol masculino (edad, 20,58 ± 1,78 años; altura, 172,50 ± 5,30 cm; peso, 67,83 ± 8,43 kg; índice de masa corporal 22,81 ± 2,62 kg•m-2; VO2máx, 54,55 ± 3,11 ml•kg- 1•min-1) fueron reclutados para llevar a cabo tres programas de entrenamiento complejo cuidadosamente diseñados, que fueron la combinación de: tirones de cargada, saltos verticales, y sprints de ida y vuelta de 20 m. El estudio utilizó un diseño transversal para administrar los tres programas. Los sujetos completaron los tres programas en tres días diferentes separados por 48 horas para permitir la recuperación completa y para controlar la variabilidad entre sujetos. La concentración de lactato sanguíneo se registró inmediatamente después del entrenamiento y en cada intervalo de 3 minutos hasta 15 minutos después del entrenamiento. La eliminación de lactato sanguíneo se calculó en cada intervalo de 3 minutos desde el minuto 3 al minuto 15 del tiempo de recuperación. Para analizar los datos se usó un análisis de medidas repetidas unidireccional. Las concentraciones de lactato sanguíneo promedio en el minuto 0 (es decir, inmediatamente después del entrenamiento) fueron 9,90, 8,53, y 7,94 mmol•L-1 para los Programas I, II, y III, respectivamente, que fueron cercanos a los valores informados en la literatura. Los resultados indican que el Programa I se recomienda para que los entrenadores entrenen a sus jugadores de fútbol del equipo universitario. El Programa I asegura que los jugadores recibirán un entrenamiento adecuado, común a un partido de fútbol competitivo que requiere un alto nivel de lactato sanguíneo.

Palabras Clave: Entrenamiento Complejo, Demanda Fisiológica, Fútbol Universitario

INTRODUCCIÓN

El fútbol es un deporte físicamente exigente que requiere la repetición de actividades muy diversas como trotar, correr, saltar, y realizar sprints, y las características relacionadas con la habilidad de los jugadores (por ejemplo, fuerza, potencia, velocidad, agilidad, equilibrio, estabilidad, flexibilidad y resistencia) (4,9). Los movimientos en un partido de fútbol se realizan de bajas y moderadas a altas intensidades, donde los jugadores generalmente cubren una distancia promedio de 9 a 12 km, con movimientos de corta distancia de 15 a 20 m con cambios de dirección cada 3 a 6 seg. El suministro de energía para estas acciones es proporcionado por las vías metabólicas aeróbicas y anaeróbicas (14).

Para mejorar la resistencia aeróbica, así como la capacidad anaeróbica, se utiliza comúnmente entre jugadores de fútbol el entrenamiento intermitente de alta intensidad (EIAI) (12). El EIAI alterna entre ejercicios de corta intensidad (70 a 90% de la frecuencia cardiaca máxima) y un breve descanso. Como resultado, la demanda de energía del EIAI fluctúa de alto a bajo nivel entre el ejercicio y el descanso (8). Este patrón es similar a un partido de fútbol donde el jugador cambia alternativamente entre usar una corta ráfaga de energía en carreras de velocidad y un breve descanso al trotar o caminar. El EIAI es un ejercicio de entrenamiento unidimensional en el que sólo se puede mejorar una capacidad funcional (por ejemplo, la capacidad de realizar sprints). Sin embargo, los jugadores de fútbol también necesitan realizar sprints, trotar, saltar, cabecear y patear. El EIAI no puede hacer frente a todas las diversas actividades requeridas en los jugadores de fútbol. Un nuevo programa de entrenamiento que haga coincidir las demandas energéticas con las actividades durante una competencia de fútbol es esencial y necesario. Para maximizar la eficacia de una sesión de entrenamiento, el nuevo programa debe incorporar una variedad de actividades para los miembros inferiores, que imiten la demanda fisiológica de una competencia de fútbol.

