

ISSN 0122-0667

REVISTA MEDICA

de Risaralda

Órgano de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Tecnológica de Pereira



Revista Médica de Risaralda
Vol 14 No 2 Noviembre de 2008
www.utp.edu.co
e mail: revistamedica@utp.edu.co



Fotografía de portada:

José Carlos Giraldo Trujillo

Comité Asesor del presente número:

- | | |
|---------------------------|---------------------------------|
| • Carlos Javier Osorio | Endocrinología |
| • Carmen Luisa Betancourt | Epidemiología |
| • Jorge Machado | Epidemiología |
| • Edwin Antonio Jáuregui | Medicina Interna, Epidemiología |
| • Claudia López Ortiz | Salud Ocupacional |
| • Alba Marina Sabogal | Gerencia Servicios Sociales |
| • Carlos Danilo Zapata V | Actividad Física y Salud |

La revista Médica de Risaralda es una publicación de la Facultad Ciencias de la Salud de la Universidad Tecnológica de Pereira.
www.utp.edu.co e-mail:revistamedica@utp.edu.co

Indexada por Colciencias en categoría C para la vigencia 2007-2009

© 2008 Facultad Ciencias de la Salud de la Universidad Tecnológica de Pereira.
Derechos Reservadas.

Edición 700 ejemplares

ÓRGANO DE LA FACULTAD
DE CIENCIAS DE LA SALUD
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
DE PEREIRA

Rector UTP
LUIS ENRIQUE ARANGO J.

Vicerrector Académico
JOSE GERMÁN LÓPEZ Q.

Vicerrector Administrativo
FERNANDO NOREÑA J.

Vicerrector de Investigaciones,
Innovación y Extensión
SAMUEL OSPINA MARIN

Decano Facultad de Ciencias de la Salud
SAMUEL EDUARDO TRUJILLO

Director
JOSE CARLOS GIRALDO T, Mg

COMITÉ EDITORIAL

Medicina Básica
JULIO CESAR SANCHEZ, PhD
JUAN CARLOS SEPÚLVEDA ARIAS, PhD
CARLOS A. ISAZA M.
JORGE ENRIQUE GÓMEZ MARÍN, PhD
(Universidad del Quindío)
ROBERT WILKINS, PhD
(Universidad de Oxford)
MARIA ELENA SANCHEZ, PhD
(Universidad del Valle)

Medicina Comunitaria
MARTA CECILIA GUTIERREZ, PhD

Semiología
JAIME MEJÍA C.

Psicogeriatría y Demencias
RAFAEL P. ALARCÓN V, Mg

Salud Mental
JORGE ENRIQUE ECHEVERRY CH.
JUAN CARLOS ARANGO LASPRILLA, PhD
(Universidad de New Jersey)

Medicina Interna
EDUARDO RAMÍREZ VALLEJO
DARÍO PATIÑO GUTIÉRREZ
JOSÉ FERNANDO GÓMEZ MONTES
(Universidad de Caldas)
GUSTAVO MONTEALEGRE LYNETT
(Universidad del Tolima)

Materno Infantil
JOSE WILLIAM LEÓN

Cirugía
LUIS ALBERTO MARÍN G.
JULIANA BUITRAGO J, Mg

Actividad Física y Salud
LUIS ALEJANDRO GUZMÁN D, Mg

Recreación
MARGARITA MARÍA CANO

Diseño, Diagramación
y fotografías separadores:
Centro de Recursos Informáticos
y Educativos - Sección diseño
diseno@utp.edu.co

Estudio del déficit y facilitación bilateral en futbolistas elite sub-20 de Colombia

José Acero.

Director Científico Instituto de Investigaciones & Soluciones Biomecánicas (II&SB) Cali, Valle. Colombia
jacero5@telmex.net.co

Carlos Eduardo Nieto G.

Director Científico Laboratorio Unidad de Medicina Deportiva y Salud Ocupacional (LUMDYSO), Universidad Tecnológica de Pereira
niceniega@utp.edu.co

Rodrigo Larrahondo.

Preparador Físico, Selección Colombia Sub-20 y mayores. Federación Colombiana de Fútbol
rolais60@hotmail.com

Resumen

El objetivo de este estudio fue analizar el estado y correlaciones del fenómeno del déficit o facilitación bilateral en 16 jugadores de la selección Colombia Sub-20 quienes llevaron a cabo dos tipos de tests: el protocolo de Saltos Acero-Ibargüen, y evaluación de fuerza isométrica máxima en extensión de piernas y de brazos. Se utilizó el Globus Ergo System con una plataforma de contacto, una máquina multi-fuerzas y una celda de carga (TesyS 400). Los resultados confirmaron la existencia del porcentaje del déficit y facilitación bilateral bajo diferentes fluctuaciones. Las correlaciones entre los saltos y la potencia mecánica fueron significativas pero no así la de los saltos y la fuerza isométrica máxima evaluada. En conclusión el modelo aquí estudiado en futbolistas sub-20 implica que el fenómeno del Déficit Bilateral es un indicador muy importante en la medición de la potencia de estos deportistas