El entrenamiento complejo puede ser creado para que coincida con los requisitos de los jugadores de fútbol, y es muy popular para mejorar la fuerza y la potencia explosiva. Es una combinación de fuerza y ejercicios pliométricos en los mismos grupos musculares. El entrenamiento complejo utiliza el concepto de la potenciación post-activación (PPA) que se define como un aumento en la producción de la fuerza después de una acción muscular máxima o cercana a la máxima, debida a la fosforilación de la cadena ligera de miosina (13). Este fenómeno se define por un aumento de la contracción muscular relacionado con su contracción previa (5). Como resultado, el entrenamiento complejo depende del sistema anaeróbico y, por lo tanto, se puede utilizar para mejorar la tolerancia al lactato. El entrenamiento complejo es más eficaz cuando se diseña cuidadosamente para abordar los movimientos específicos del deporte en el ejercicio del entrenamiento (2,6).

A nuestro entender, el entrenamiento complejo está diseñado para mejorar la condición física relacionada con habilidades tales como la velocidad, la fuerza y la potencia, pero ningún estudio ha diseñado un programa de entrenamiento complejo que coincida con las demandas fisiológicas de los jugadores de fútbol. Sin embargo, se prevé la concordancia de las demandas fisiológicas de la competencia con un programa de entrenamiento complejo específico del deporte para ayudar a los atletas a desempeñarse mejor.

Las cargas de trabajo más livianas resultan en una mala condición física y un rendimiento pobre en las competencias, mientras que las cargas de trabajo más pesadas pueden dar lugar a una fatiga excesiva y lesiones. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue desarrollar un nuevo programa de entrenamiento complejo para jugadores de fútbol que pueda imitar los patrones de energía y movimiento durante un partido de fútbol competitivo. Al imitar el patrón de energía, el programa ayuda a asegurar que los jugadores de fútbol tengan un nivel de condición física adecuada para un partido de competición, mientras que la imitación del patrón de movimiento permite a los entrenadores consolidar sus diversos programas de entrenamiento para la mejora de los miembros inferiores utilizados por los jugadores de fútbol.

MÉTODOS

Sujetos

Doce jugadores de fútbol universitario varones sanos participaron voluntariamente en este estudio (edad 20,58 ± 1,78 años; altura 172,50 ± 5,30 cm; peso 67,83 ± 8,43 kg; índice de masa corporal 22,81 ± 2,62 kg·m-2; VO2máx, 54,55 ± 3,11 ml·kg-1·min-1). Todos los sujetos presentaron el consentimiento informado por escrito antes de participar, el cual fue aprobado por el Consejo de Revisión Institucional de la Universidad Mahidol (IRB-MU), Tailandia. Se administró un cuestionario pre- participación para excluir a los sujetos que fumaban y/o tenían antecedentes de enfermedad cardiovascular, enfermedad metabólica y otras disfunciones.

Procedimientos

Las condiciones experimentales consistieron en 3 programas de entrenamiento complejo. Los sujetos completaron los programas de entrenamiento en tres días diferentes separados por 48 horas para permitir la recuperación completa y para controlar la variabilidad entre los sujetos. A su llegada, cada sujeto fue equipado con un monitor de frecuencia cardíaca (Polar FT01, China), un analizador de gases (Unidad Móvil Oxycon, Alemania) y luego, se tomó una muestra de sangre de la yema del dedo para el análisis de lactato sanguíneo antes y durante el período de recuperación. Antes de iniciar el programa, los sujetos tuvieron un período de descanso de 5 minutos, seguido de 10 minutos de calentamiento. Después de la sesión de calentamiento, se les pidió a los sujetos que realizaran 6 series de entrenamiento complejo, con un descanso de 3 minutos entre cada una de las series. Después de que finalizó el entrenamiento, se les pidió a los sujetos que se sienten y esperen a su prueba de concentración de lactato sanguíneo. No hubo períodos de enfriamiento durante los 15 minutos de tiempo de recuperación con el fin de evitar cualquier interferencia del enfriamiento al programa de entrenamiento complejo. Los programas de entrenamiento complejo se realizaron en un campo de fútbol donde la temperatura ambiente y la humedad relativa fueron de 28,24 ± 3,41ºC y 55,76 ± 5,61%, respectivamente.