Palabras clave: déficit bilateral, facilitación bilateral, potencia mecánica, fuerza isométrica

Recibido para publicación: 28-10-2008

Aceptado para publicación: 28-11-2008

Introducción

El fútbol es por excelencia una modalidad deportiva que utiliza una mezcla de periodos de ejercicio de alta y baja intensidad. La potencia aeróbica y anaeróbica, la fuerza muscular, la flexibilidad y la agilidad son factores que integran hoy por hoy el paquete de la capacidad física del futbolista (1). Dentro de las variables del comportamiento neuro-motor a nivel del sistema nervioso y la mecánica musculo-articular se encuentra un fenómeno que en los últimos 40 años ha sido estudiado por científicos de diferentes áreas (2) y que es denominado el Déficit Bilateral (DBL). En la literatura, ha sido reportado que el resultado de fuerza de las acciones bilaterales simultaneas máximas del cuerpo humano son

menores en cantidad que la suma de las acciones unilaterales (3-13). De acuerdo con Harman y cols (13) el DBL es atribuido a un manejo neural reducido para activar los músculos de una acción bilateral simultánea o a factores no neurales tales como las relaciones fuerza-velocidad o fuerza-tensión.

La altura saltada o alcanzada (AS en cms) en saltos del tipo ABK ha sido estudiada para obtener el %DBL en futbolistas de diferentes edades. Acero y cols (14) en un primer progreso (Progreso 1), investigaron un total de 37 jugadores profesionales de futbol y encontraron un promedio general de %DBL= -23,11. Este mismo autor y cols (15), en un segundo progreso (Progreso 2), investigaron a 221 jugadores niños y jóvenes (11 a 18 años) siendo entrenados hacia el rendimiento deportivo y encontraron un promedio general del %DBL= -21,51.

Una segunda área de estudio en este fenómeno del DBL en futbolistas está relacionada con la potencia mecánica máxima indirecta (PMmi) o la potencia estimada desde la altura saltada, y la masa corporal de jugador para ser tomadas como indicador del %DBL. Acero y cols (14), según el Progreso 1, estimaron sobre cada altura saltada de los 37 jugadores objeto del estudio, la PMmi (Método de Harman et al, 1991) y establecieron un promedio general de %DBL en términos de PMmi de -40,57 (rango %DBL= -10,10 y -63,22). La correlación

lineal en este estudio mencionado entre el %DBL por AS y el %DBL por PMmi, fue bastante alta y significativa ($r = 0,86$), aunque los valores finales hayan sido más altos en el %DBL por PMmi.

La tercera área de investigación en el DBL tiene que ver con algunas de las manifestaciones de la fuerza a nivel de miembros inferiores. La fuerza máxima puede ser de forma estática denominada *fuerza isométrica máxima* y se produce cuando el jugador realiza una contracción voluntaria máxima (CVM) con una resistencia muy grande o inamovible. En la contracción isométrica no se lleva a cabo ningún movimiento, el músculo se tensa pero no realiza ningún trabajo físico dinámico de desplazamiento segmental, ya que el producto de fuerza por distancia (Trabajo Mecánico) es cero. Entonces, la fuerza más elevada que un jugador puede alcanzar con una contracción muscular voluntaria máxima sólo puede ser reconocida de forma exacta en una contracción isométrica (16). Otros factores a considerar dentro de esta área están relacionados con las propiedades mecánicas del musculo esquelético, donde las relaciones de longitud-tensión se presentan en las contracciones isométricas y las de fuerza-velocidad en las contracciones isotónicas (17).

En concordancia con el párrafo anterior, la literatura científica ha reportado algunos estudios que tienen que ver con las diferentes relaciones en miembros inferiores de la fuerza isométrica (Fuerza-tensión) y algunas manifestaciones dinámicas del movimiento deportivo tales como los saltos (Fuerza-tensión y velocidad variable). En un sentido más acorde con el objetivo de esta investigación, Juárez y cols (18) en su investigación sobre la relación de fuerza máxima, acciones de salto y otras mediciones, encontraron coeficientes de correlación moderados (entre 0,52 y 0,67) y significativos de las medidas de fuerza máxima y las alturas de salto. McGuigan y cols (19) han indicado que no hubo una correlación significativa entre la tasa de desarrollo de la fuerza (TDF) bajo condiciones isométricas y las pruebas de saltabilidad hechas (Salto vertical y hacia adelante) en jugadores australianos de futbol. En relación con los estados de fuerza isométrica máxima y sub-máxima en los miembros superiores de jugadores de futbol, la literatura científica tiende a ser muy escasa y no existen reportes validos para ser estudiados.

Tomando parte del espectro referencial del fenómeno DBL en el futbol y algunas de las posibles valoraciones de la acción muscular, ha sido el objetivo fundamental en este progreso de esta línea investigativa, el determinar el estado y correlaciones del DBL o FBL a través de las acciones de los saltos ABK y CMJ en términos de altura saltada (AS) y potencia mecánica máxima indirecta (PMmi), y el Pico máximo de fuerza isométrica (PmFiso) y Tasa de Desarrollo de la Fuerza isométrica máxima en miembros inferiores y superiores de la selección de futbol de Colombia Sub-20, 2008.

Materiales y métodos

Sujetos: 16 jugadores de diferentes posiciones de juego de la Selección Colombia Sub.- 20 participaron como sujetos de investigación en este estudio (ver características de la muestra en la tabla 1). Todos ellos participaron en las pruebas de laboratorio diseñadas en condiciones unilaterales y bilaterales en pruebas de saltos ABK, CMJ y fuerza isométrica máxima (FISOmax) en miembros inferiores y superiores. Los sujetos fueron informados de los beneficios y riesgos del estudio y firmaron un consentimiento escrito. El estudio fue aprobado por el cuerpo técnico de la Selección Colombia 2007-2008

Tabla 1. Caracterización Antropométrica - Selección Colombia Sub- 20 (n=16)

Característica	Estatura (m)	Masa (kg)	% Grasa	IMC (Kg/m ²)
Promedio	1,78±0,08	76,09±7,7	7,8±0,8	23,9±1,3
Máximo	1,9	89,4	9,6	26,1
Minino	1,63	62	6,68	21,84

Tabla 2. Protocolo de saltos ABK, CMJ y Fuerza Isométrica Máxima de Miembros Inferiores y Superiores (Acero, 2007)

Prueba	1	2	3	Max
ABK- EID				
ABK- EIlz				
ABK BL				
CMJ- EID				
CMJ- EIlz				
CMJ- BL				
ISO-EID				
ISO-EIlz				
ISO-BL				
ISO-ESD				
ISO-ESIlz				
ISO-BL				

ABK= Abalakov, CMJ= Contra movimiento, EID= Extremidad inferior derecha, EIlz= Extremidad inferior Izquierda, ESD= Extremidad Superior Derecha, ESIlz= Extremidad Superior Izquierda, BL= Bilateral simultaneo, ISO= Prueba isométrica Máxima en 5 s, Max= Resultado Máximo

Procedimientos: Previamente a las mediciones experimentales del estudio central, los jugadores participantes fueron familiarizados con los tipos de saltos, pruebas isométricas e instrumentación a utilizarse. Durante la toma de datos ellos realizaron un calentamiento controlado de aproximadamente 12 minutos. Durante la toma de datos los sujetos de investigación siguieron el protocolo experimental configurado por Acero (20) para un total de 36 acciones motoras solicitadas (ver tabla 2). Los saltos unilaterales y bilaterales del tipo ABK y CMJ fueron ejecutados bajo el comando "salto máximo", siguiendo los estándares internacionales de ejecución correcta creados por Bosco (21) (ver ejemplos en figura 1). La prueba de fuerza isométrica máxima en extensión de pierna o piernas fue realizada teniendo al jugador sentado manteniendo el tronco sin apoyo posterior alguno y en unos ángulos intersegmentales muslo-tronco y muslo-pierna de aproximadamente 90°. La silla fue ajustada a las mediciones corporales hasta obtener estos ángulos enunciados y un cinturón de seguridad fue localizado a nivel del muslo proximal para evitar el levantamiento de la cadera. Los brazos se mantuvieron cruzados sobre el tronco superior durante la prueba para evitar apoyos manuales externos. Los rodillos inferiores de la máquina

extensora de piernas estuvieron localizados a nivel de la línea meso bi-maleolar anterior. Cada movimiento fue hecho en un rango máximo de 5 segundos bajo la instrucción de "fuerte y rápido" y sin balanceos laterales (ver figuras 2 y 3).

Figura 1. Seriados fotográficos de saltos unilaterales y bilaterales Abalakov (ABK) y en contramovimiento (CMJ)- (II&SB - UTP)

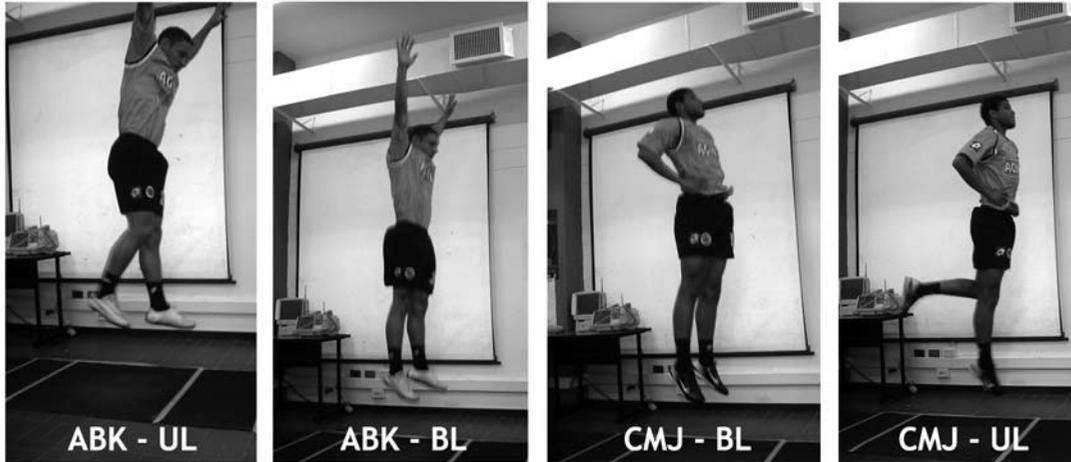


Figura 2. Fuerza isométrica máxima de miembros inferiores (Ext. de pierna/piernas) II&SB -UTP (Acero & Nieto, 2007)