Enfoque Experimental al Problema

Este estudio desarrolló un nuevo programa de entrenamiento complejo que coincide con la demanda energética de un partido de fútbol mediante la combinación de: tirones de cargada, saltos verticales y sprints de ida y vuelta. Se usaron estas actividades por el empleo de los miembros inferiores y su relación directa con los patrones de movimiento en el fútbol. Para satisfacer la demanda energética de un partido de fútbol, se midió la concentración de lactato sanguíneo, la eliminación de lactato sanguíneo y la frecuencia cardíaca. El estudio fue aleatorio y transversal. Se les pidió a los sujetos que asistan a la universidad en 4 ocasiones diferentes separadas por lo menos por 7 días. En la primera visita, cada sujeto completó un test de protocolo de Bruce incremental máximo en una cinta caminadora mientras se registraron las mediciones respiración-a-respiración (VO2) usando un analizador de gases (Unidad Móvil Oxycon, Alemania). Se registró el consumo máximo de oxígeno (VO2máx) como el mayor promedio de 30 segundos antes del agotamiento voluntario. Los sujetos también fueron familiarizados con los procedimientos de prueba. El VO2máx se utilizó como criterio de inclusión de los sujetos. El punto límite para el VO2máx fue de 51 ml·kg-1·min-1, que fue el mismo punto límite utilizado para la selección nacional de fútbol de Tailandia (Figura 1). En las siguientes 3 visitas, los sujetos completaron 3 programas de entrenamiento complejo diferentes.

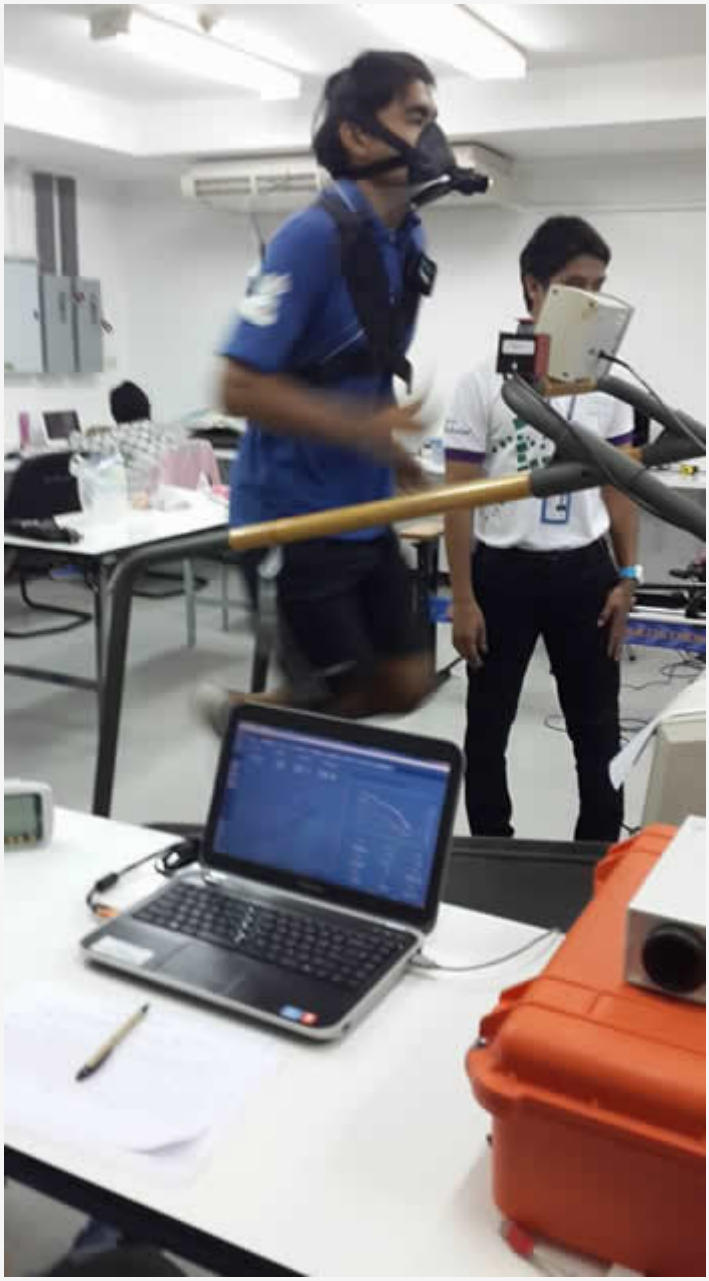


Figura 1. *Durante los Procedimientos de Prueba, el VO2máx se utilizó como criterio de inclusión de los sujetos.*