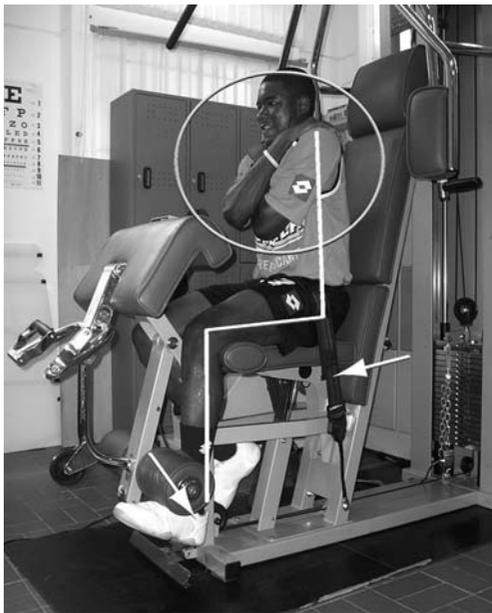
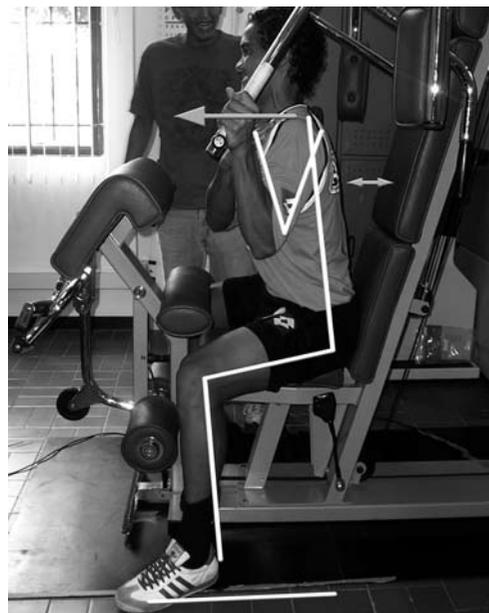


Figura 3. Fuerza isométrica máxima de miembros Superiores (Ext. de antebrazo/antebrazos) II&SB -UTP (Acero & Nieto, 2007)



Instrumentación y procesamiento de datos: Los saltos ABK y CMJ fueron realizados sobre una plataforma de contactos (jump mat) de 80 x 160 cms, utilizando el Globus Ergo System. Inicialmente la recolección y almacenamiento de datos se hizo con el software de medición, Globus Evaluation Concept, que determinó el tiempo de vuelo (TV) y altura saltada ($AS = (TV)^2 * 1,226$) en cada salto y luego se utilizó el software de

interpretación BIOSALTUS-II&SB creado por Acero (22) para obtener una estimación de la potencia mecánica máxima indirecta (PMmi) (Método de Harman y cols (23); $PMmi(W) = [(61,9 * AS(cm)) + (36 * MC(kg)) - 1822]$ y el cálculo del % del déficit bilateral (%DBL) o del % de facilitación Bilateral (%FBL) (Método de Acero & Ibarguen, 2002: $\%DBL = [(BL - (ULD + ULlz)) / BL * 100]$. Las mediciones de la fuerza isométrica máxima en miembros inferiores y superiores fueron tomadas utilizando el mismo Globus Ergo System con una unidad central ADAPTADOR TESYS actuando como transductora de señales generadas por la fuerza isométrica empleada sobre una celda de carga (Tesy 400) de hasta 300kg. Dicha galga linear fue localizada en forma vertical sobre la corredera posterior de una máquina multi-fuerzas (ver figura 4) diseñada por Globus Italia para este fin.

Figura 4. Adaptación de la celda de carga TESYS 400 a una máquina multi-fuerza para la evaluación de la fuerza isométrica máxima II&SB - UTP (Acero & Nieto, 2007)



Resultados y discusión

En la tabla 3, todos los jugadores respondieron a la confirmación de la existencia del déficit bilateral y muy pocos obtuvieron la clasificación de buenos a facilitadores bilaterales (el menor déficit bilateral) en los resultados individuales de los saltos ABK y CMJ. Las alturas saltadas uni y bilateralmente son menores en el CMJ que en el ABK dadas las restricciones de no utilización de los miembros superiores en el CMJ y a algunos otros restrictores temporo-espaciales de este tipo de movimiento. La relación entre el %DBL calculado en ABK con respecto a CMJ no tiene ningún patrón definido de incrementos o disminuciones en este valor, probablemente dado porque la capacidad de utilización de los brazos y fuerza contráctil no es la misma en cada jugador.

Tabla 3. Resultados individuales de alturas saltadas (m) en ABK, CMJ y %DBL o %FBL, Selección Colombia Sub-20 (2007-2008)

Jugador	ABK				CMJ			
	ASD	ASI	ASBL	%DBL	ASD	ASI	ASBL	%DBL
1	0,306	0,327	0,532	-19,0	0,26	0,29	0,45	-22,7
2	0,323	0,321	0,538	-19,7	0,21	0,27	0,45	-7,54
3	0,356	0,311	0,518	-28,8	0,27	0,28	0,41	-35,1
4	0,323	0,336	0,477	-38,2	0,24	0,27	0,43	-21,1
5	0,356	0,343	0,585	-19,5	0,29	0,3	0,5	-18,2
6	0,302	0,299	0,553	-8,7	0,23	0,24	0,48	1,871
7	0,342	0,340	0,534	-27,7	0,28	0,31	0,5	-17,5
8	0,316	0,314	0,522	-20,7	0,26	0,28	0,4	-35,3
9	0,313	0,353	0,472	-41,1	0,22	0,29	0,44	-17,8
10	0,350	0,260	0,471	-29,5	0,27	0,27	0,46	-17,6
11	0,275	0,295	0,551	-3,4	0,22	0,28	0,47	-7,19
12	0,256	0,296	0,451	-22,4	0,19	0,24	0,41	-3,39
13	0,392	0,399	0,579	-36,6	0,28	0,31	0,48	-23,2
14	0,313	0,301	0,588	-4,4	0,29	0,26	0,5	-10,4
15	0,300	0,347	0,450	-43,8	0,27	0,29	0,42	-35,3
16	0,342	0,339	0,545	-25,0	0,26	0,28	0,48	-11,4

ASD = altura saltada miembro derecho, ASI = altura saltada miembro izquierdo, ASBL = altura saltada ambos

En la tabla 4, los resultados primarios de Picos de Fuerza isométrica Máxima (FISO max) (N) unilateral y bilateralmente son mayores en los miembros inferiores en forma consistente dado esto, entre otros factores, por la diferencia en la composición estructural y funcional de la musculatura extensora de la piernas y por una mayor contracción concéntrica de la musculatura extensora de las piernas con relación a la de los brazos. Se evidencia nuevamente los valores encontrados en el %DBL aunque en esta condición son muy diferentes a los descritos en la tabla 3 para los miembros inferiores. En el uso de FISOmax como criterio para calcular el %DBL se observa que existen, contrariamente al uso de AS en ABK y CMJ, un número considerable de jugadores con facilitación bilateral (FBL) o porcentajes positivos del DBL (15/16) y muy buenos % de DBL (1/16); sin embargo, son los mismos jugadores y los mismos miembros corporales actuantes. La diferencia del %DBL entre estas dos condiciones de manifestación de la fuerza puede deberse en primer lugar, a que en el indicador FISOmax la contracción muscular voluntaria es máxima de acuerdo con Hauptmann (16); en segundo lugar, en FISOmax la contracción es estática del tipo Fuerza-Tensión, y en ABK y CMJ son movimientos dinámicos multi-articulares y del tipo Fuerza- Velocidad en concordancia con Lieber (17); y en tercer lugar, el tiempo de exposición en FISOmax es hasta máximo 5 segundos y en los saltos ABK y CMJ tienen un rango entre 250 a 450 milésimas de segundo. Estos hallazgos indican por ahora que el %DBL o el %FBL bajo estas dos condiciones son muy diferentes.

Tabla 4. Resultados individuales de Picos de Fuerza Isométrica Máxima (N) en Miembros Inferiores y Superiores y % DBL o % FBL- Selección Colombia Sub-20 (2007-2008)

Jugador	FISOmax (MI)				FISOmax (MS)			
	ISOD	ISOI	ISOBL	% DBL	ISOD	ISOI	ISOBL	% DBL
1	444,6	647,1	1217,2	10,3	215,2	307,5	639,9	18,3
2	829,7	964,8	1915,3	6,3	332,0	300,7	603,4	-4,9
3	551,3	443,9	1296,2	23,2	238,3	255,3	457,4	-7,9
4	546,0	537,7	1363,0	20,5	321,0	313,4	561,9	-12,9
5	1130,3	1318,5	2323,7	-5,4	409,1	373,1	885,8	11,7
6	558,7	530,6	1081,3	-0,7	199,7	206,5	410,5	1,1
7	813,5	860,8	1889,8	11,4	371,9	406,4	732,8	-6,2
8	972,7	739,7	1848,4	7,4	408,5	355,8	863,3	11,5
9	950,2	1014,4	2185,2	10,1	389,9	371,3	609,8	-24,8
10	503,6	528,5	1285,3	19,7	286,8	342,3	700,9	10,2
11	799,4	725,7	1740,8	12,4	304,9	307,2	496,2	-23,3
12	670,4	679,5	1571,4	14,1	342,3	334,0	816,2	17,1
13	777,6	896,1	2040,4	18,0	395,7	342,2	826,4	10,7
14	621,8	796,2	1532,8	7,5	254,9	299,7	527,1	-5,2
15	363,6	472,5	1174,6	28,8	358,8	408,3	601,2	-27,6
16	605,2	697,1	1470,2	11,4	417,4	359,5	591,7	-31,3

MI= Miembro inferior, MS= Miembro Superior, ISOD= Picos de Fuerza Isométrica Máxima en miembro derecho, ISOI= Picos de Fuerza Isométrica Máxima en miembro Izquierdo, ISOBL=Picos de Fuerza Isométrica Máxima bilaterales.