Diseños del Entrenamiento Complejo

Los programas de entrenamiento complejo consistieron en una combinación de: tirón de cargada (A), salto vertical (B), y sprint de ida y vuelta (C). Cada sujeto fue equipado con un monitor de frecuencia cardíaca y un analizador de gases (Figura 2). Todo el entrenamiento complejo diseñado compartió actividades similares en las que se les pidió a los sujetos realizar el tirón de cargada al 85% de su 1RM, seguido de 6 saltos verticales a su máximo esfuerzo, y un sprint de ida y vuelta de 20 m (con giro de 180º). Después de que los sujetos terminaran su tarea, tuvieron una pausa de 30 segundos antes de comenzar la siguiente tarea. La diferencia entre los tres programas estuvo en el número de repeticiones en el tirón de cargada y el descanso entre un tirón de cargada y otro.

En el Programa I se les pidió a los sujetos que realicen un tirón de cargada al 85% de 1 RM 6 veces continuamente. En el Programa II se les pidió a los sujetos que realicen un tirón de cargada al 85% de 1RM tres veces continuamente. Si bien en los programas I y II se les pidió a los sujetos que realicen tirones de cargada continuos, en el Programa III se les pidió a los sujetos un tirón de cargada al 85% de 1 RM 6 veces con 15 segundos de descanso entre cada uno. La figura 2 resume gráficamente el diseño de cada programa. Se les pidió a los sujetos que repitan un máximo de 6 tirones de cargada y 6

saltos verticales, puesto que 6 repeticiones de ejercicios de alta intensidad mejoran la fuerza, mientras que el sprint de ida y vuelta de 20 m fue seleccionado debido a la distancia frecuente de sprints de los jugadores de fútbol. El Programa I fue diseñado de tal manera que los sujetos experimenten la carga de trabajo más pesada con el período de descanso más corto. El Programa II fue diseñado con el entendimiento de que 6 repeticiones al 85% de 1RM se encontraban en los límites superiores de entrenamiento de fuerza, donde los sujetos agotaban su fuerza durante los 6 tirones de cargada. Los sujetos pueden haber tenido energía restante insuficiente para realizar su siguiente tarea. Como resultado, el Programa II fue diseñado para disminuir la carga de trabajo, donde se les pidió a los sujetos que realizaran 3 tirones de cargada. Del mismo modo, el Programa III fue diseñado de tal manera que los sujetos tuvieran un breve descanso de 15 segundos después de cada tirón de cargada.



Figura 2. *El Entrenamiento Complejo con el Analizador de Gases.*

Medición de Una Repetición Máxima

La fuerza máxima de los extensores de la pierna se midió como 1RM en el tirón de cargada. Antes del test de tirón de cargada de 1RM, los sujetos realizaron un calentamiento específico estandarizado que consistió en 3 series con carga aumentada gradualmente.

Medición de la Concentración de Lactato Sanguíneo

Las muestras de sangre fueron tomadas de las yemas de los dedos y se recogieron en tubos capilares heparinizados inmediatamente después de completar el entrenamiento y en intervalos de 3 min hasta 15 minutos luego de la sesión de entrenamiento (Figura 3). La concentración de lactato sanguíneo fue analizada usando un analizador de lactato sanguíneo (Lactate Scout, Alemania). Las concentraciones de lactato se expresan en milimoles por litro (mmol·L-1).



Figura 3. *Analizador de Lactato Sanguíneo*

La eliminación del lactato sanguíneo indicó qué tan bien los sujetos se recuperaban de los entrenamientos y se calculó como:

$$Eliminación\ de\ Lactato\ Sanguíneo = \frac{lactato\ sanguíneo_{inicial} - lactato\ sanguíneo_{luego}}{lactato\ sanguíneo_{inicial}} \times 100$$

Análisis Estadísticos

Todos los análisis estadísticos se realizaron utilizando el software estadístico SPSS para Windows (versión 17.0, SPSS Inc., Chicago, IL, EE.UU.). Los valores se informan como media ± DE y SEM. Se utilizó un ANOVA de medidas repetidas para la concentración de lactato sanguíneo, la eliminación de lactato sanguíneo y la frecuencia cardiaca para determinar la diferencia significativa entre los programas de entrenamiento complejo y los tiempos de recuperación. Se utilizó el test *post-hoc* de Tukey para evaluar las diferencias en la medición repetida entre los ensayos. La significación estadística se estableció en $P<0,05$.

RESULTADOS

Tabla 1. *Concentración de Lactato Sanguíneo y Eliminación de Lactato Sanguíneo al Comienzo, Inmediatamente Después del Entrenamiento o en el Minuto 0, y Cada 3 Minutos de Tiempo de Recuperación desde el Minuto 3 al Minuto 15.*

Variables	Programa 1	Programa 2	Programa 3
Concentración de Lactato Sanguíneo ($mmol \cdot L^{-1}$)			
Minuto 0	9.90 ± 3.16*	8.53 ± 3.38	7.94 ± 2.53
Minuto 3	10.47 ± 3.08**	8.62 ± 3.17	8.48 ± 3.12
Minuto 6	10.00 ± 4.18	8.36 ± 3.52	8.27 ± 2.56
Minuto 9	8.69 ± 3.28	7.83 ± 3.19	7.86 ± 2.61
Minuto 12	8.28 ± 3.14	7.59 ± 2.98	7.24 ± 2.16
Minuto 15	6.97 ± 2.56	6.83 ± 2.45	6.65 ± 2.45
Eliminación de Lactato Sanguíneo (%)			
Minuto 3	-7.95 ± 23.05	-3.32 ± 15.94	-5.83 ± 14.21
Minuto 6	0.25 ± 23.25	2.50 ± 8.07	-5.29 ± 17.80
Minuto 9	11.58 ± 20.32	7.47 ± 15.12	-0.82 ± 19.46
Minuto 12	14.43 ± 33.13	8.77 ± 19.50	5.54 ± 24.12
Minuto 15	29.68 ± 13.71	17.26 ± 19.02	11.43 ± 34.37

P<0.05;P<0.01 diferencias entre programas.*

Concentración de Lactato Sanguíneo durante el Tiempo de Recuperación

Las concentraciones de reposo de lactato sanguíneo antes del entrenamiento fueron: 21,02 ± 23,01, 1,79 ± 0,91, y 1,80 ± 0,72 mmol·L-1 para los Programas I, II, y III, respectivamente. La Tabla 1 presentó la concentración de lactato sanguíneo para los tres programas de entrenamiento complejo. La concentración de lactato sanguíneo aumentó inmediatamente después del entrenamiento y disminuyó gradualmente durante el período de recuperación. La concentración de lactato sanguíneo obtenida en el Programa I era más alta que los Programas II y III inmediatamente después del ejercicio o en el minuto 0 de tiempo de recuperación (P<0,05) y en el minuto 3 de tiempo de recuperación (P<0,01). Además, al minuto 3 de tiempo de recuperación, el Programa I tuvo la mayor concentración de lactato sanguíneo con un valor medio de 10,46 ± 0,89 mmol·L-1. No hubo diferencia significativa en la concentración de lactato sanguíneo entre los tres programas durante cualquier otro periodo de recuperación.