La tabla 5, describe en promedios generales unilaterales y bilaterales, todo el recorrido del %DBL en esta investigación bajo los criterios de alturas saltadas (AS) y potencia mecánica máxima indirecta (PMmi) de los saltos ABK y CMJ, y picos y tasa de desarrollo de la fuerza isométrica en miembros inferiores y superiores. En los saltos ABK y CMJ, el valor promedio del %DBL es mucho menor en términos de alturas saltadas (AS) que cuando se toma el criterio de potencia mecánica máxima indirecta (PMmi). Las razones que pueden estar ligadas a este resultado estriban en que la AS es un factor netamente cinemático como producto de una aplicación de una combinación fuerza-velocidad. Aunque es un resultado derivado o calculado, está más cerca de la realidad mecánica; en cambio la PMmi es un cálculo muy indirecto de estimación cinética.

En el primer conjunto de variables correlacionadas y que tienen que ver con las acciones evaluadas de saltos y fuerza isométrica, exclusivamente en los miembros inferiores, se han encontrado datos importantes (ver tabla 6). Las relaciones categorizadas como muy altas fueron entre DBLASABK y DBLPMABK, DBLASC MJ y DBLPMCMJ ($r=0,947$ y $0,882$ respectivamente), implicando una relación bi-direccional entre las alturas saltadas y la estimación de la potencia mecánica máxima indirecta en el mismo tipo de salto (ABK y CMJ). Nuevamente se confirma los datos obtenidos por Hauptmann (14).

Los siguientes pares de variables (tabla 6) fueron interpretados como de relación alta **DBLASABK** y **DBLPMCMJ**, **DBLASABK** y **DBLFISOI**, **DBLPMABK** y **DBLFISOI** ($r= 0,654, -0,623, \text{ y } -0,613$ respectivamente). Lo anterior implica que el %DBL del salto ABK tiene este nivel de relación alta con los factores cinéticos del %DBL, la potencia mecánica estimada, y con el pico de la fuerza isométrica máxima en extensión de piernas, y por consiguiente, puede ser un salto muy representativo para los estudios del %DBL y que, la relación salto y fuerza isométrica dentro de las características de este estudio, tienen una muy buena relación contrario a lo encontrado por McGuigan (19) y muy de acuerdo a lo reportado por Juárez y cols (18).

Tabla 5. Promedios generales de las variables medidas y calculadas para el modelo DBL (ABK, CMJ, ISOMAX MI e ISOMAX MS) - Selección Colombia Sub-20 (n=16)

Tipo	Variables	Promedio (x)	DE	Máximo	Mínimo
ABK	Max D(AS) (m)	0,32	0,03	0,39	0,26
	Max I (AS) (m)	0,32	0,03	0,40	0,26
	Max BL (AS) (m)	0,52	0,05	0,59	0,45
	DBL (AS) (%)	-24,28	12,19	-3,45	-43,78
	Max D (PMmi) (W)	2902,06	251,48	3343,63	2505,74
	Max I (PMmi) (W)	2908,25	342,75	3544,33	2307,40
	Max BL (PMmi) (W)	4140,44	280,79	4596,27	3613,49
	DBL (PMmi) (W) (%)	-40,47	11,58	-23,24	-62,55
CMJ	Max D (AS) (m)	0,254	0,030	0,291	0,189
	Max I (AS) (m)	0,279	0,022	0,314	0,238
	Max BL (AS) (m)	0,455	0,035	0,502	0,400
	DBL (AS) (%)	-17,61	11,21	1,87	-35,34
	Max D (PMmi) (W)	2494,17	312,62	3068,09	2002,46
	Max I (PMmi) (W)	2649,31	342,92	3203,88	2027,22
	Max BL (PMmi) (W)	3738,36	384,18	4367,99	2985,04
	DBL (PMmi) (W) (%)	-37,63	9,76	-14,11	-53,40
ISOMAX MI	Fmax D (N)	696,15	210,74	1130,26	363,56
	Fmax I (N)	740,81	231,74	1318,47	443,94
	Fmax BL (N)	1620,99	381,59	2323,70	1081,32
	DBL Fmax (N) (%)	11,35	8,66	28,82	-5,38
	Tasa Fisomax (F/s) D	361,91	593,17	2182,42	106,31
	Tasa Fisomax (F/s) I	409,35	492,18	1994,61	125,74
	Tasa Fisomax(F/s) BL	715,43	616,84	2624,77	302,67
	DBL Tasa (F/s) (%)	-7,80	90,50	84,40	-240,32
ISOMAX MS	Fisomax D (N)	327,90	71,84	417,39	199,72
	Fisomax I (N)	330,20	52,47	408,34	206,45
	Fisomax BL (N)	645,29	145,96	885,79	410,51
	DBL Fisomax (N) (%)	-3,97	16,51	18,33	-31,30
	Tasa Fisomax (F/s) D	173,11	144,10	568,23	54,43
	Tasa Fisomax (F/s) I	158,45	81,68	325,08	73,40
	Tasa Fisomax (F/s) BL	263,85	210,47	962,82	127,21
	DBL Tasa Fisomax(F/s) (%)	-46,76	71,30	31,72	-272,55

Tabla 6. Correlaciones de Pearson entre los resultados del %DBL en saltos ABK, CMJ, FISOmax y la tasa FISOmax en miembros inferiores. Selección Colombia Sub-20 (2007-2008) (n= 16).