Eliminación de Lactato Sanguíneo durante el Tiempo de Recuperación

La eliminación de lactato sanguíneo de los Programas I, II, y III fue una función creciente (Tabla 1). La pendiente de la eliminación de lactato sanguíneo del Programa I fue mayor cuando se compara con los Programas II y III porque la concentración de lactato sanguíneo del Programa I fue significativamente mayor que la concentración de lactato sanguíneo de los Programas II y III al minuto 0 y 3 del tiempo de recuperación. Sin embargo, las concentraciones de lactato sanguíneo de los Programas I, II y III fueron similares entre sí resultando en una mayor diferencia en la concentración de lactato sanguíneo y, por lo tanto, la mayor pendiente de eliminación de lactato en sangre en el Programa I. No encontramos diferencias significativas entre los Programas I, II, y III en la eliminación de lactato sanguíneo. La eliminación de lactato sanguíneo pico se encontró en el minuto 15 del tiempo de recuperación con valores medios de 29,68% ± 13,71, 17,26% ± 19,02 y 11,43% ± 34,37 para los Programas I, II, y III, respectivamente. No hubo diferencia estadística en la eliminación de lactato sanguíneo entre los tres programas en otros períodos.

DISCUSIÓN

Este estudio desarrolló un programa de entrenamiento complejo que imitó la demanda energética en un partido de fútbol,

al hacer coincidir la concentración de lactato sanguíneo después del entrenamiento, con la concentración de lactato sanguíneo soportada por los jugadores de fútbol después de un partido de competición. Los programas de entrenamiento se pueden utilizar como un método de entrenamiento alternativo para jugadores de fútbol en lugar del EIAI para producir beneficios fisiológicos más allá de las carreras de velocidad.

Concentración de Lactato Sanguíneo durante el Tiempo de Recuperación

La concentración de lactato sanguíneo es la relación entre la tasa de producción de lactato en sangre y la tasa de eliminación de lactato sanguíneo, y representa la intensidad de la carga de trabajo de un programa de entrenamiento. Si la tasa de producción es superior a la tasa de eliminación, aumenta la concentración de lactato sanguíneo a través de la acumulación de lactato. Esto ocurre durante el ejercicio intenso cuando el cuerpo utiliza carbohidratos para producir energía durante los períodos de bajos niveles de oxígeno. Agnevik (1) informó que el promedio de los niveles de lactato sanguíneo después de un partido de fútbol de la División I Sueca fue de 10 mmol·L-1 con valores máximos de 15 mmol·L-1. Ekblom (7) encontró que la concentración de lactato sanguíneo aumentó a 9,75 y 7,2 mmol·L-1 después de la primera y la segunda mitad de un partido de fútbol en la División I de la liga Sueca.

Como se ve en la Tabla 1, la concentración promedio de lactato sanguíneo en el minuto 0 de los Programas I, II, y III (9,90, 8,53, y 7,58 mmol·L-1, respectivamente) fue muy cercana al lactato sanguíneo promedio informado en la literatura. La concentración alta de lactato sanguíneo se observó en todos los programas de entrenamiento complejo. De acuerdo con Brooks et al. (3) la acumulación alta de lactato sanguíneo en el cuerpo se produce como resultado de un mayor reclutamiento de fibras musculares de contracción rápida tipo II porque las fibras de contracción rápida producen mayores cantidades de lactato que las fibras de contracción lenta. Los tres programas de entrenamiento complejo fueron diseñados para que los sujetos utilicen su máximo esfuerzo al terminar cada tarea en 30 seg. Los sujetos utilizaron el ATP y el sistema de glucólisis y usaron sus fibras musculares de contracción rápida de tipo II para generar potencia explosiva con el fin de mantenerse al día con el procedimiento de entrenamiento haciendo que su cuerpo experimente una concentración alta de lactato sanguíneo que coincide con el nivel de lactato sanguíneo que se produjo durante el partido de fútbol competitivo. El lactato sanguíneo promedio del Programa I era más alto que los Programas II y III porque el Programa II tenía una carga más baja que el Programa I, mientras que el Programa III fue creado para tener más períodos de descanso que el Programa I. La carga de trabajo más baja y más intervalos de descanso explican la diferencia entre las concentraciones de lactato sanguíneo entre los programas I, II, y III.