	DBLASABK	DBLASC MJ	DBLPMABK	DBLPMCMJ	DBLFISOI	DBLTASAI
DBLASABK	1,000	0,579*	0,947**	0,654**	-0,623**	-0,420
DBLASC MJ	0,579*	1,000	0,483	0,882*	-0,525*	-0,437
DBLPMABK	0,947**	0,483	1,000	0,546*	-0,613*	-0,424
DBLPMCMJ	0,654**	0,882**	0,546*	1,000	-0,409	-0,562*
DBLFISOI	-0,623**	-0,525*	-0,613*	-0,409	1,000	0,421
DBLTASAI	-0,420	-0,437	-0,424	-0,562*	0,421	1,000

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

DBLASABK = % DBL por altura saltada en ABK

DBLPMCMJ = % DBL por Potencia mecánica indirecta en CMJ

DBLASC MJ = % DBL por altura saltada en CMJ

DBLFISOI = % DBL por Pico de fuerza isométrica máxima en miembros inferiores

DBLPMABK = % DBL por Potencia mecánica indirecta en ABK

DBLTASAI = % DBL por tasa de Pico de fuerza isométrica máxima en miembros inferiores

En la tabla 7 se establece que las relaciones bi-direccionales de estas cuatro variables no son significativas, encontrándose únicamente el par de **DBLFISOI** y **DBLTASAI** ($r= 0,421$) en una relación moderada dado que son del mismo segmento corporal o sea de los miembros inferiores. Este hallazgo en términos de la relación bidireccional del %DBL nos indica que probablemente exista una muy baja relación entre los miembros inferiores y superiores y que este resultado necesita ser investigado en profundidad para resolver las inquietudes de sí el comportamiento de las extremidades corporales entre si son así de independientes.

Tabla 7. Correlaciones bi-variadas de Pearson entre los resultados del %DBL de FISOmax y la tasa FISOmax en miembros inferiores y superiores. Selección Colombia Sub-20 (2007-2008).

	DBLFISOI	DBLFISOS	DBLTASAI	DBLTASAS
DBLFISOI	1,000	-0,358	0,421	-0,355
DBLFISOS	-0,358	1,000	-0,148	0,102
DBLTASAI	0,421	-0,148	1,000	0,064
DBLTASAS	-0,355	0,102	0,064	1,000

DBLFISOI = % DBL por Pico de fuerza isométrica máxima en miembros inferiores

DBLTASAI = % DBL por tasa de Pico de fuerza isométrica máxima en miembros inferiores

DBLFISOS = % DBL por Pico de fuerza isométrica máxima en miembros superiores

DBLTASAS = % DBL por tasa de Pico de fuerza isométrica máxima en miembros superiores

Conclusiones

El modelo DBL aquí estudiado y aplicado en futbolistas sub-20 potencializa el entendimiento de la transversalización del fenómeno del DBL a través de tres grandes áreas de evaluación: la altura saltada en ABK y CMJ, la potencia mecánica máxima indirecta en los saltos ABK y CMJ, y el pico y la tasa del desarrollo de la fuerza isométrica máxima en la extensión de piernas y de brazos.

Este modelo DBL permite objetivamente conocer cuando y bajo que tipos de acciones musculares, el %DBL o el %FBL tienen presencia. Las evidencias de los datos presentados aquí con las características de la muestra indican que en los saltos ABK y CMJ se denota la existencia del DBL en forma diferente en cada salto, en cada criterio y en un mayor déficit en lo referente a la potencia mecánica máxima indirecta. La facilitación bilateral (%FBL) toma presencia en la aplicación del concepto en el Pico de la fuerza isométrica máxima (FISOmax) en ambos miembros superior e inferior. Cuando la tasa del Pico de la fuerza isométrica máxima (tasa FISOmax) es determinada nuevamente el % DBL se hace evidente pero con mayores valores,

Existe una correlación casi perfecta entre el %DBL en términos de altura saltada y el de la potencia mecánica máxima indirecta en los saltos ABK y CMJ. La relación bidireccional entre el %DBL del salto ABK es alta con respecto al %DBL de la potencia mecánica estimada y con el pico de la fuerza isométrica máxima en extensión de piernas. La relación salto y fuerza isométrica máxima dentro de las características de este estudio es significativa. La relación entre el %DBL del pico y el %DBL de la tasa de desarrollo de la fuerza isométrica máxima en los miembros inferiores (extensión de piernas) y los superiores (extensión de brazos) no es significativa,

Reconocimientos

Los autores de este estudio expresan su reconocimiento formal a la Federación Colombiana de Fútbol, al cuerpo técnico, profesionales de la salud y a los jugadores de la selección Sub-20 (2007-2008) por su colaboración y aceptación de este tipo de estudios científicos. A la facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Tecnológica de Pereira y en especial al Laboratorio Unidad de Medicina Deportiva y Salud Ocupacional (LUMDYSO), y al programa Ciencias del Deporte y la Recreación por sus aportes y colaboración logística en esta investigación.

Referencias bibliográficas

1. Reilly T, Doran D. Fitness assessment. In T. Reilly & A. M. Williams (eds). Science and soccer. 2 ed. London: Routledge; 2003. pp 21-46.
2. Becerra H, Acero J. El fenómeno del Déficit Bilateral (DBL): una aproximación a su recorrido histórico. Journal CLON-Universidad De Pamplona. 2005; 3(2): 82-97.
3. Challis J. An investigation of the influence of bi-lateral deficit on human jumping. Journal HUMOV 1998; 572 (17):1-19
4. Oda S, Moritani T. Maximal isometric force and neural activity during bilateral and unilateral elbow flexion in humans. Eur. J. Appl. Physiol 1994; 69: 240- 243.
5. Li Z, Jacob P, Baker K, Hurley C. Bilateral multi-finger deficit in static pressing task. ASM Proceedings. 1999.
6. Zijdwind I, Kernell D. Bilateral interactions during contractions of intrinsic hand muscles. Journal of Neurophysiology 2001; 85(5):1907-1913.
7. Acero J, Ibarguen H, Lozano B. El fenómeno del Déficit Bilateral (DBL) en el Deportista: Progreso 1 y 2. Memorias Congreso Internacional de medicina Deportiva y Ciencias Aplicadas - Bogotá. 2002^a
8. Li Z, Latash M, Zatsiorsky V. Force sharing among fingers as a model of the redundancy problem. Experimental Brain Research 1998; 3: 276-286.
9. Jakobi JM, Chilibeck PD. Bilateral and unilateral contractions: possible differences in maximal voluntary force. Can J Appl Physiol 2001; 26: 12-33.

10. Khodiguan N, Cornwell A, Larges E, DiCaprio A, Hawkins A. Expression of the bilateral deficit during reflexively evoked contractions. *J Appl Physiol* 2002; 94: 171-178.
11. Behm D, Power K, Drinkwater J. Muscle activation is enhanced with multi and uni- articular bilateral versus unilateral contractions. *Can J. Appl. Physiol* 2003; 28 (1): 38-52.
12. Giesbrecht C, Corrêa C, Gonçalves S, Vieira A, Félix I, Simão R. Bilateral deficit in leg flexion and extension and elbow flexion movements. *Rev Bras Med.* 2005.
13. Bobbert M, W. de Graaf W, Jonk J, Casius R. Explanation of the bilateral deficit in human vertical squat jumping. *J Appl Physiol* 2005, 10: 1152.
14. Acero J, Albarracín J, Arias H. Estado del Déficit Bilateral DBL en los Futbolistas Profesionales de la Asociación Deportivo Cali. Informe oficial. Departamento Médico. Cali. 2002.
15. Acero J, Arias H, Albarracín J. Status of the Bilateral Deficit (BLD) in youth soccer players who are being directed towards high performance. *Proceedings in Progress in Motor Control VI International Society of Motor Control*, Sao Pablo, Brazil. August 9 - 12, 2007
16. Hauptmann M, Harre D. El entrenamiento de la fuerza máxima. *RED*, 1987; 1 (2): 11-18.
17. Lieber RL. Skeletal muscle architecture: implications for muscle function and surgical tendon transfer. *J Hand Ther* 1993; 6(2):105-13.
18. Juárez D, Navarro F, Aceña R.M, González JM, Arija A, Muñoz V. Relación entre la fuerza máxima en squat y acciones de salto, sprint y golpeo de balón. 2008; 10(4): 1-12 <http://www.cafyd.com/REVISTA/01001.pdf>
19. McGuigan M, Winchester J. The relationship between isometric and dynamic strength in college football players. *Journal of Sports Science and Medicine* 2008; 7: 101-105.
20. Acero J. Protocolo experimental modelo DBL: ABK, CMJ, PMmi y FISOMAX. Instituto de investigaciones y soluciones biomecánicas. Cali, Colombia. 2007.
21. Bosco C. La valoración de la fuerza con el test de Bosco. Ed. Paidotribo. Barcelona. 1994.
22. Acero J. Software de Interpretación (IT): BIOSALTUS-II&SB, Instituto de Investigaciones y Soluciones Biomecánicas- Cali- COLOMBIA (2004-2008).
23. Harman EA, Rosenstein M.T, Frykman PN, Rosenstein RM, Kraemer WJ.). *Estimation of human power output from vertical jump*. *Journal of Applied Sport Science Research* 1991; 5(3): 116-120.

Diseño:



Centro de Recursos
Informáticos y Educativos
"Tecnología al Servicio de sus ideas"