Eliminación de Lactato Sanguíneo durante el Tiempo de Recuperación

Después del entrenamiento, la eliminación de lactato sanguíneo fue aumentando gradualmente después del ejercicio hasta el minuto 15 del período de recuperación. No hubo diferencia significativa en la eliminación de lactato sanguíneo en ningún período de recuperación entre los tres programas. Sin embargo, la eliminación promedio de lactato sanguíneo del Programa I fue inicialmente menor que los Programas II y III antes de que fuera mayor que los Programas II y III a los minutos 9, 12 y 15 del tiempo de recuperación (Tabla 1). El Programa I provocó una concentración alta de lactato sanguíneo debido a su carga más pesada. Inicialmente, después de que el entrenamiento había terminado, los músculos continuaron produciendo lactato en sangre debido a su inercia de entrenamiento extenuante anterior. Por lo tanto, la eliminación de lactato sanguíneo del Programa I fue menor que la de los Programas II y III (es decir, inicialmente). Después de que los músculos estuvieron totalmente en reposo, se trató de eliminar el lactato sanguíneo del sistema lo más rápido posible. Como resultado, la eliminación de lactato sanguíneo a los minutos 9, 12 y 15 del Programa I fue mayor que la de los Programas II y III.

Selección del Programa de Entrenamiento Complejo para Jugadores de Fútbol Universitario

Este estudio se centró en desarrollar un programa de entrenamiento complejo que estimule eficazmente la demanda energética de un partido de fútbol competitivo. Como se discutió anteriormente, las concentraciones promedio de lactato sanguíneo de los tres programas de entrenamiento complejo estaban entre las concentraciones de lactato sanguíneo informadas en la literatura. Como resultado, los tres programas de entrenamiento complejo cuidadosamente construidos se pueden utilizar para sustituir el tradicional EIAI para los jugadores del equipo universitario de fútbol. Entre estos tres programas de entrenamiento complejo, el Programa I se recomienda como un programa de entrenamiento para los jugadores del equipo universitario de fútbol.

El Programa I ofrece varias ventajas obvias para los jugadores de fútbol universitario. En primer lugar, el resultado de la concentración de lactato sanguíneo encontrado en el Programa I estaba más cerca de la concentración de lactato sanguíneo encontrada en los partidos de fútbol competitivo que los otros dos programas (9,90 mmol·L-1 en el Programa I de 10 mmol·L-1 de Agnevik (1) y 9,75 mmol·L-1 informado por Ekblom (7). En segundo lugar, el Programa I resulta en la carga de trabajo más pesada y, por lo tanto, tiene más alto nivel de concentración de lactato sanguíneo en comparación con los otros dos programas. Como resultado de su participación en el Programa I, los jugadores de fútbol del equipo

universitario se familiarizarán con la concentración alta de lactato sanguíneo en sus sistemas corporales, lo que debería ayudar a producir una adaptación más rápida a los partidos competitivos que los otros programas.

Mantener el rendimiento cuando se produce en el sistema corporal una concentración alta de lactato sanguíneo es muy importante para el éxito, especialmente en los deportes con actividades repetitivas de alta intensidad (8,10). Los jugadores son menos propensos a mantener su nivel de rendimiento si nunca estuvieron capacitados para soportar un alto lactato sanguíneo (11). Por último, el Programa entrena a los jugadores para que eliminen más rápido el lactato sanguíneo que conduce a un tiempo de recuperación más rápido. Después de 15 minutos de entrenamiento, las concentraciones de lactato sanguíneo de los Programas I, II, y III fueron comparables entre sí a pesar de que la concentración de lactato sanguíneo del Programa I fue significativamente más alta que los otros dos programas. El Programa I desafía a los jugadores a soportar una alta acumulación de lactato sanguíneo y a eliminar rápidamente el lactato sanguíneo del cuerpo.

CONCLUSIONES

Est estudio propone un programa de entrenamiento complejo integral para los jugadores del equipo universitario de fútbol que satisface las demandas fisiológicas de un partido de fútbol competitivo. El programa de entrenamiento complejo propuesto incluye actividades centradas en la mejora de la potencia explosiva en los músculos de los miembros inferiores que consiste en: tirones de cargada, saltos verticales, y sprints de la ida y vuelta de 20 m con giro de 180º. El Programa I está muy recomendado para los entrenadores para que entrenen a sus jugadores de fútbol universitario. El Programa I asegura que los jugadores obtengan un entrenamiento adecuado común a un partido de fútbol competitivo que requiere un nivel alto de lactato sanguíneo. Como resultado, los jugadores se acostumbrarán a una alta concentración de lactato sanguíneo y serán capaces de mantener su rendimiento a lo largo del juego. Además, los sujetos tuvieron una eliminación más rápida de lactato sanguíneo en el Programa I que en los demás programas. Este hallazgo implica que los jugadores del Programa I van a tener un mejor tiempo de recuperación. Por lo tanto, el Programa I se sugiere para los entrenadores como un programa de entrenamiento adicional o como una alternativa al EIAI tradicional para incorporar todas las facetas de los partidos de fútbol.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a los participantes del estudio. Este estudio fue ayudado por fondos del 90 aniversario de la Universidad de Chulalongkorn (Fondo de Donación Ratchadaphiseksomphot).

Dirección de correo: Chaninchai Intiraporn, PhD, faculty of Sports Science, Chulalongkorn University, Rama 1 Rd, Patumwan, Bangkok 10330, Thailand. Tel : +66 81 365 7351, Fax +66 2 218 1091. Email: c.intiraporn@yahoo.com

REFERENCIAS

1. Agnevik G. (1970). Football. *Stockholm. Trygg. Hansa*
2. Alves JMVM, Rebelo AN, Abrantes C, Sampaio J. (2010). Short-term effects of complex and contrast training in soccer players' vertical jump, sprint, and agility abilities. *J Strength Cond Res. 2010;24(4):936-941.*
3. Brooks GA, Fahey TD, White TP, Baldwin KM. (2000). Exercise Physiology: Human Bioenergetics and Its Applications. *Mayfiled, London*
4. Bravo DF, Impellizzeri FM, Rampinini E, Castagna C, Bishop D, Wisloft U. (2008). Sprint vs. *interval training in football. Int J Sports Med. 2008;29:668-674.*
5. Cavaco B, Sousa N, Reis VMD, Garrido F, Saavedra R, Mendes R, Alves JV. (2014). Short-term effects of complex training on agility with the ball, speed, efficiency of crossing and shooting in youth soccer players. *J Human Kinetics. 2014;43:105-112.*
6. Comyns TM, Harrison AJ, Hennessy LK. (2010). Effects of squatting and sprinting performance and repeated exposure to complex training in male rugby players. *J Strength Cond Res. 2010;24(3):610-618.*
7. Ekblom B. (1986). Applied physiology of soccer. *Sports Med. 1986;3(1):50-60.*
8. Gur E. (1861). A comparison of blood lactate level and heart rate following a peak anaerobic power test in different exercise loads. *Euro J Exp Bio. 2012;2(5):1854-1861.*
9. Jovanovic M, Sporis G, Omrcen D, Fiorentini F. (2011). Effects of speed, agility, quickness training method on power performance

in elite soccer players. *J Strength Cond Res. 2011;25(5):1285-1292.*
10. Karlsson J, Petersen FB, Henriksson J, Knuttgen HG. (1975). J Appl Physiol. *1975;38(5): 763-767.*
11. Pierce K, Rozenek R, Stone MH. (1993). Effect of high volume weight training on lactate, heart rate, and perceived exertion. *J Strength Cond Res. 1993;7(4):211-215.*
12. Rowan AE, Kueftner TE, Stavrianeas S. (2012). Short duration high intensity interval training improve aerobic conditioning of female college soccer players. *Inter J Exer Sci. 2012;5(3):232-238.*
13. Stieg JL, Faulkinbury KJ,Tran TT, Brow LE, Coburn JW, Judelson DA. (2011). Acute effects of depth jump volume on vertical jump performance in collegiate woman soccer players. *Kinesiology. 2011;43(1):25-30.*
14. Tomas S, Karim C, Carlo C, Ulrik W. (2005). Physiology of soccer. *Sports Med. 2005;35(6): 501-536.*